

DARBA HIGIĒNA

Latvijas Brīvo arodbiedrību savienība

© Labklājības ministrija

Izdots Eiropas Savienības Struktūrfondu programmas "Cilvēkresursi un nodarbinātība" apakšaktivitātes "Darba attiecību un darba drošības normatīvo aktu praktiska piemērošana nozarēs un uzņēmumos" (Nr. IDP/1.3.1.3.2./08/IPIA/NVA/001) ietvaros.
Materiālu izdošanu līdzfinansē Eiropas Savienība.

2010. gads

Īpaša pateicība Spānijas Nacionālajam Darba drošības un higiēnas institūtam (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) par sniegto atbalstu un materiāliem grāmatas veidošanā

Aktualizāciju veica SIA „Inspecta Prevention”



Inspecta

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Latvijas Brīvo arodbiedrību savienība, Bruņinieku ielā 29/31, Rīgā, LV-1001
Tālrunis: 67035960, www.arodbiedribas.lv

Šīs grāmatas pirmais izdevums ir meklējams Latvijas – Spānijas divpusējā sadarbības projektā “Atbalsts turpmākai likumdošanas saskaņošanai un institūciju stiprināšanai darba drošības un veselības jomā”, kad 2002.–2003. gadā tika sagatavota un izdota grāmatu sērija darba aizsardzībā. Tajā laikā šīs grāmatas aizpildīja izveidojušos tukšumu darba aizsardzības literatūrā latviešu valodā.

No izdošanas laika mūsu valstī ir notikušas lielas pārmaiņas ne tikai darba aizsardzības tiesību aktos, bet arī darba devēju un darba ņēmēju attieksmē pret darba aizsardzību.

Jaunā ESF projekta “Darba attiecību un darba drošības normatīvo aktu praktiska piemērošana nozarēs un uzņēmumos” aktivitātes “Darba aizsardzības grāmatu aktualizācija” ietvaros tika pārskatītas visas sērijas grāmatas, iespēju robežās tika veiktas izmaiņas. Grāmatās integrētas jauno tiesību aktu prasības, atjaunoti statistikas dati.

Grāmata “Darba higiēna” apskata ļoti svarīgu darba aizsardzības sadaļu – darba higiēnu. Aprakstīti ķīmisko vielu un maisījumu riska faktori, troksnis, vibrācija, jonizējošais un nejonizējošais starojums un bioloģiskie piesārņotāji.

Grāmatas sūtība – kļūt par rokasgrāmatu gan darba devējam, gan darba aizsardzības speciālistam, gan uzticības personai, gan darbinieku pārstāvim, gan darba ņēmējam. Lai varētu argumentēti un precīzi izpildīt galveno darba aizsardzības mērķi – saglabāt darbinieku veselību un drošību!



P. Krīgers

*Latvijas Brīvo arodbiedrību
savienības priekšsēdētājs*

SATURS

Izmantotie saīsinājumi	8
------------------------------	---

1. nodaļa

KAS IR DARBA HIGIĒNA?	9
------------------------------------	---

Vispārējie jēdzieni	9
---------------------------	---

Darba higiēnas principi	12
-------------------------------	----

2. nodaļa

ĶĪMISKĀS VIELAS UN MAISĪJUMI	23
---	----

Ievads	23
--------------	----

Ķīmisko vielu iekļūšanas ceļi organismā	24
---	----

Ķīmisko vielu izraisītās sekas	27
--------------------------------------	----

Kaitīgo vielu izraisītās sekas	28
--------------------------------------	----

Ekspozīcijas iemesli	31
----------------------------	----

Riska novērtēšana	32
-------------------------	----

3. nodaļa

ĶĪMISKĀS VIELAS: EKSPOZĪCIJAS MĒRĪŠANA	35
---	----

Ekspozīcijas mērīšanas jēdziens	35
---------------------------------------	----

Tiešās nolasīšanas sistēmas	36
-----------------------------------	----

Aktīvās un pasīvās paraugu ņemšanas metodes	38
---	----

Individuālie paraugi un apkārtējās vides paraugi	45
--	----

Ķīmiskās vielas koncentrācijas noteikšana darba vides gaisā	46
---	----

Paraugu ņemšanas iekārtu kalibrēšanas noteikumi	47
---	----

Mērīšanas iekārtu kvalitātes kontrole	48
---	----

Analītiskā metode	50
-------------------------	----

Mērījumu atbilstība	51
---------------------------	----

4. nodaļa

ĶĪMISKĀS VIELAS UN MAISĪJUMI: NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI	53
---	----

Vispārīgie jēdzieni	53
---------------------------	----

Pamatojums novērtēšanas kritēriju vērtību noteikšanai	54
---	----

Kancerogēnu un alergēnu novērtēšanas kritēriji	57
--	----

Vides novērtēšanas kritēriji un bioloģiskie novērtēšanas kritēriji	58
--	----

Tehniska rakstura novērtēšanas kritēriji	60
--	----

ES normatīvie akti	62
--------------------------	----

Latvijas normatīvie akti	63
--------------------------------	----

Latvijā un dažās valstīs lietošanai pieņemtie aroda ekspozīcijas normatīvi	64
--	----

Daži vides novērtēšanas kritēriju ieviešanas un pielietošanas aspekti	65
---	----

5. nodaļa

KĪMISKĀS VIELAS UN MAISĪJUMI: IEDARBĪBAS KONTROLE	67
Vispārējie principi	67
Darbības, kas vērstas uz piesārņojuma avotu	67
Darbības, kas attiecas uz vielu izplatīšanās samazināšanu vidē	70
Darbības, kuras vērstas uz cilvēku	75

6. nodaļa

INDIVIDUĀLĀ AIZSARDZĪBA	77
Definīcija un vispārējie jēdzieni	77
Individuālo aizsardzības līdzekļu klasifikācija	78
Elpceļu aizsardzības līdzekļi	79
Ādas aizsardzības līdzekļi	83
Roku aizsardzības līdzekļi	83
IAL izmantošanu un marķēšanu reglamentējoši normatīvie akti	86

7. nodaļa

TROKSNIS	87
Ievads	87
Trokšņu veidi	88
Dzirdes mehānisms	92
Trokšņa iedarbības sekas	92
Mērīšanas ierīces un mērījumu veikšana	96
Novērtēšanas kritēriji un normatīvi	101
Darba apstākļu uzlabošana un nodarbināto aizsardzība	102

8. nodaļa

VIBRĀCIJA	109
Ievads	109
Vibrācijas ietekme uz organismu	109
Vibrācijas mērījumu veikšana	110
Vibrācijas iedarbības novērtēšana un pasākumu noteikšana	112

9. nodaļa

MIKROKLIMATS	117
Mikroklimats un cilvēka organisms	117
Siltuma apmaiņa starp cilvēku un apkārtējo vidi	118
Mikroklimata agresivitātes rādītāji	122
Siltuma radītā stresa novērtēšana	123
Termiskā stresa novēršana	123
Aukstuma iedarbība	124
Telpu mikroklimats	126
Vīrsu temperatūra	127

10. nodaļa

NEJONIZĒJOŠAIS STAROJUMS	129
Ievads	129
Ultravioletais starojums	132
Infrasarkanais starojums un redzamā gaisma	134
Lāzerstarojums	135
Elektromagnētiskais starojums	137
Mikroviļņi un radiofrekvences viļņi	138
Īpaši zemas frekvences elektriskie lauki	140

11. nodaļa

JONIZĒJOŠAIS STAROJUMS	143
Ievads	143
Biežāk sastopamie jonizējošā starojuma avoti	145
Jonizējošā starojuma mērīšanas metodes	146
Jonizējošā starojuma iedarbības ceļi un izraisītie veselības traucējumi	147
Veselības traucējumi	149
Jonizējošā starojuma dozimetrija	152
Ar jonizējošā starojuma iedarbību saistītais risks. Aizsardzība pret jonizējošo starojumu	154
Risku zonu noteikšana un apzīmējumi	157

12. nodaļa

BIOĻĪSKIE PIESĀRŅOTĀJI	159
Ievads	159
Klasifikācija	159
Ar bioloģiskajiem piesārņotājiem saistītais risks un preventīvie pasākumi	160
Preventīvie pasākumi	169

LITERATŪRA	177
-------------------------	-----

Izmantotie saīsinājumi

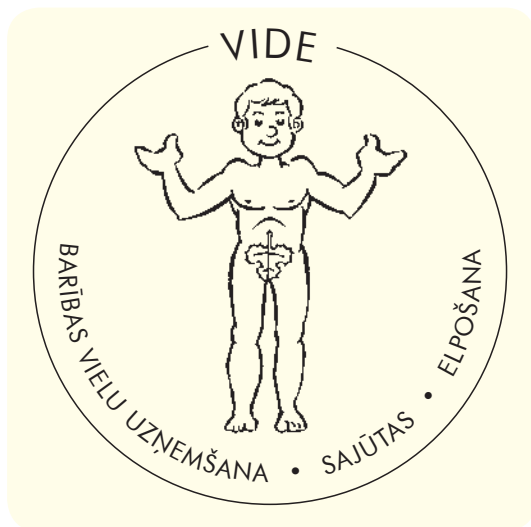
AER	Aroda ekspozīcijas robežvērtība
ALARA	<i>As low as reasonably achievable</i> – tik zems, cik vien iespējams sasniegt (runājot par principu)
ASL	Akustiskā spiediena līmenis
AVRHK	<i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i> – Amerikas Valsts rūpniecisko higiēnistu konference
BAT	<i>Biologische Arbeitsstoff Toleranzwerte</i> – maksimālā pieļaujamā koncentrācija, kurai pastāvot, nenotiek nekādas novirzes no normālajiem bioloģiskajiem parametriem (latviski nav noteikta precīza definīcija)
BEI	Bioloģiskās ekspozīcijas indekss
BER	Bioloģiskās ekspozīcijas rādītāji
dB	Decibels
DNS	Dezoksiribonukleīnskābe
Hz	Hercs
EI	Ķīmiskās vielas ekspozīcijas indekss
EML	Elektromagnētiskais starojums
IAL	Individuālie aizsardzības līdzekļi
ICRP	<i>International Commission on Radiological Protection</i> – Starptautiskā Radiācijas aizsardzības komisija
JSA	Jonizējošā starojuma avots
MAC	<i>Maximal acceptable concentration</i> – maksimāli pieļaujamā koncentrācija
MPE	Maksimāli pieļaujamās ekspozīcijas
NIOSH	<i>National Institute of Occupational Health</i> – Nacionālais darba drošības un veselības institūts (NDDVI)
PEL	<i>Permissible Exposure Limits</i> – pieļaujamā ekspozīcijas robežvērtība
PVO	Pasaules Veselības organizācija
REACH	<i>Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals</i>
RDC	Radiācijas drošības centrs
REL	<i>Recommended Exposure Limits</i> – ieteicamā ekspozīcijas robežvērtība
STEL	<i>Short Term Exposure Limit</i> – īslaicīgas iedarbības limits
TLV	<i>Threshold limit value</i> – robežvērtība

1

KAS IR DARBA HIGIĒNA?

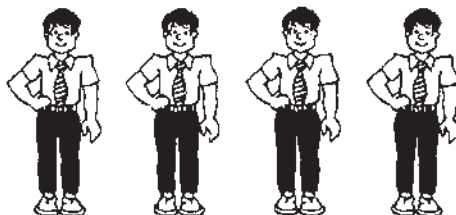
VISPĀRĒJIE JĒDZIENI

Cilvēks un vide ir savstarpēji cieši saistītas dabas sastāvdaļas. Vidi mēs uztveram caur sajūtām. Nozīme ir gaisam, kuru elpojam, un uzturam, kuru lietojam ikdienā.

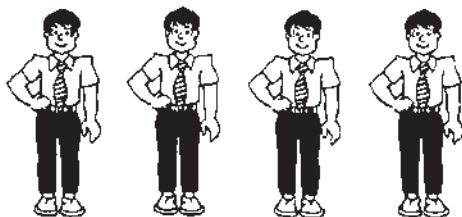
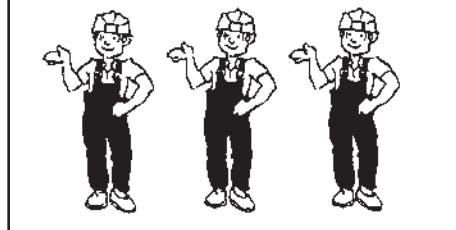


Cilvēks savas dzīves laikā ir spējīgs pielāgoties noteiktiem vides apstākļiem. Tāpēc, palielinoties, piemēram, radiācijas līmenim gaisā, nonākot pārmērīgi augstas vai zemas temperatūras apstākļos, cilvēks izjūt diskomfortu un sāk uztraukties par

VIDE



DARBA VIDE



nelabvēlīgās vides ietekmi uz veselību. Vides apstākļiem krasi pasliktinoties, attīstās dažādas slimības. Tādējādi veselību var uzskatīt par cilvēka un vides savstarpējās piemērotības rādītāju. Cilvēka veselības augstākās pakāpes rādītājs ir ideāli piemērota ekoloģiskā dzīves vide.

Vide un darba vide

Ikdienā mēs esam pakļauti riska faktoru iedarbībai gan dabiskajā vidē, gan uzbūvētajā vidē. Vides ietekmes stiprums uz veselību ir atkarīgs no iedarbības apjoma

un konkrēta faktora daudzuma vai lieluma. Cilvēki uz vides faktoriem reaģē dažādi: vieni ir jutīgāki, citi – mazāk jutīgi. Tāpēc sabiedrības veselības un vides aizsardzības speciālistiem jābūt modriem un jācenšas novērst iespējamo vides riska faktoru nevēlamo ietekmi uz sabiedrības veselību.

Darba vide ir vispārējās vides sastāvdaļa. Pasliktinoties darba vides apstākļiem, pasliktinās nodarbināto veselība, attīstās arodslimības un iespējami nelaimes gadījumi darbā. Šādos gadījumos šī sabiedrības daļa – nodarbinātie – uzskatāmi par cietušajiem neveselīgajā darba vidē.

FAKTORI, KAS NOSAKA ARODSLIMĪBU VEIDOŠANOS

KAITIGĀ RISKA FAKTORA KONCENTRĀCIJA DARBA VIDĒ	Daudziem darba vidē sastopamajiem fizikālajiem un ķīmiskajiem riska faktoriem ir noteiktas "pieļaujamās vērtības". Pieņemts, ka riska faktors, kura vērtība ir zemāka par noteikto, optimālos apstākļos nodarbinātajam nenodara veselības kaitējumu.
EKSPOZĪCIJAS ILGUMS	Līdzās noteiktajām ekspozīcijas robežvērtībām parasti pastāv atsaucē uz noteiktu, ar normālu darba dienu un vidējo aktīvās darba dzīves periodu saistītu ekspozīcijas laiku. Tā, piemēram, aroda ekspozīcijas robežvērtība (AER) ir tāda ķīmisko vielu un ķīmisko produktu koncentrācija darba vides gaisā, kas visā nodarbinātā dzīves laikā neizraisa saslimšanu un veselības traucējumus, kuri konstatējami ar mūsdienas izmeklēšanas metodēm, ja attiecīgās ķīmiskās vielas un ķīmiskie produkti iedarbojas uz nodarbināto ne ilgāk par astoņām stundām darba dienā vai ne ilgāk par 40 stundām nedēļā.
PERSONU INDIVIDUĀLĀS ĪPAŠĪBAS	AER un ekspozīcijas laiks tiek attiecināts uz "vidējo nodarbināto". Tāpēc katrā gadījumā rūpīgi jāizvērtē indivīdu dzīves un sociālie apstākļi, kā arī fiziskās un garīgās spējas.
VESELĪBAS JĒDZIENA RELATIVITĀTE	Veselības definīcijai jābūt saskaņā ar darba dzīvi. Darbs ir fenomens, kas atrodas pastāvīgā attīstībā. Darba metodes un izmantotie produkti kļūst aizvien dažādāki un aizvien biežāk mainās. Tāpat mainās arī sabiedrībā valdošā koncepcija par veselību un slimību. Cilvēki nevar būt veseli, ja nepastāv priekšnoteikumi, kas viņiem rada iespēju īstenot centienus, apmierināt vajadzības un mainīt vidi vai uzveikt tās ietekmi. Savlaicīgi jādomā par strādājošo darba apstākļiem un darba vidi, lai maksimāli attālinātu arodslimības un nelaimes gadījumus darbā.
VAIRĀKU KAITĪGO FAKTORU VIENLAICĪGA KLĀTBŪTNE	Jebkura kaitīga faktora iedarbība samazina organisma aizsardzības spējas. Tādēļ situācijās, kad darba vietā nodarbinātie tiek pakļauti vairāku riska faktoru iedarbībai, noteiktās robežvērtības ir jāpārskata.

Darba apstākļi, arodslimības, darba higiēna

Pasaules Veselības organizācija (PVO) veselību definējusi šādi:

“Veselība ir pilnīga fiziska, garīga un sociālā labklājība, nevis tikai stāvoklis bez slimības vai fiziskiem trūkumiem.” Tādējādi, lai nodrošinātu nodarbinātajam fizisko, garīgo un sociālo labklājību, jā rūpējas par viņu darba apstākļiem. Faktiski darba apstākļi nosaka nodarbinātā attiecības ar darba vidi.

Darba apstākļi ir darba vides faktoru kopums, kuros tiek īstenota un norisinās nodarbināto darbība. Darba vides apstākļu izpētē un nodarbināto arodveselības nodrošināšanā ievērojama loma ir **darba** vai, kā to vairākās valstīs dēvē, **industriālajai higiēnai**.

Darba higiēna apvieno mediķus, ķīmiķus, fiziķus un visus citus speciālistus, kas pēti, kontrolē nelabvēlīgo un veselībai bīstamo darba vides faktoru ietekmi uz nodarbināto organismu darba procesā, nosaka cilvēku darbības, darba un atpūtas režīma fizioloģiju, cilvēka ergonomiskās un biomehāniskās potences, kā arī citus faktorus, kas var ietekmēt strādājošo arodveselību.

DARBA HIGIĒNA IR PREVENTĪVĀS MEDICĪNAS NOZARE. TĀ NOSAKA UN KONTROLĒ DARBA RISKUS, KAS VAR IZRAISĪT ARODSLIMĪBAS UN NELAIMES GADĪJUMUS DARBĀ.

Iepriekšēja vēsture

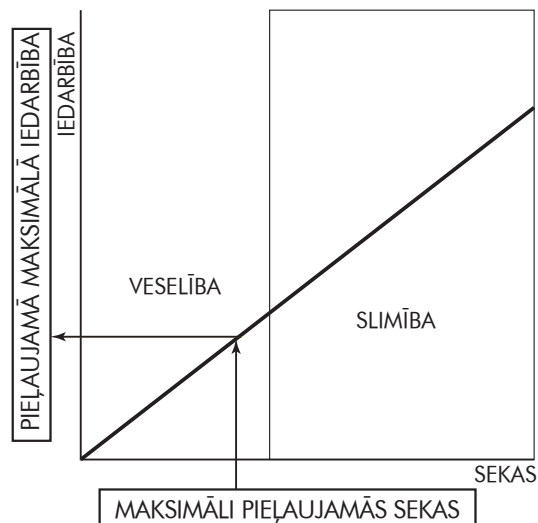
Higiēnai kā preventīvās medicīnas nozarei ir sena pagātne. Zinātniskās medicīnas pamatlicējs Hipokrāts, lai noskaidrotu dažādu slimību cēloņus, pievērsa uzmanību darba un apkārtējai videi, veselīgam dzīvesveidam. Ir pierādījumi, ka Hipokrāts aprakstījis slimības, ar kurām sirga svina

raktuvēs strādājošie. 17. gadsimta beigās un 18. gadsimta sākumā parādījās pirmie raksti par slimībām saistībā ar arodu. Itāļu ārsts Ramacīni (*Ramazzini*) aprakstījis putekļu izraisītās plaušu slimības 19. gadsimta sākumā sakarā ar strauju industrializācijas attīstību pieauga nelaimes gadījumu darbā un arodslimību skaits. Kaitīgie izmeši no rūpnīcām piesārņoja vidi. Radās nepieciešamība veikt laboratoriskos un eksperimentālos pētījumus. Pateicoties L. Pastēra, R. Koha, E. Parksa, M. Petenkofera un M. Rubnera ieguldījumam pētniecības jomā, preventīvā medicīna nostabilizējās kā zinātne.

Daudzās valstīs, konstatējot cilvēku slimstību saistībā ar darbu, tika uzsākta likumu izdošana par nelaimes gadījumu darbā un arodslimību novēršanu. Tas turpinās līdz mūsu dienām. Atskatoties vēsturē, var teikt, ka **darba higiēna** kā jēdziens radās 20. gadsimta sākumā, un to veicināja pirmie likumi par nodarbināto veselības aizsardzību.

Devas

Kaitīgā faktora daudzums un ekspozīcijas laiks veicina arodslimību rašanos. Šo sakarību varētu attēlot šādi.



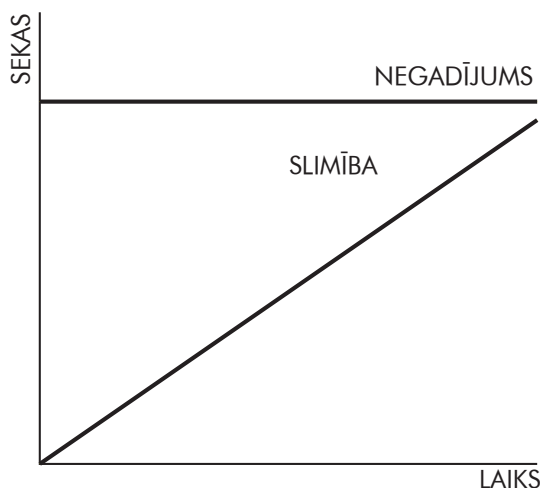
Jo ilgstošāka ir kaitīgā faktora iedarbība un augstāka kaitīgās vielas koncentrācija, jo lielāks risks ir saslimt vai saindēties. Tomēr lielākajai daļai vielu eksistē iedarbības ilgums un koncentrācija, kuru gadījumā slimība neattīstās. Pieaugot iedarbības ilgumam un/vai paaugstinoties kaitīgās vielas koncentrācijai, palielinās risks saslimt.

Par efektīvo devu sauc tādu iedarbību, kas cilvēka organismā rada reakciju – izraisa fizioloģiskus vai funkcionālus traucējumus.

Arodslimību un darba negadījumu savstarpējā attiecība

Saskaņā ar likumu “Par obligāto sociālo apdrošināšanu pret nelaimes gadījumiem darbā un arodslimībām” Latvijā **arodslimības** definē kā atsevišķām nodarbināto kategorijām raksturīgas slimības, kuru cēlonis ir darba vides fizikālie, ķīmiskie, higiēniskie, bioloģiskie un psiholoģiskie faktori. Lai gan arodslimības var būt arī akūtas, tomēr Latvijā arodslimības biežāk pastāv kā lēna un pakāpeniska nodarbinātā veselības pasliktināšanās, ko izraisījusi ilgstoša kaitīgo faktoru iedarbība, piemēram, aroda vārdzirdība pēc ilgstošas trokšņa iedarbības darba vidē.

Iepriekš minētais likums definē, ka **nelaimes gadījums darbā** ir apdrošinātās personas veselībai nodarītais kaitējums vai



apdrošinātās personas nāve, ja to cēlonis ir vienas darbadienas (maiņas) laikā noticis ārkārtējs notikums, kas radies, pildot darba pienākumus, kā arī rīkojoties, lai glābtu jebkuru personu vai īpašumu un novērstu tiem draudošās briesmas.

Kopīgā pazīme arodslimībai un nelaimes gadījumam darbā ir veselības kaitējums, bet atšķirīgs – laika posms, kurā notiek veselības kaitējums. Būtiska nozīme, runājot par arodslimību, ir ekspozīcijas laikam (kaitīgā faktora iedarbības ilgumam). Pieaugot ekspozīcijas laikam, pieaug kopējais kaitīgā faktora daudzums, kas iedarbojas uz nodarbinātā veselību. Tādējādi palielinās sekas. Ja nelaimes gadījums notiek darbā, ekspozīcijas laikam nav nozīmes, jo negadījuma sekas rodas uzreiz.

DARBA HIGIĒNAS PRINCIPI

Darba higiēna veic preventīvus un tehniska rakstura pasākumus. Darba devējam ir jāatceras, ka izdevīgāk ir ieguldīt līdzekļus nodarbināto veselības veicināšanā, nevis iegūto seku likvidēšanā, piemēram, slimību ārstēšanā u. tml.

Darba higiēna savā darbībā balstās uz šādiem principiem:

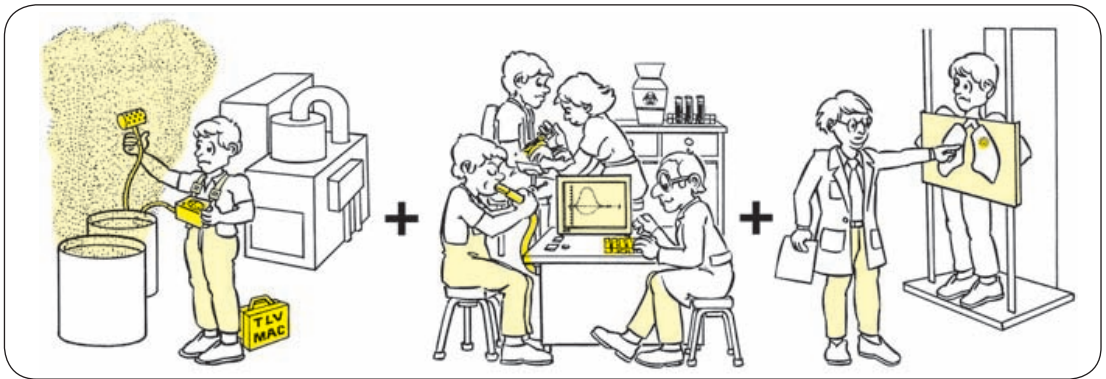
- 1) darba vides riska faktora identifikācija;
- 2) situācijas novērtēšana, izdarot laboratoriskos mērījumus un salīdzinot mērījumu rezultātus ar robežvērtībām;

3) preventīvo un tehnisko pasākumu izstrādāšana un ieviešana.

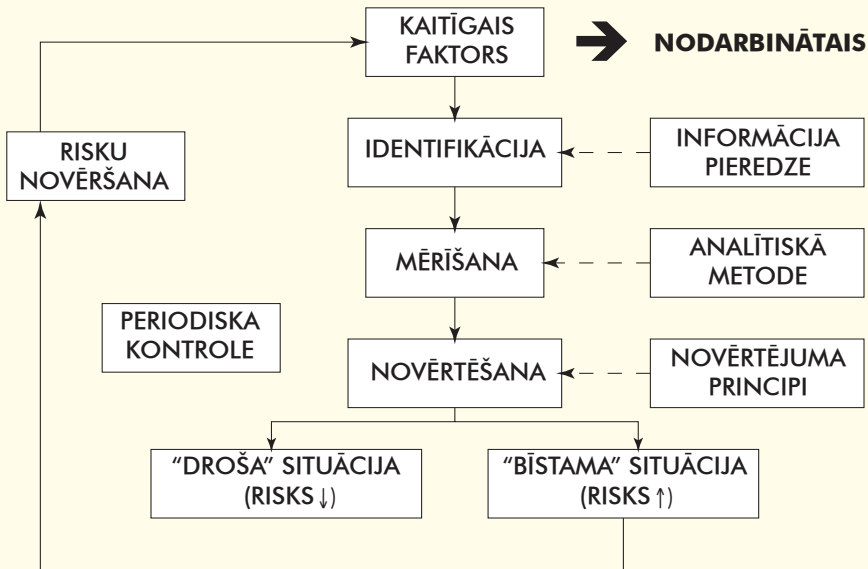
No papildu pasākumiem nozīmīgākais ir periodisku kontroles pasākumu nodrošināšana darba vidē. Periodiskā kontrole ietver laboratoriskos mērījumus, bioloģisko

monitoringu un nodarbināto obligātās veselības pārbaudes.

PERIODISKI KONTROLES PASĀKUMI IR NEPIECIEŠAMI, LAI GARANTĒTU NODARBINĀTO VESELĪBU UN DROŠĪBU.



DARBA HIGIĒNAS DARBĪBA



KAITĪGIE DARBA VIDES RISKA FAKTORI IR ĶĪMISKIE, FIZIKĀLIE UN BIOĻĪSKIE FAKTORI, KAS VAR KAITĒT NODARBINĀTO VESELĪBAI.

Riska definīcija

Pie **darba vides riska faktoriem** pieskaita ķīmiskos, fizikālos, psiholoģiskos, fizioloģiskos (ergonomiskos), bioloģiskos u. c. riska faktoros.

Kīmiskie riski

Kīmiskos riskus veido inertas (nedzīvas) matērijas. Tās atrodas gaisā atsevišķu molekulu veidā (gāze, izgarojumi) vai aerosolu veidā (dūmi, tvaiki, garaiņi, migla).

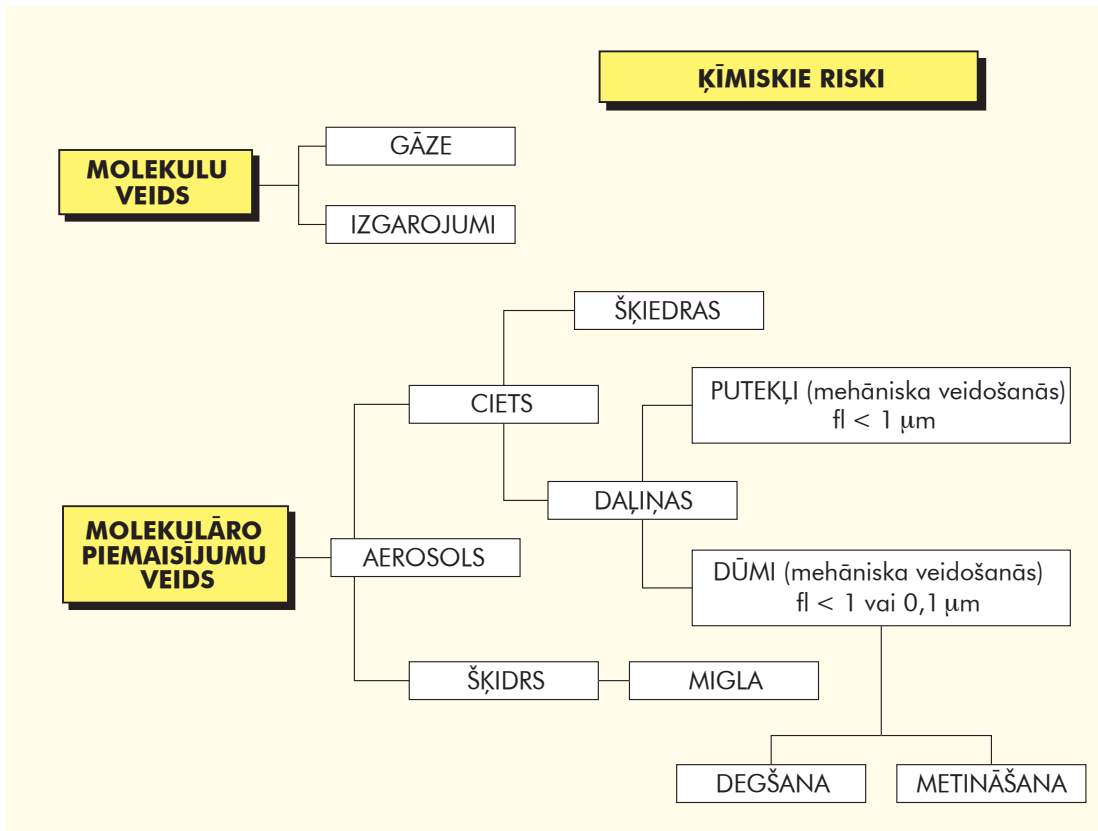
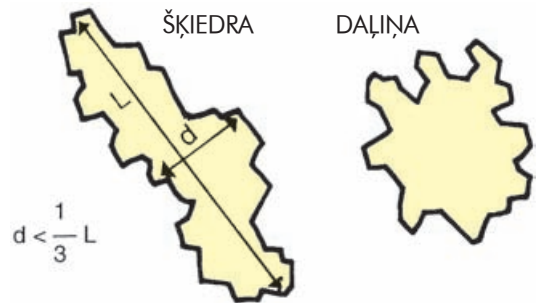
Putekļi tiek pieskaitīti pie cietajiem aerosoliem. Pēc daļiņu lieluma putekļus iedala redzamajos (daļiņu diametrs lielāks par 10 mikrometriem, μm), mikroskopiskajos ($0,25\text{--}10\ \mu\text{m}$) un ultramikroskopiskajos ($<0,25\ \mu\text{m}$).

Cilvēkam visbīstamākie ir putekļi, kuru diametrs ir mazāks par 5 mikrometriem, jo tie iekļūst dziļi elpošanas orgānos, kā arī kuņģa un zarnu traktā.

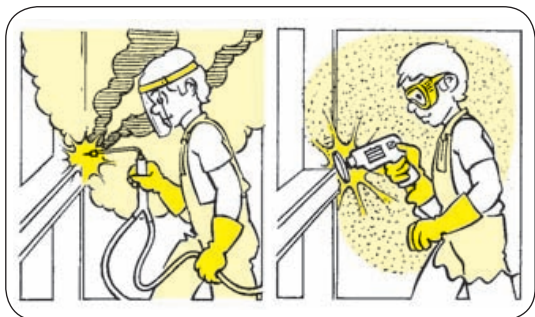
Ja aerosols sastāv no šķidruma mikrodaļiņām, tad to parasti sauc par miglu (piemēram, sērskābes vai minerāleļļas migla).

Cietās daļiņas, kurām ir garena forma un kuru diametrs ir mazāks par $1/3$ no to garuma, sauc par šķiedrām, piemēram, azbesta šķiedras.

IEELPOJAMO PUTEKĻU FRAKCIJA SASTĀV NO DAĻIŅĀM, KAS IR MAZĀKAS PAR 0,001 MILIMETRIEM.



Dūmi ir aerosols, kas veidojas degšanas procesā. Dūmu sastāvā var ietilpt metālu savienojumi, piemēram, metināšanas aerosoli. Dūmi, kas rodas nepilnīgas sadegšanas vai ķīmiskas reakcijas procesā, nesatur metālus.



Fizikālie riski

Fizikālie riski ir konkrētu avotu radītā enerģija, kas var nodarīt kaitējumu nodarbinātajiem. Šī enerģija var būt mehāniska, termiska vai elektromagnētiska. Tā kā šīs enerģijas ir dažādas, to izraisītās sekas ir

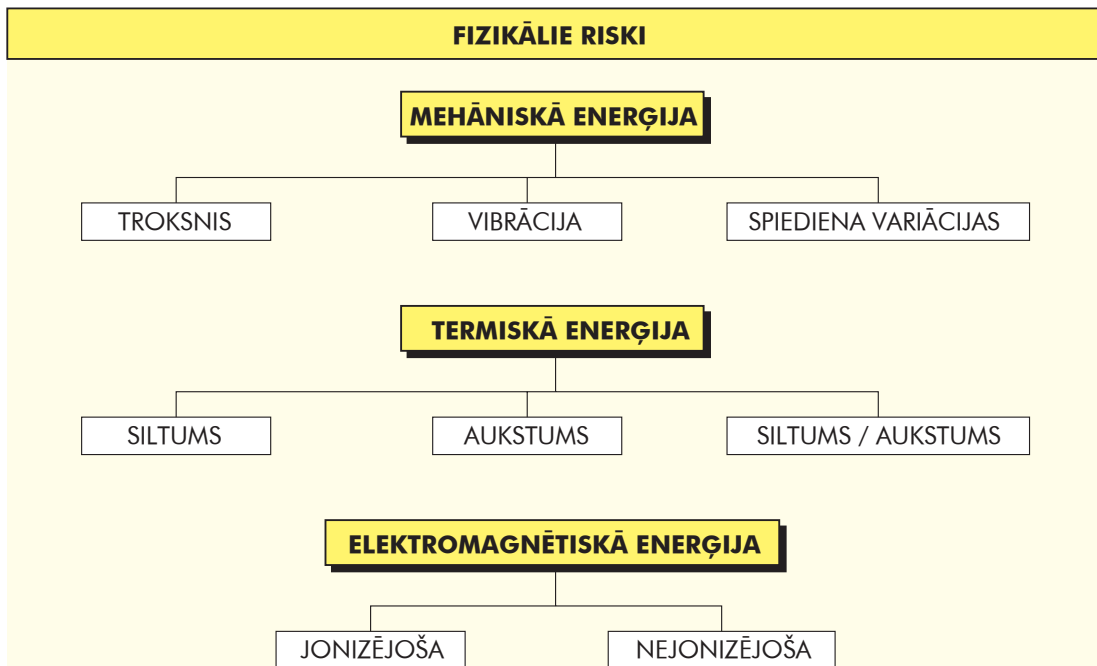
atšķirīgas, tāpēc šo enerģiju mērīšanai un analīzei nepieciešams izmantot speciālas metodes.

Troksnis un vibrācija ir zināmākie mehāniskās enerģijas veidi. Troksni parasti definē kā nevēlamu skaņu. Pierādīts, ka trokšņa līmenis (to mēra decibelos, dB), kas pārsniedz 80 dB pie noteiktām frekvencēm, strādājot 8 stundas dienā, izraisa dzirdes pasliktināšanos, kā arī citus fizioloģiskus un psiholoģiskus traucējumus.

TROKSNIS IR VIENS NO BIEŽĀK SASTOPAMAJIEM DARBA VIDES RISKĀ FAKTORIEM.

Ultraskaņa ir cilvēka dzirdei neuztverami skaņu viļņi, kuru frekvence pārsniedz 20 000 Hz. Ultraskaņas mijiedarbību ar organismu nosaka tās intensitāte, izstarpuma veids un ekspozīcijas laiks.

Vibrācijas izraisītās sekas ir galvenokārt atkarīgas no tās frekvences. Lielākas frekvences (50–1000 Hz) iedarbojas uz cil-



vēka sirds–asinsvadu sistēmu, rodas angio-spastiskais efekts. Tāpat cieš arī perifēriskā nervu sistēma. Rodas muskuļu un nervu sistēmas darbības traucējumi. Gala rezultātā cieš centrālā nervu sistēma.

VIBRĀCIJAS IZRAISĪTĀS SEKAS IR ATKARĪGAS NO VIBRĀCIJAS FREKVENCES, AMPLITŪDAS UN EKSPOZĪCIJAS ILGUMA.

Darba laikā cilvēka organismu ietekmē darba vides mikroklimats. No higiēnas viedokļa mikroklimats ir fizikālo faktoru kopums, kas veido organisma siltumapmaiņu ar apkārtējo vidi un nosaka organisma siltuma stāvokli. Siltumatdevi nosaka ādas siltumapmaiņa ar apkārtējo vidi. Siltums, kas rodas organisma dzīvības uzturēšanas laikā, tiek novadīts izstarošanas, konvekcijas, kondukcijas un iztvaikošanas ceļā. Cilvēka izdalītais metaboliskais siltuma daudzums ir saistīts ar nepārtrauktiem sintēzes procesiem, kas notiek organismā (olbaltumvielu u. c. sintēze), ar jonu pārnesei (osmoze), ar muskuļu (sirds, gludie muskuļi, skeleta muskulatūra u. c.) mehānisko darbību.

Cilvēka organisms spēj pielāgoties darbam karstajos cehos līdz zināmai robežai. Pārsniedzot šo robežu, cilvēks izjūt

nogurumu un ievērojami pazeminās darba spējas. Pārkaršana vieglā formā izpaužas šādi: galvassāpes, nogurums, nespēks, sāpes muskuļos. Ļoti smagos gadījumos cietušajam āda kļūst zilgana, ķermeņa temperatūra var sasniegt 40–41 °C. Dažkārt novēro t. s. krampju slimību – ekstremitātēs ir toniska rakstura krampji, ko izskaidro ar nātrija hlorīda samazināšanos asinīs un audos. Pat tad, ja karstais mikroklimats nav sevišķi izteikts, bet iedarbojas ilgstoši, karstajos cehos nodarbinātajiem biežāk nekā citiem cilvēkiem novēro miokarda



 AUGSTAS FREKVENCES	KOSMISKAIS STAROJUMS
	GAMMA STAROJUMS γ
	RENTGENSTAROJUMS
 VIDĒJAS FREKVENCES	ULTRAVIOLETAIS STAROJUMS
	REDZAMĀ GAISMA
	INFRASARKANAIS STAROJUMS
	MIKROVIĻŅI RADARU VIĻŅI F.M. DIAPAZONA RADIOVIĻŅI TELEVĪZIJAS VIĻŅI
 ZEMAS FREKVENCES	RADIOVIĻŅI
 ĻOTI ZEMAS FREKVENCES	ELEKTRISKIE LAUKI (AUGSTSPRIEGUMS)

distrofiskas izmaiņas, arteriālo hipotoniju vai hipertensiju, kuņģa–zarnu trakta un nervu sistēmas slimības.

Līdzīgi kā paaugstināta temperatūra, arī pazemināta temperatūra var izraisīt organismā stresu, uz kuru akūti reaģē cilvēks, jo viņa organisms evolūcijas attīstības procesā nav pielāgojies krasām temperatūras svārstībām. Darbam aukstumā ir pakļauti nodarbinātie būvniecībā, mežizstrādē u. c. nozaru darbinieki, kuri veic darbu ārā aukstajā gadalaikā vai neapkurinātās telpās. Šādos gadījumos organisma siltuma deficītu rada ķermeņa perifēro daļu temperatūras pazemināšanās – visbiežāk tas skar roku un kāju pirkstus, seju, ausis. Akūta, vietēja zemas temperatūras iedarbība var radīt apsaldējumus ne tikai tad, ja apkārtējā temperatūra ir zemāka par 0° , bet arī $+4^{\circ}$, $+8^{\circ}$ un pat augstākā, it īpaši, ja aukstums iedarbojas ilgstoši. Hroniska zemas temperatūras iedarbība var radīt perifērās nervu sistēmas slimības, saaukstēšanās slimības, kā arī hronisku slimību paasinājumus (piemēram, nieru un urīnceļu vai balsta–kustību sistēmas slimību paasinājumus).

GADĪJUMOS, KAD PERSONA TIEK PAKĻAUTA KARSTUMA IZRAISĪTAM STRESAM, DISKOMFORTA SITUĀCIJAS IR JĀNODALA NO TĀM SITUĀCIJĀM, KAS RADA RISKU PERSONU VESELĪBAI.

Elektromagnētisko starojumu iedala jonizējošā un nejonizējošā starojumā. Šos starojumus raksturo frekvence un viļņu garums. Jo īsāks viļņu garums, jo spēcīgāka starojuma bioloģiskā iedarbība.

ELEKTROMAGNĒTISKAIS STAROJUMS TIEK KLASIFICĒTS PĒC TĀ FREKVENČU SPEKTRA.

Starojums, kura frekvence ir augstāka par 10^{17} Hz, tiek saukts par jonizējošo starojumu. Starojumam un matērijai savstarpēji iedarbojoties, tiek izraisīta matērijas jonizācija. Tā tas notiek gadījumos ar rentgenstarojumu un γ -starojumu. Matērijas jonizāciju izraisa arī korpuskulārās α un β daļiņas un neitroni. Jonizējošais starojums spēj izraisīt dažādas lokalizācijas ļaundabīgos audzējus (atkarībā no jonizējošā starojuma avota), bet it īpaši asinsrades sistēmas audzējus (piemēram, leikozes), vairogdziedzera vēzi, plaušu vēzi u. c. Rentgenstarojumam nokļūstot acīs, var rasties katarakta.

Elektromagnētiskie viļņi ir elektromagnētiskās svārstības, kas izplatās telpā ar galīgu ātrumu $v \leq c$, kur c ir izplatīšanās ātrums vakuumā. Elektromagnētiskie viļņi pārnes mainīga elektromagnētiskā lauka enerģiju. Pēc frekvencēm vai viļņu garumiem elektromagnētisko starojumu iedala diapazonos:

- statiskie elektriskie un magnētiskie lauki (magnēti, līdzstrāvas elektriskie konduktori utt.);
- sevišķi zemas frekvences elektromagnētiskie viļņi. Frekvences intervāls sasniedz 3 kilohercus (maiņstrāvas elektrolīnijas);
- ļoti zemas frekvences elektromagnētiskie viļņi. Frekvences intervāls ir no 3 līdz 30 kiloherciem (dažas indukcijas metināšanas mašīnas);
- radiofrekvences (RF) elektromagnētiskie viļņi, kas savukārt tiek iedalīti zemfrekvences, garos, vidējos un īsos radioviļņos. Frekvences intervāls ir no 30 kiloherciem līdz 1000 miljoniem hercu (= 1 gigahercs) (radio un televīzijas viļņi, plastmasu metināšana);
- mikroviļņi (MV); elektromagnētiskie viļņi no 1 līdz 300 gigaherciem (mikroviļņu krāsnis, mobilie telefoni utt.);
- infrasarkanie stari (IS); elektromagnētiskie

tiskie viļņi no 300 gigaherciem līdz 385 teraherciem (1 terahercs = 1000 gigaherci) (infrasarkanās lampas, nokaitēti materiāli u. tml.);

- redzamā gaisma; elektromagnētiskie viļņi no 385 līdz 750 teraherciem (apgaismojums);
- nejonizējošie ultravioletie stari (UV); elektromagnētiskie viļņi no 750 līdz 3000 teraherciem (solāriju lampas, defektu atklāšanas lampas).

No normatīvo aktu viedokļa svarīgs ir optiskais starojums, kuru definē kā jebkuru elektromagnētisko starojumu ar viļņa garumu diapazonā no 100 mm līdz 1 mm. Ir šādi optiskā starojuma veidi:

- neviendabīgais starojums – jebkurš optiskais starojums, kas nav lāzera starojums:
 - ultravioletais starojums;
 - redzamais starojums;
 - infrasarkanais;
- lāzera starojums – optiskais starojums no lāzera ierīces, ar ko var radīt vai pastiprināt elektromagnētisko starojumu optiskā starojuma viļņa garuma diapazonā, galvenokārt izmantojot kontrolētu stimulētu izstarojumu.

Nejonizējošo starojumu iedarbība uz cilvēka veselību ir atkarīga no frekvenču joslas, kurā notiek darbība. Ultravioletais starojums var kaitīgi iedarboties uz ādu vai acīm, radot eritēmu vai konjunktivītu. Infrasarkanais starojums var bojāt acs tīkleni vai arī radīt acs lēcas apduļļošanas vai kaitējumu ādai. Mikroviļņiem piemīt liela sasilšanas spēja, kas var kaitīgi ietekmēt veselību. Statiskie elektriskie un magnētiskie lauki un sevišķi zemas frekvences elektromagnētiskie viļņi var radīt kaitīgu ietekmi uz nervu sistēmu un kardiovaskulāro sistēmu. Medicīniski nav pierādīts, vai sevišķi zemas frekvences elektromagnētiskais starojums var izraisīt saslimšanu ar vēzi. Lāzera darbības

pamatā ir stimulēta gaismas pastiprināšana, atbrīvojoties lāzera vides atomu un molekulu ierosināto stāvokļu enerģijai. Lāzera staru iedarbība uz organismu ir līdzīga redzamās gaismas, infrasarkanā un ultravioletā starojuma iedarbībai. Tomēr ir šā starojuma iedarbība ir daudz intensīvāka.

SEKAS

JONIZĒJOŠAIS STAROJUMS

IEDARBĪBA ĪSĀ LAIKA PERIODĀ:

šūnu bojājumi, apdegumi.

IEDARBĪBA ILGĀKĀ LAIKA PERIODĀ:

izraisa saslimšanu ar vēzi.

NEJONIZĒJOŠAIS STAROJUMS

REDZAMĀIS UN ULTRAVIOLETAIS

STAROJUMS: kaitējums ādai un acīm.

INFRASARKANAIS STAROJUMS:

kaitējums ādai un organismam

kopumā.

MIKROVIĻŅI, RADIOFREKVENCES UN

ĻOTI ZEMAS FREKVENCES STAROJUMS:

paaugstināta ķermeņa temperatūra;

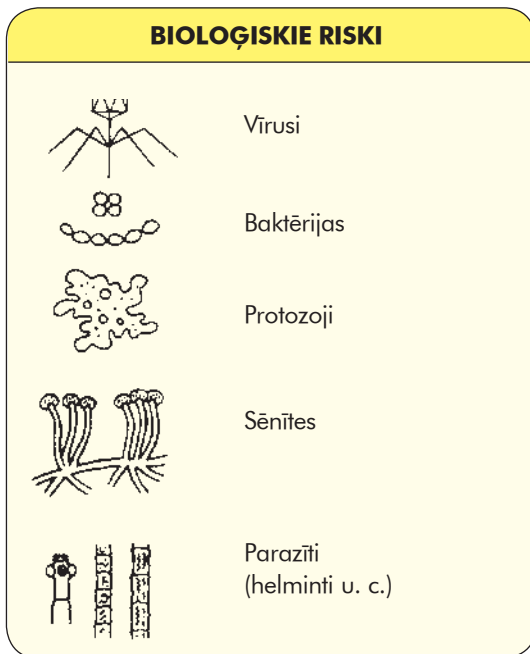
kaitējums dažādām organisma daļām.

Bioloģiskie riski

Bioloģiskie riski ir dzīvas būtnes, kas spēj nodarīt kaitējumu nodarbinātā veselībai. Runa ir par dzīviem organismiem ar noteiktu dzīves ciklu, kuri, iekļūstot cilvēka organismā, izraisa infekcijas slimības. Ja notikusi saslimšana, kad cilvēks inficējies no dzīvnieka, tādu saslimšanu sauc par zoonozi. Kā tipiskākie bioloģiskie darba vides riska faktori minami ērcu encefalīts un ērcu pārnēsātā Laima boreliozes, B un C hepatīts, HIV/AIDS, tuberkuloze u. c.

Bioloģiskos riskus pēc to īpašībām iedala piecās grupās.

BIOĻĒGISKIE RISKI IZRAISA INFEKCIJAS SLIMĪBAS.



Psiholoģiskie riski

Psihosociālie un organizatoriskie faktori darbavietā ir saistīti ar stresa attīstību, nepmierinātību ar darbu, kā arī ar sliktu veselību. Kā galvenās problēmas minamas:

- kvantitatīva pārpūle (piemēram, pārāk liels darba apjoms īsā laika posmā, garas virsstundas, nepietiekama atpūta, ja darbs bieži tiek veikts arī brīvdienās un netiek izmantots atvaļinājums, u. c.);
- kvalitatīva pārpūle (piemēram, darbs, kas saistīts ar atbildīgu lēmumu pieņemšanu, darbs, kas neatbilst nodarbinātā profesionālajai sagatavotībai un/vai izglītības līmenim);
- darba kontroles trūkums;
- sociālā atbalsta trūkums;
- sociālo garantiju trūkums (darbs bez

darba līguma, negarantēts atalgojums u. c.).

Ergonomiskie riski

Pie būtiskākajiem ergonomiskajiem darba vides riska faktoriem minamas vienveidīgas kustības, kas veiktas ātrā tempā, darbs piespiedu pozā un smagumu pārvietošana.

Veicot vienveidīgas kustības, veselības traucējumu attīstība lielā mērā ir atkarīga arī no kustību daudzuma, ērtuma un amplitūdas, kas jāveic (piemēram, priekšmeta nešana izstieptās rokās, pacelšana, kas jāveic saliecoties vai pagriežoties). Vienveidīgas kustības, kas tiek veiktas ātrā tempā, rada slodzi rokām, pleciem, muguras augšējai daļai, kā arī rada psihoemocionālu spriedzi.

Piespiedu darba pozas iespējamās vairākas – sēdus, stāvus, ejot, guļus, tupus, noliecoties, stiepjoties. Tās var ietekmēt:

- kakla–plecu joslu (piemēram, noliekta galva, ja jāveic detaļu salikšanas darbi uz galda, atgāzta galva, ja darbs saistīts ar skatīšanos augšup, vai galva pagriezta uz sāniem u. c.);
- elkoņus–plaukstas (piemēram, “spēka poza” – darbs ar āmuru – un “precizitātes poza” – smalki koka detaļu restaurācijas, krāsošanas darbi, kokgrebumu veidošana u. c.);
- muguru (piemēram, darbs pie konveijera, veicot kvalitātes kontroli, ja krēslu nav iespējams noregulēt tā, lai varētu labi pārredzēt darba zonu, tāpēc nodarbinātais strādā sēdus stāvoklī bez muguras atbalsta);
- gūžu–kāju daļu (piemēram, darbs stāvus, – darbs pie garināšanas darbgalda, kur mehāniski jāpadod dēļi visu darba laiku).

Smagus priekšmetus iespējams pārvietot gan tieši, gan arī ar palīgierīču palīdzību. Smagumu pārvietošanas rezultātā iespējams gūt traumas. Galvenokārt pastāv risks savainot balsta–kustību aparātu, it īpaši muguru jostas–krustu rajonā. Smaguma pārvietošanu būtiski ietekmē tādi blakus apstākļi kā pārnēsājamās lietas/priekšmeta īpatnības, piemēram, gatavā produkcija var būt neērta (pārāk liela, smaga, grūti satverama, nestabila u. c.).

Risku identifikācija

Par vienu no darba higiēnas funkcijām jāuzskata darba vides riska faktoru identifikācija. Gadījumos, kad zināmi darba vides riski, to identifikācija ir vienkāršāka. Tomēr reizēm (lai gan tam tā nevajadzētu būt) par tiem nav pietiekamas informācijas. Šādos gadījumos un gadījumos, kad risks rodas, piemēram, ķīmisko vielu sintēzes procesā, identifikāciju veikt būs daudz sarežģītāk. Piemēram, ķīmisko risku identifikācijas gadījumā vispirms nepieciešams izanalizēt visas iespējamās kaitīgās vielas, kas varētu veidoties tehnoloģiskā procesa gaitā.

Lai veiktu pareizu risku identifikāciju, ir svarīgi būt informētiem par veicamo operāciju. Ja darba aizsardzības speciālists to pārzina (tas ir atkarīgs arī no viņa pieredzes), problēmas risinājums var izrādīties daudz vienkāršāks.

PIRMAIS SOLIS DARBA HIGIĒNAS JOMĀ IR RISKA FAKTORU IDENTIFIKĀCIJA.

Ekspozīcijas mērīšana

Lai noteiktu riska faktoru klātbūtni darba vidē un novērtētu tos kvantitatīvi, nepieciešami laboratoriskie mērījumi. Fizikālo faktoru (trokšņa, vibrācijas, dažādu sta-

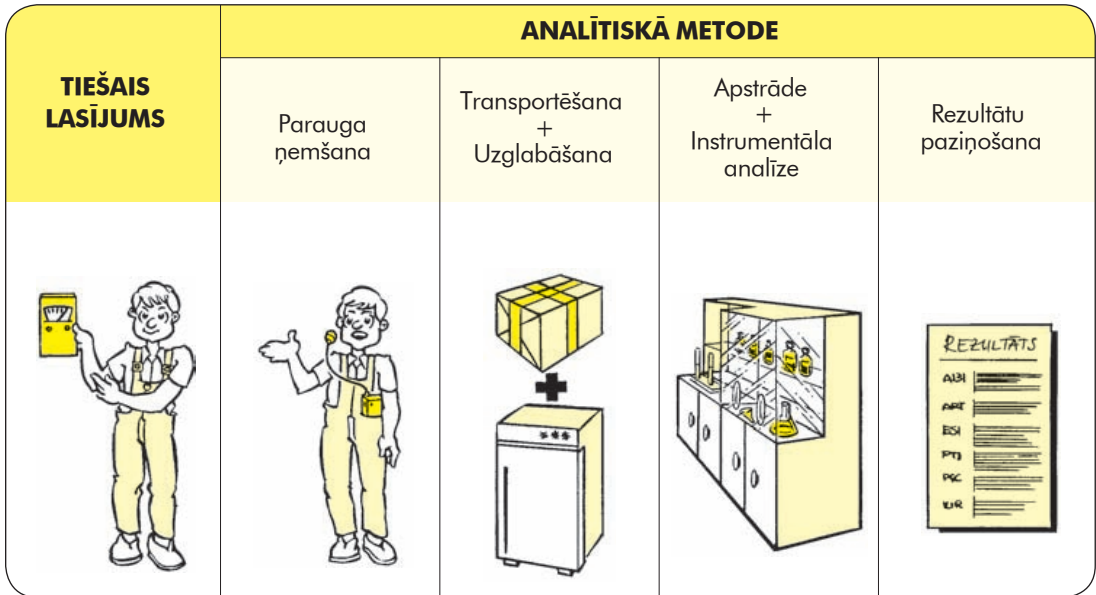
rojuma veidu u. tml.) parametrus parasti nosaka ar tiešiem mērījumiem (mērījumu rezultātus uzreiz uzrāda attiecīgā aparatūra). Sarežģītāk ir izmērīt ķīmiskos faktorus. Ķīmisko faktoru mērījumiem tiek lietoti īpaši mēraparāti (detektori) vielu koncentrācijas noteikšanai mērīšanas vietā. Visbiežāk tomēr tiek izmantota analītiskā metode, kas sastāv no paraugu ņemšanas un vēlākas to analīzes laboratorijā. Līdzīgi nosaka arī bioloģiskos riskus.

ĶĪMISKO RISKU MĒRĪŠANAI GAISĀ TIEK IZMANTOTAS ĶĪMISKĀS ANALĪZES METODES.

Tiešā lasījuma instrumentiem un monitoriem, kā arī analītiskajām metodēm, ir jāgarantē to precizitātes atbilstība noteiktām prasībām. Tāpēc jāveic regulāra izmantoto mēraparātu pārbaude.

Par iespējamo veselības kaitējumu nodarbinātajam var spriest, salīdzinot mērījumos iegūtos datus un ekspozīcijas ilgumu ar normatīvajos aktos noteiktajām robežvērtībām (piemēram, ķīmisko vielu aroda ekspozīcijas robežvērtībām darba vides gaisā). Papildus jāievēro:

- rezultātam ir jābūt ticamam. Tas nozīmē, ka riskiem un to daudzumam patiešām ir jāatbilst tam, ko nodarbinātais saņem vai ieelpo darba dienas laikā vai ilgākā laika posmā. Būtiska nozīme ir ekspozīcijas ilgumam;
- jāatceras, ka ķīmisko risku mērījumi gaisā ļauj noteikt elpošanas ceļā uzņemto koncentrāciju. Tāpēc jāpārlicinās, vai pētāmais ķīmiskais aģents nevar iekļūt organismā citā veidā. Piemēram, organiskie šķīdinātāji organismā var uzsūkties arī caur nebojātu ādu;
- noskaidrojot, ka ķīmiskie faktori iekļuvuši organismā pa elpošanas ce-



Iem, jāveic nepieciešamie preventīvie pasākumi, kā arī jāizvērtē strādājošā piemērotība šim darbam. Mikroklimatiskie parametri darba vidē, kā arī fiziskā darba slodze, būtiski ietekmē nodarbinātā elpošanas ritmu. Tādējādi tiek radīti apstākļi kaitīgās ķīmiskās vielas ātrākai iekļūšanai organismā lielākā koncentrācijā;

- arī citi faktori, tādi kā individuāli uzvedības vai ēšanas paradumi, kaitīgie ieradumi (piemēram, smēķēšana, alkohola lietošana u. c.), personas dzīvesvieta u. c., tāpat var ietekmēt uzņemto kaitīgo vielu koncentrāciju un tālāku akumulāciju organismā.

ĶĪMISKO VIELU KONCENTRĀCIJAS NOTEIKŠANA DARBA VIDĒ ĻAUJ PRECĪZI IZVĒRTĒT NODARBINĀTO PAKĻAUTĪBU KAITĪGO FAKTORU IETEKMEI.

Risku novērtēšana

Pēc ekspozīcijas mērījumu veikšanas notiek risku novērtēšana. Iegūtie rezultāti tiek salīdzināti ar normatīvajiem lielumiem. Parasti runā par aroda ekspozīcijas robežvērtībām vai citiem normatīviem lielumiem (trokšņa ekspozīcijas robežvērtības, standartizētā astoņu stundu atskaites perioda dienas ekspozīcijas robežvērtība plaukstas–rokas un visa ķermeņa vibrācijai, saņemtā jonizējošā starojuma doza u. tml.). Teorētiskā darba higiēna šajā sakarā veic pētījumus, lai iegūtu attiecīgos novērtēšanas kritērijus, balstoties uz laboratorisko mērījumu rezultātiem, kā arī uz iepriekš iegūtām likumsakarībām par iespējamo kaitējumu nodarbinātā veselībai.

NOVĒRTĒŠANA, KAS IR VEIKTA, IZMANTOJOT ATBILSTOŠUS NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJUS, UZRĀDA RISKĀ PAKĀPI, KAS JĀŅEM VĒRĀ, NOSAKOT VEICAMOS PASĀKUMUS UN TO IZPILDES TERMIŅUS.

Darba apstākļu un darba vides uzlabošana

Ja pēc veiktās novērtēšanas konstatēts, ka pastāv augsta riska pakāpe, ir jāveic preventīvie pasākumi darba vides un darba apstākļu uzlabošanai. Galvenā vērība jāpievērš kaitīgā faktora novēršanas vai samazināšanas procedūrām, darba vides atveseļošanai un nodarbinātā veselības aizsardzībai.

Šo preventīvo un tehnisko pasākumu mērķis ir veicināt nodarbināto veselību un drošību darbā, samazinot kaitīgo faktoru

koncentrācijas vai līmeņus, kā arī ekspozīcijas laiku bīstamā vidē. Tomēr jāatceras, ka pasākumi, ko iespējams veikt, ir ļoti dažādi. Gadījumos, kad kaitīgo faktoru nav iespējams novērst vai samazināt, lietojot tehniskus paņēmienus, lietderīgi ir aizsargāt nodarbinātos, izsniedzot individuālos aizsardzības līdzekļus.

DAUDZOS GADĪJUMOS LIETDERĪGĀK IR VEIKT DARBA VIDES VAI APSTĀKĻU UZLABOŠANAS PASĀKUMUS, NEVEICOT LABORATORISKOS MĒRĪJUMUS.

2

ĶĪMISKĀS VIELAS UN MAISIJUMI

IEVADS

Ikvienu ķīmiskā viela spēj cilvēka organismā izraisīt traucējumus, ja tā tiek absorbēta (uzņemta) pietiekamā daudzumā. Protams, dažas vielas ir mazāk toksiskas par citām. Šādā gadījumā kaitējuma nodarīšanai ir nepieciešams lielāks vielas daudzums.

Organismā uzņemtās vielas daudzumu sauc par **devu**.

Ja kāds noteikts pulvera veida savienojums tiek saukts par **inertu**, ar to ir domāts, ka veselības traucējumu izraisīšanai ir nepieciešama liela šā savienojuma deva, bet tas nenozīmē, kas šis savienojums nav **toksisks**.

Vielas absorbcija organismā ir solis uz tās nokļūšanu asinīs. Ar terminu "dermālā absorbcija" saprot atsevišķu vielu spēju izkļūt cauri veselai, nebojātai ādai un nonākt asinsrites sistēmā.

Kaitējums, ko toksiska viela nodara organismam, ir atkarīgs no devas, bet tāpat arī no laika ilguma, kurā šī deva tiek uzņemta.

Atkarībā no šiem diviem faktoriem saindēšanos mēdz iedalīt akūtās vai hroniskās intoksikācijās.

Smagām akūtām intoksikācijām ir raksturīga lielu devu absorbcija organismā īsā laika periodā (maksimums 24 stundas). Darba vidē šādas situācijas var izveidoties nelaimes gadījumu laikā (ķīmisko vielu noplūdes, vielu izlīšana u. c.), vai tīrīšanas, tehniskās apkopes un līdzīgu operāciju laikā.

Hroniskas intoksikācijas rodas, ja indivīds kādā savas dzīves posmā atkārtoti uzņem nelielas toksiskas vielas devas un ja tās nonāk organismā ar īsu laika intervāla atstarpi (darba diena vai daļa no tās).

Darba vide ir uzskatāma par vienu no tām vietām, kur ķīmisku vielu iedarbība ir iespējama ļoti bieži. Šo ķīmisko vielu iedarbības intensitāte nav bīstama īsā laika posmā, bet nodara kaitējumu, ja ekspozīcija atkārtojas diendienā gadiem ilgi. Jāņem vērā arī tas apstāklis, ka šāda veida intoksikācijās kaitējuma izpausmes var parādīties tikai pēc ilgāka laika posma. Toksikoloģijas nozarē mēdz runāt arī par subakūtām, daļēji smagām intoksikācijām. Subakūta intoksikācija, vērtējot pēc devas uzņemšanas ilguma, atrodas starp smagu akūtu un hronisku intoksikāciju.

Atsevišķas toksiskas vielas laika gaitā **uzkrājas** organismā, jo tās no organisma tiek izvadītas mazākā apjomā, nekā tiek absorbētas. Šīs vielas uzkrājas t. s. mērķ-orgānos (piemēram, aknās, nierēs). Kad vielas koncentrācija kādā no organisma daļām sasniedz noteiktu līmeni, parādās slimības simptomi (piemēram, hroniska saindēšanās ar svīnu). Bieži simptomi pastāv arī tad, ja kaitīgā faktora iedarbības vairs nav, bet attiecīgā ķīmiskā viela turpina izdalīties no organisma.

Kā jau minēts iepriekš, lai ķīmiska viela nodarītu kaitējumu, organismam tā ir jā-absorbē, tas ir, šai vielai no ārējās vides ir jānokļūst ķermeņa orgānos un audos. Šis apgalvojums neattiecas uz kodīgiem un korozīviem savienojumiem, kas var nodarīt kaitējumu tiešā kontaktā ar organismu, iznīcinot organisma audus (piemēram, skābju iedarbība uz ādu vai acīm). Šāda veida kaitējums parasti izpaužas pēkšņi, nevis ilgākā laika periodā.

ĶĪMISKO VIELU IEKĻŪŠANAS CEĻI ORGANISMĀ

Darba vidē ķīmiskās vielas organisms var uzņemt četros dažādos veidos:

- elpošanas ceļi (ieelpošana);
- dermālais ceļš (uzsūcoties caur ādu);
- digestīvais ceļš (caur gremošanas traktu);
- parenterālais ceļš (caur brūci vai injekciju veidā).

Dažas ķīmiskās vielas caur placentāro barjeru var uzsūkties augļa organismā, ja māte darba vidē saskaras ar šādām vielām. Savukārt daļa ķīmisko vielu ar mātes pienu var nokļūt zīdaiņa organismā, ja sieviete baro bērnu ar krūti. Minēto iemeslu dēļ abām šo sieviešu grupām Latvijas Republikas normatīvajos aktos ir noteikta īpaša aizsardzība, ja darbs tiek veikts ar ķīmiskajām vielām.

MK noteikumu Nr. 660 "Darba vides iekšējās uzraudzības kārtība" 3. pielikumā minēti darba vides faktori, kuriem aizliegts pakļaut grūtnieces:

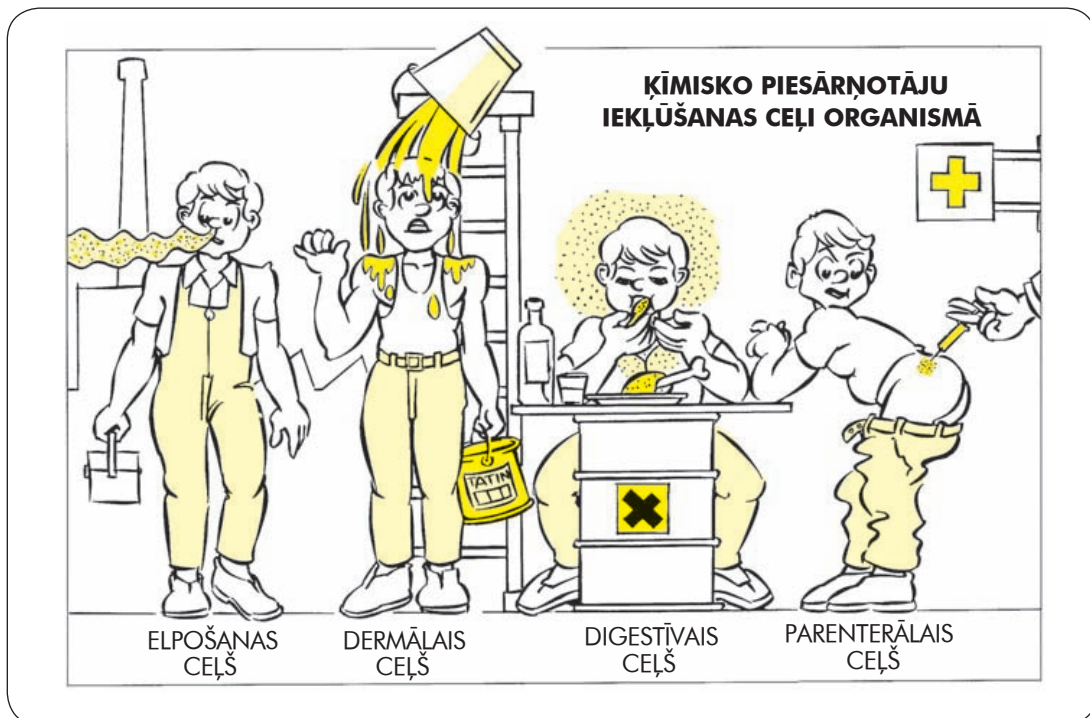
- svins un tā savienojumi tiktāl, cik tos ir spējīgs absorbēt cilvēka organisms;
- arsēns un tā savienojumi;
- fosfors un tā savienojumi.

Šajā pašā normatīvajā aktā minēti arī tie darba vides ķīmiskie faktori, kuriem aizliegts pakļaut sievietes, kas baro bērnu ar krūti:

- svins un tā savienojumi tiktāl, cik tos ir spējīgs absorbēt cilvēka organisms;
- berilijs un tā savienojumi;
- kadmiji un tā savienojumi.

Papildus tam MK noteikumu Nr. 660 "Darba vides iekšējās uzraudzības kārtība" 2. pielikumā norādīti arī citi ķīmiskie faktori, kas grūtniecēm un sievietēm, kuras baro bērnu ar krūti, var radīt risku drošībai un veselībai:

- vielas ar riska frāzēm R40, R45, R46 un R47 (norādītas ķīmisko vielu un maisījumu drošības datu lapās un marķējumā uz iepakojuma);
- auramīns, policikliskie aromātiskie ogļūdeņraži;
- dzīvsudrabs un dzīvsudrabu saturošas vielas;
- antimiotiskas vielas;
- oglekļa monoksīds;
- ķīmiskās vielas ar zināmu un bīstamu absorbcijas spēju caur ādu.



Elpošanas ceļš

Raugoties no darba higiēnas viedokļa, ieelpošana ir pats svarīgākais vielu iekļūšanas ceļš organismā.

Lai indivīds saņemtu darba veikšanai nepieciešamo enerģiju, viņam ir nepieciešams skābeklis.

Lai saņemtu skābekli, indivīds caur degunu vai muti ieelpo apkārt esošo gaisu, tālāk to novadot uz plaušām. Plaušu iekšienē atrodas plaušu alveolas – nelieli, ļoti plāni gaisa caurlaidīgi maisiņi. Alveolām tiešā veidā saskaroties ar apkārt riņķojošajām asinīm, skābeklis no gaisa nokļūst asinīs, bet asiņu transportētais oglekļa dioksīds nokļūst alveolās un no jauna caur degunu vai muti tiek izvadīts ārā.

Organismā ar ieelpojamo gaisa plūsmu var tikt ievadīta jebkura ķīmiska viela, kas atrodas gāzes, tvaiku, dūmu, putekļu, šķiedru u. c. stāvoklī. Atkarībā no šo vielu daļiņu

lieluma un formas, tās elpošanas aparātu veidojošajos kanālos spēs nokļūt seklāk vai dziļāk. Tādējādi gāzes un ļoti sīkas putekļu vai dūmu daļiņas var nokļūt asinīs līdzīgā veidā kā skābeklis.

Daļu putekļu pie ieejas degunā aiztur matiņi, daļa nosēžas uz izlocīto deguna eju mitrās gļotādas, citas putekļu daļiņas tiek aizturētas rīkles un balsenes gļotādā. Deguna gļotāda ne vien aiztur putekļu daļiņas, bet, pateicoties savām baktericīdajām īpašībām, arī nonāvē baktērijas. Daudzas no šīm daļiņām tiks no jauna izvadītas ārā, cilvēkam šķaudot, vai līdz ar siekalu un gļotu izdalījumiem norītas. Vēl citas, pietiekami mazas vai aerodinamiski spējīgas daļiņas, nonāks līdz alveolām, bet, nevarēdamas nokļūt asinīs, tiks tur aizkavētas, tādējādi ilgākā laika posmā kļūstot par cēloni dažādām hroniskām elpošanas ceļu slimībām.

Biežākā elpceļu slimība, kas var attīstīties, strādājot puteklainā darba vidē, ir

putekļu bronhīts – hroniska elpceļu sasilšana, kuru izraisa putekļu ieelpošana un kuras gaitu pasliktina arī dažādi citi aroda un vispārēja rakstura faktori, piemēram, nelabvēlīgs mikroklimats (zema gaisa temperatūra, caurvējš, mitrums, kairinošas ķīmiskās gāzes, pārciestas elpceļu slimības, aktīva un pasīva smēķēšana u. c.). Cietkokšnes putekļi (piemēram, ozols, dižskābardis u. c.) spēj izraisīt deguna dobuma un deguna blakusdobumu ļaundabīgos audzējus.

Ja nodarbinātais ieelpo ķīmiskās vielas, tās spēj uzsūkties caur elpceļu gļotādu visā to garumā, turklāt to uzsūkšanās galvenā vieta ir plaušu alveolas. Saindēšanās caur elpceļiem ir visbīstamākā, jo ķīmisko vielu gāzes un tvaiki caur alveolu sieniņu difūzijas ceļā nonāk tieši asinīs, apejot aknas, kuras darbojas kā mehāniskā un bioķīmiskā barjera. Tālāk toksiskās vielas ar asinīm tiek aiznestas uz citiem orgāniem, kuros nodara kaitējumu. Tādējādi kaitīgais efekts var izpausties ne tikai vielas uzņemšanas vietā, bet arī citos orgānos vai orgānu sistēmās. Līdzīga situācija novērojama, ja tiek ieelpoti šķīstoši putekļi (piemēram, mangāns no metināšanas aerosola var nokļūt centrālajā nervu sistēmā). Jebkurā no šīm situācijām var notikt dažāda veida kaitējumi veselībai, sākot no vienkāršiem deguna vai rīkles gļotādas iekaisumiem, līdz neatgriežama kaitējuma nodarīšanai.

Dermālais ceļš

Ķīmiskās vielas, kas nonāk saskarē ar ādu, var izkļūt tai cauri (citas vieglāk, citas ne tik viegli) un nonākt asinīs, ar to palīdzību izplatoties pa visu ķermeni.

Tas, cik viegli kāda viela uzsūcas caur ādu, pārsvarā ir atkarīgs no vielas ķīmiskajām īpašībām (galvenokārt – no tās spējas šķīst ūdenī vai taukos) un no ādas stāvokļa. Caur nebojātu ādu labi uzsūcas tau-

kos šķīstošas vielas, piemēram, tādi spirti kā etilspirts, izopropilspirts vai aromātiskie ogļūdeņraži, tādi kā benzols, toluols.

DRĒBES, KAS IR PIESŪCINĀTAS AR KĀDU ĶĪMISKU VIELU, VAR IZRAISĪT ORGANISMA INTOKSIKĀCIJU DERMĀLĀ CEĻĀ.

Tā, piemēram, āda, kuras epiderma (ādas virsējā kārtā) nav vesela un kurā ir izveidojušās kāda tīrīšanas līdzekļa izraisītas erozijas (kas radušās, lietojot šo produktu darbā vai mājāsaimniecībā), ir daudz neizturīgāka pret toksiskās vielas uzsūkšanos, tāpēc darba vidē nav ieteicams nodrošināt roku mazgāšanu ar attaukojošiem līdzekļiem un līdzekļiem, kas satur virsmas aktīvās vielas.

Toksiskās vielas izplatīšanos organismā veicina perifēro asiņu cirkulācijas intensitāte, kuras paaugstināšanos var izraisīt vides temperatūra un fiziskā darba slodze.

Digestīvais ceļš

Ķīmisko vielu norīšana darbā parasti notiek neviļus, un tā gandrīz vienmēr ir saistīta ar tādiem nehigiēniskiem paradumiem kā smēķēšana, ēšana vai dzeršana darba vietā. Kopumā šis iekļūšanas ceļš organismā nav nozīmīgs, bet noteiktos gadījumos tas ir jāņem vērā. Piemēram, ja indivīda un vielas kontakts ir ilgstošs un viela atrodas pulvera stāvoklī. Organisma absorbētā ķīmisko vielu deva šādās situācijās var paaugstināties sakarā ar to, ka toksiskā viela tiek ieņemta digestīvā ceļā. Tāpēc ir ļoti svarīgi, lai darba vietā, kur darbs tiek veikts ar ķīmiskajām vielām un maisījumiem, netiktu uzglabāti trauki brīvā veidā, kā arī ēdiens un dzēriens, turklāt lai vienmēr pirms ēšanas un dzeršanas, kā arī smēķēšanas, nodarbinātie nomazgātu rokas un ķīmiskās vielas, kas uz tām atrodas, nenokļūtu uz ci-

garetes vai ēdiena, kas tiek ņemts ar rokām (piemēram, maizītēm). Smēķēšanas gadījumā jāatceras, ka pirms ieelpošanas tās vielas, kas sākotnēji bijušas uz rokām, bet pēc tam nokļuvušas uz cigaretēs, sadeg, veidojot citas vielas, līdz ar to smēķētājs tiek pakļauts vēl citu vielu papildu iedarbībai, turklāt lielākajā daļā gadījumu šīs vielas nav precīzi zināmas. Līdz ar to personīgās higiēnas ievērošana, tāpat kā smēķēšanas, ēšanas un dzeršanas aizliegums darba vietās, samazina kaifīgo vielu iekļūšanu organismā šādā ceļā.

Vielu absorbciju kuņģa zarnu traktā ietekmē gremošanas sistēmas vide (vielas var reaģēt ar skābo kuņģa sulu un sadalīties gremošanas enzīmu iedarbības rezultātā). Pēc absorbcijas ķīmiskās vielas no kuņģa zarnu trakta nonāk aknās, kur tās tiek aizturētas, iespēju robežās atindētas, daļēji izvadītas ar žulti, daļēji neitralizētas.

Parenterālais ceļš

Šis iekļūšanas ceļš ir jāņem vērā, ja ievainota āda, vai gadījumos, ja iespējama tieša toksiskas vielas iekļūšana organismā caur brūci.

Pārsvārā vielas organismā šādi iekļūst negadījuma veidā. Tam ir jāpievērš uzmanība, ja darbā regulāri tiek izmantoti asi objekti (piemēram, adatas veselības un sociālajā aprūpē un laboratorijās).

Nemot vērā to, ka šīm ķīmisko vielu iekļūšanas veidam ir negadījuma vai nejaušības raksturs, ekspozīcijas novērtēšana vidējā vai ilgākā laika periodā zaudē savu nozīmi.

Iepriekš minētajām situācijām ir jāpievērš sevišķa uzmanība, jo ir iespējama toksiskās vielas iekļūšana asinsritē tiešā ceļā bez jebkādam barjerām, kas to aizkavētu.

ĶĪMISKO VIELU IZRAISĪTĀS SEKAS

SEKU VEIDS		ĶĪMISKĀ VIELA
PNEIMOKONIOZES		Silīcija dioksīds. Azbests. Kokvilnas putekļi.
KAIRINOŠAS VIELAS	Augšējie elpceļi	Sērskābe. Slāpekļskābe. Sālsskābe. Nātrija hidroksīds. Formaldehīds.
	Augšējie elpceļi un plaušu audi	Ozons. Hlors. Slāpekļa dioksīds. Etilēnsulfīds. Fosgēns.
SMACĒJOŠAS VIELAS	Gāzes	Oglekļa dioksīds. Butāns. Slāpekļis.
	Ķīmiski reaģējošas	Oglekļa monoksīds. Sērūdeņradis. Cīānuūdeņražskābe.
ANESTĒZIJAS LĪDZEKĻI UN NARKOTIKAS		Toluols. Ksiloli. Acetons. Etanols. Propāns. Izobutanols. Etilēteris. Trihloretilēns.
SENSIBILIZATORI / ALERGĒNI		Izocianāti. Augu šķiedras. Formaldehīds. Koksnes putekļi. Aromātiskie amīni.
KANCEROGĒNI		Benzols. Vinilhlorīds. Azbests. Benzidīns un tā produkti. Kadmījs un tā savienojumi. Berīlijs.
SISTĒMISKĀS TOKSISKĀS VIELAS	Centrālā nervu sistēma	Metilspirts. Dzīvsudrabs. Magnēzijs. Sērogleklis.
	Nieres	Kadmījs un tā savienojumi. Mangāns un tā savienojumi. Svins un savienojumi.
	Aknas	Hloroforms. Nitrozamīni.
KODĪGAS VIELAS		Skābes Sārmi

Ķīmisko vielu izraisītā kaitīgā ietekme uz veselību var izpausties ļoti dažādos veidos. Toksiskās vielas ir iespējams klasificēt pēc to iedarbības, kā tas tiek norādīts tabulā.

Šī klasifikācija norāda būtiskās ķīmisko vielu izraisītās sekas organismā un ķīmiskās vielas, kas tās spēj izraisīt. Ir jāņem vērā daudzu savienojumu spēja iedarboties uz organismu vairākos veidos.

KAITĪGO VIELU IZRAISĪTĀS SEKAS

Kairinošas vielas ir produkti, kas spēj izraisīt iekaisumu audos, uz kuriem tie iedarbojas. Lai gan pastāv arī dermālie kairinātāji, šeit mēs pārsvarā runājam par tiem kairinātājiem, kas ieelpojot izraisa elpošanas ceļu iekaisumus.

Savienojumi, kas viegli šķīst ūdenī, nodara kaitējumu augšējo elpošanas ceļu iekšējiem audiem (piemēram, sālsskābe), bet savienojumi, kas ir maz vai ļoti maz šķīstoši, papildus šai iedarbībai var sabojāt plaušu audus (piemēram, slāpekļa oksīdi).

Smacējošas vielas ir tās, kas spēj pārtraukt vai apgrūtināt skābekļa piegādi šūnām.

Smacējošas vielas savukārt iedalās **vienkāršās smacējošās gāzēs** un **ķīmiski reaģējošās smacējošās vielās**.

Pirmo iedarbība notiek, šīm vielām ar savu klātbūtni izspiežot skābekli. Otrās veido ķīmiskas reakcijas, izmainot to molekulu sastāvu, kas ar asiņu palīdzību novada skābekli līdz šūnām.

PIESĀRŅOTĀJU IZRAISĪTĀS SEKAS



SENSIBILIZATORI



NARKOTIKAS

Oglekļa dioksīds ir vienkārša smacējoša viela, kas neiedarbojas uz organisma ķīmiski, bet pie augstas koncentrācijas izspiež dzīvībai nepieciešamo skābekli. Oglekļa monoksīds pārveido hemoglobīnu (molekula, kas transportē skābekli asinīs) karboksilhemoglobīnā, papildus izraisot skābekļa deficītu šūnās.

Anestēzijas līdzekļi vai **narkotikas** ir savienojumi, kas iedarbojas uz centrālo nervu sistēmu, ierobežojot smadzeņu aktivitāti. Pārsvārā tās ir taukos šķīstošas vielas, un to iedarbību atvieglo apstākļi, ka daļu no smadzenēm veido taukaudi. Vispazīstamākās šā veida vielas ir organiskie šķīdinātāji (piemēram, lakbenzīns, vaišpirts), kas tiek plaši izmantoti rūpniecībā. Šo vielu iedarbība ir īpaši smaga gadījumos, kad iedarbību papildina tādi individuāli ieradumi kā alkohola lietošana, jo abas šīs vielas iedarbojas sinerģiski (darbā izmantotā produkta iedarbība summējas ar alkoholisko dzērienu sastāvā esošā etilspirta iedarbību).

Sensibilizatori (alerģēni) atsevišķiem indivīdiem, kas atrodas to pakļautībā, izraisa alerģiskas reakcijas, kas var izpausties kā ādas (dermāli) bojājumi vai elpošanas traucējumi. Šo personu organisms (imūnsistēma) iedarbina aizsardzības sistēmas, kas cīnās pret šīm vielām, kurām var būt kaitīga sekundāra iedarbība. Šāda veida iedarbības piemērs ir ādas pūžņošana vai astmas lēkmes.

Visbīstamākie ir alerģēni, kas izraisa elpošanas orgānu sensibilizāciju, piemēram, izocianātu grupas savienojumi, ko izmanto porolona, putuplasta izolācijas materiālu, krāsu u. c. ražošanā. Izocianāti var izdalīties arī gadījumos, kad šīs krāsas tiek izmantotas (piemēram, veicot autokrāsošanas darbus).

Šo produktu iedarbības smagumu pastiprina tas, ka praktiski nepastāv drošs koncentrācijas līmenis, pie kāda ar tiem

varētu strādāt, jo atsevišķiem indivīdiem šie produkti var nodarīt kaitējumu arī ļoti zemās koncentrācijās. Jūtīgiem cilvēkiem vienīgais iespējama preventīvais risinājums ir izvairīties no kontakta ar šiem savienojumiem (piemēram, medicīnas māšai, kurai attīstījusies ādas alerģija uz dabīgā lateksa cimdziem, iespējams lietot cita materiāla cimdus). Praksē tas bieži nozīme darba vietas maiņu (piemēram, gadījumos, ja frizierim attīstās bronhiālā astma pret matu lakām, krāsām vai balināšanas līdzekļiem).

ARĪ ĻOTI ZEMAS SENSIBILIZATORU KONCENTRĀCIJAS VAR IZRAISĪT ALERĢISKAS REAKCIJAS.

Kancerogēni ir vielas, kas var veicināt ļaundabīgo audzēju veidošanos. Ar nosaukumu "ļaundabīgais audzējs" saprot plašu slimību grupu, kuru raksturīgā īpašība ir nekontrolēta audu augšana un izplatīšanās. Mūsu organisma ikdienā veiktās darbības kontrolē šūnu nukleīnskābes (dezoksiribonukleīnskābe – DNS). Ja šajā šūnas kodolā esošās DNS sastāvā rodas izmaiņas, organismā var rasties traucējumi, kas izraisa audzēju. Līdzās daudziem citiem iemesliem DNS sastāva izmaiņas var izraisīt dažādu ķīmiska savienojumu iedarbība.

Šobrīd ir zināmi gan tādi savienojumi, par kuriem ir iegūti pietiekami pierādījumi, ka tie spēj izraisīt ļaundabīgos audzējus, gan citi, par kuru varbūtējo kancerogēno raksturu pastāv pamatotas aizdomas.

Ja organismā radītie traucējumi ir pārmantoti, tad šīs vielas sauc par **mutagēniem**, bet iedzimtu patoloģiju gadījumā – par **teratogēniem**.

Pneimokoniozi izraisošie savienojumi ir plaša putekļu aerosolu grupa, kas izraisa slimību, putekļiem uzkrājoties plaušās un audiem reaģējot uz tiem.

Atkarībā no izraisītāja pastāv vairākas

pneimokoniozes veida slimības, tādās kā **sideroze**, kuru izraisa dzelzs, vai **alumi-noze**, kuru izraisa alumīnijs.

Visbīstamākā un izplatītākā ir **silikoze**, kuru izraisa brīvā kristālveida silīcija dioksīda daļiņas, vai **azbestoze**, kuru izraisa azbesta šķiedras.

Ja organisma izvadīšanas mehānismi darbojas nepietiekami, šo savienojumu uzkrāšanās plaušās izraisa elpošanas traucējumus sakarā ar plaušu audu elastības mazināšanos.

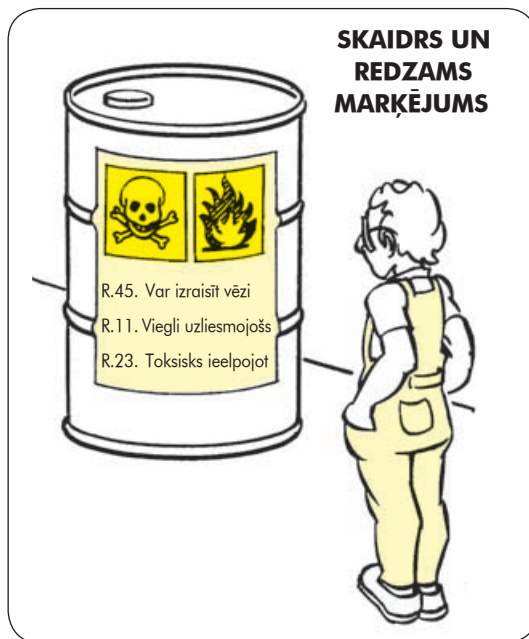
Par **kodīgām vielām** sauc savienojumus, kas saskaroties izraisa audu ķīmisku bojājumu. Vispazīstamākie šāda veida savienojumi ir skābes. Raugoties no preventīvā viedokļa, ja korozīvas iedarbības savienojums nonāk kontaktā ar ādu, tam parasti ir nejausības raksturs, bet ieelpojot šie savienojumi iedarbojas kā spēcīgi kairinātāji.

Industriālās higiēnas nozarē par **sistēmiskām toksiskām vielām** tiek dēvētas tās vielas, kas iedarbojas uz noteiktām organisma sistēmām vai orgāniem. Sistēmiskuma koncepcija pamatojas uz toksiskās vielas kaitīgo iedarbību neatkarīgi no šo vielu iekļūšanas ceļa organismā.

Kaitīgās vielas noteikšana

Darba vietas izpētē no higiēnas viedokļa mērķis ir noskaidrot iespējamo darba vides riska faktoru daudzumu un raksturu. Vispirms ir jānoskaidro, kāda viela (vai vielas) tiek lietotas tehnoloģiskos procesos vai veidojas darba procesa gaitā.

Pirmais solis ir noskaidrot izejmateriālu ķīmiskos nosaukumus. Bieži ir zināms komerciālais nosaukums, bet tas mums neatklāj vielas raksturu. Attiecībā uz izejmateriāliem ir ārkārtīgi būtiski, lai eksistētu pareizs informatīvs marķējums, kas atbilstu spēkā esošajām normatīvo aktu prasībām par bīstamu vielu klasifikāciju, iepakojumu



un marķējumu. Šis marķējums ir jānodrošina izejvielu piegādātājam. Tomēr tās nav vienīgās vielas, kas var atrasties darba vidē, tāpēc mums ir jāiepazīstas arī ar procesa gala produktiem un iespējamajiem starpproduktiem. Šajā nolūkā mums jāiepazīst tehnoloģiskais process un dažādās operācijas, no kurām tas sastāv, kā arī minētā procesa fizikāli ķīmiskās īpašības.

Pamatojoties uz teorētiskām zināšanām par procesu un uzmanīgiem tā vērojumiem, mēs varam noteikt ķīmisko vielu emisijas vietas, tas ir, tos punktus, caur kuriem ķīmiskās vielas izplatās vidē, tādējādi radot iespēju nodarbinātājiem tās ieelpot.

Līdzīgi ir jānosaka indivīdu un vielu dermālā kontakta iespēja.

Nedrīkst atstāt bez ievēribas faktu, ka bieži kāda atsevišķa riska faktora nozīmi vairāk nekā izejmateriāli vai gala produkti nosaka tās vielas, kas rodas ar procesu saistītās vai nesaistītās ķīmiskās reakcijās. Piemēram, ir zināms, ka paaugstinātā temperatūrā trihloretilēns sadalās, pārveidojoties fosgēnā. Fosgēns ir augstas toksiskuma pakā-

pes kairinātājs. Ja attaukošanas šķīduma trauks, kas pildīts ar trihloretilēnu, atrodas tuvu vietai, kur tiek veikta metināšanas operācija, vai vienkārši tā tuvumā nonāk aizdegta cigarete, no trihloretilēna tvaikiem gaisā var veidoties fosgēns. Vēl viens piemērs tam, kā var veidoties nevēlams produkts, kas netiek klasificēts kā izejmateriāls vai gala produkts, ir cianūdeņraža gāzes veidošanās elektrolītiskajos metālu apsūdrabošanas procesos, ko izraisa oglekļa dioksīda klātbūtne cianīdu saturošo skābo vannu procesu telpu gaisā.

Kad ir savākti dati par vielām, ar kurām notiek darbības, vai par tām vielām, kas noteiktā brīdī varētu veidoties, ir nepieciešams iegūt ziņas par šo vielu toksiskumu. Pēc kvantitatīva principa vielas toksiskuma pakāpi, to ieelpojot, nosaka **pieļaujamā koncentrācijas pakāpe** vai **aroda ekspozīcijas robežvērtība (AER)**. AER citās valstīs tiek dots apzīmējums **TLV** (*threshold limit value*) vai **MAC** (*maximal acceptable concentration*). AER ir tāda ķīmisko vielu un ķīmisko produktu koncentrācija darba vides gaisā, kas visā nodarbinātā dzīves laikā neizraisa saslimšanu un veselības traucējumus, kuri konstatējami ar mūsdienu izmeklēšanas metodēm, ja attiecīgās ķīmiskās vielas un ķīmiskie produkti iedarbojas uz nodarbināto ne ilgāk par astoņām stundām darba dienā vai ne ilgāk par 40 stundām nedēļā (definīcija atbilstoši MK noteikumiem Nr. 325 "Darba aizsardzības prasības saskarē ar ķīmiskajām vielām

darba vietās"). Atšķirība starp atgriezenisku un neatgriezenisku kaitējumu veselībai izpaužas tādejādi, ka pirmā radītais iespaids ar laiku izzūd, turpretī otrā – neizzūd. Ķīmisko vielu un putekļu aroda ekspozīcijas robežvērtības noteiktas MK noteikumu Nr. 325 "Darba aizsardzības prasības saskarē ar ķīmiskajām vielām darba vietās" 1. pielikumā.

Diemžēl daudzām vielām nav piešķirta noteikta robežvērtība, jo sakarā ar grūtībām iegūt pietiekamus epidemioloģiskus vai laboratorijas pētījumus pastāv neskaidrība par šo vielu patieso toksisko potenciālu. Šajos gadījumos riska novērtēšana nenotiek pēc kvantitatīva principa, un ir jāatrod citas ziņas, kas mums dotu skaidrību vismaz par vielas toksicitātes kategoriju.

Ziņas par reāli pastāvošo iespēju darba vidē esošajām vielām absorbēties caur ādu vai gremošanas traktu un kvalitatīva šā faktora ietekmes noteikšana kopējā ekspozīcijas procesā ir vēl viens būtisks riska novērtēšanas parametrs.

Lai noteiktu darba vides risku, ir būtiski zināt ķīmisko vielu koncentrāciju ieelpojamajā gaisā un ekspozīcijas ilgumu, jo kaitējums, kas var tikt nodarīts ķīmisko vielu iedarbībai pakļautam indivīdam, ir proporcionāls abām minētajām vērtībām.

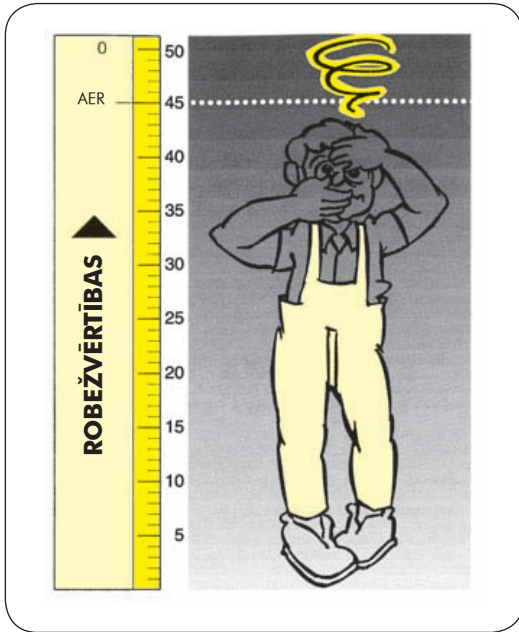
Koncentrācijas pakāpi var uzzināt, veicot atbilstošus mērījumus. Ekspozīcijas laiks ir nosakāms pēc tā, cik ilgu laiku indivīds pavadā ekspozīcijas zonā.

EKSPOZĪCIJAS IEMESLI

Veicot darba vides riska novērtēšanu, ir jānosaka tie **iemesli**, kuru dēļ ķīmiskās vielas atrodas vai varētu atrasties darba vidē.

Piemēram, tērauda detaļa pati par sevi nerada darba vides risku, bet, ja šī detaļa ir

jāsametina ar citu detaļu vai jāslagriež, lietojot liesmu, augstās temperatūras rada metināšanas aerosolus, kas satur mangānu, hromu un citus detaļas sastāvā ietilpstošus metālus, kurus var ieelpot metinātājs.



Tāpat procesā pielietotā enerģija, atkarībā no metināšanas vai griešanas veida, var radīt tādas gāzes kā slāpekļa oksīdi un ozons, kurām piemīt augsta toksiskuma pakāpe ieelpojot. Savukārt, ja ar gāzi tiek griezti metāllūžņi, kas iepriekš bijuši pārklāti ar krāsām, špakteli, tad augstajā temperatūrā sadeg arī šīs vielas, radot fosgēnu, hlorūdeņradi u. c.

Uzklājot krāsu ar pulverizatoru, kad nav pietiekamas ventilācijas, veidojas ar



šķīdinātāja un krāsas tvaikiem bagāta atmosfēra, kas bieži satur augsta toksiskuma pakāpes pigmentu aerosolus. Šo ķīmisko vielu koncentrācijas pakāpi vidē iespaido **vides temperatūra un pulverizatora darbības intensitāte**. Ja telpā atradīsies atvērti krāsas vai šķīdinātāja trauki, arī tas veicinās toksisko vielu koncentrācijas paaugstināšanos.

Metāla detaļas pulēšanas laikā var veidoties smalkas ieelpojamu putekļu daļiņas, kas satur minētās detaļas, pulēšanas pastas vai abrazīvā diska sastāvdaļas. Ziņas par piesārņojuma iemesliem ir būtiskas ne vien riska novērtēšanai, bet arī piemērotāko preventīvo pasākumu noteikšanai.

RISKA NOVĒRTĒŠANA

Īpašu uzmanību, veicot darba vides riska novērtēšanu, nepieciešams veltīt laboratoriskajiem mērījumiem, kuri sniedz objektīvu informāciju par ķīmisko vielu un putekļu koncentrāciju darba vides gaisā u. c.

Nepieciešams atcerēties, ka situācijās, kad vairākas nodarbināto grupas veic tādus pašus vai līdzīgus darbus tajā pašā darba vidē un ir pakļautas vienādiem riska faktoriem, var veikt tikai vienu ekspozīcijas mērījumu un tā rezultātus attiecināt uz visām

nodarbināto grupām. Savukārt visus iegūtos mērījumu rezultātus nepieciešams salīdzināt ar normatīvajos aktos vai standartos noteiktajiem pieļaujamajiem darba vides robežlielumiem, kas ļauj izvērtēt veicamo pasākumu apjomu un termiņus (piemēram, ja iegūtais mērījumu rezultāts pārsniedz pieļaujamo darba vides robežlielumu, nekavējoties jāveic pasākumi riska samazināšanai un pēc to veikšanas jāatkārto mērījumi). Lai iegūtu ticamus mērījumu rezultātus,

ieteicams visus darba vides laboratoriskos mērījumus veikt tikai testēšanas laboratorijās, kas akreditētas atbilstoši standartam LVS EN ISO/IEC 17025:2005 "Testēšanas un kalibrēšanas laboratoriju kompetences vispārīgās prasības" (Latvijas nacionālā akreditācijas biroja akreditēto laboratoriju saraksts un akreditācijas sfēras atrodamas biroja mājas lapā www.latak.lv).

Pēc laboratorisko mērījumu rezultātu saņemšanas nepieciešams aprēķināt ķīmiskās vielas ekspozīcijas indeksu, ko iegūst, dalot ķīmiskās vielas koncentrāciju (nosaka, veicot mērījumus) darba vides gaisā ar aroda ekspozīcijas robežvērtību (atrodama MK noteikumu Nr. 325 "Darba

aizsardzības prasības saskarē ar ķīmiskajām vielām darba vietās" 1. pielikumā):

$$EI = \frac{C}{AER},$$

kur:

EI – ķīmiskās vielas ekspozīcijas indekss,
C – ķīmiskās vielas koncentrācija (aroda ekspozīcijas koncentrācija) darba vides gaisā,
AER – aroda ekspozīcijas robežvērtība.

Tālāk obligātās veselības pārbaudes veikšanas biežumu nosaka atbilstoši tabulai.

Ķīmiskās vielas ekspozīcijas indekss	Veicamo pasākumu termiņš	Periodisko mērījumu veikšana	Obligāto veselības pārbaūžu veikšanas biežums
Mazāks par 0,1	Speciāli pasākumi nav jāveic	Nav jāveic	Atbilstoši konkrētajai ķīmiskajai vielai nav jāveic
0,1–0,25	Speciāli pasākumi nav jāveic	64 nedēļas	Atbilstoši konkrētajai ķīmiskajai vielai nav jāveic
0,25–0,5	Speciāli pasākumi nav jāveic	32 nedēļas	Atbilstoši konkrētajai ķīmiskajai vielai nav jāveic
0,5–0,75	Speciāli pasākumi nav jāveic	16 nedēļas	1 x 3 gados
0,75–1	Speciāli pasākumi nav jāveic	16 nedēļas	1 x 2 gados
Vairāk par 1,0	Nekavējoties jāsāk lietot individuālie aizsardzības līdzekļi, jāveic tehniskie pasākumi	16 nedēļas	Reizi gadā

Piemērs. Izraksts no testēšanas pārskata un aprēķini.

Testēšanas process: putekļu un ķīmisko vielu paraugi ņemti atbilstoši pasūtītāja

norādījumam tā norādītajās darba vietās. Gaisa paraugi tika ņemti ar individuālajiem paraugņēmējiem, kuru uztvērējfiltri novietoti nodarbinātā elpošanas zonā.

Izraksts no testēšanas pārskata			Aprēķini		
Darba vietas apraksts	Mērāmie parametri, mērvienība	Mērījumu rezultāts (vidējais lielums $M \pm u^*$)	Aroda ekspozīcijas robežvērtība (AER **)	Ekspozīcijas indekss (EI), $EI = C/AER$	Obligātās veselības pārbaudes periodiskums
Galdniecība. Darbs ar garenzāģi	Putekļi (koka), mg/m ³	7,8 ± 1,2	6	$EI = 7,8/6 = 1,3$	1 x gadā
Darbnīcas, metinātāja darba vieta (ārā)	Metināšanas aerosols, mg/m ³	2,3 ± 0,4	4	$EI = 2,3/4 = 0,6$	1 x 3 gados

Ja nodarbinātie ir pakļauti vairāk nekā vienas ķīmiskās vielas vai ķīmiskā produkta iedarbībai (vienlaikus vai pakāpeniski), risku novērtē, ņemot vērā visu darbā lietoto ķīmisko vielu un ķīmisko produktu iespējamo savstarpējo un kopējo iedarbību un tās ietekmi uz nodarbināto drošību un veselību:

- ja darba vides gaisā vienlaikus ir vairākas bīstamās ķīmiskās vielas ar pretēju (antagonisku) iedarbību, šo vielu aroda ekspozīcijas robežvērtības (AER) paliek tādas pašas kā tad, ja katra viela iedarbotos atsevišķi;
- ja darba vides gaisā vienlaikus ir vairākas bīstamās ķīmiskās vielas ar līdzī-

gu (sinerģisku) darbību, šo vielu kopējo iedarbības efektu aprēķina, izmantojot šādu formulu:

$$\frac{C_1}{AER_1} + \frac{C_2}{AER_2} + \dots + \frac{C_n}{AER_n} \leq 1, \text{ kur:}$$

$C_1; C_2; C_n$ – vielu koncentrācija darba vides gaisā (mg/m³);

$AER_1; AER_2; AER_n$ – vielu aroda ekspozīcijas robežvērtības (mg/m³).

Vielu ekspozīcijas faktiskās koncentrācijas attiecība pret AER (ekspozīcijas indeksu EI) summējot nedrīkst pārsniegt 1. Ja šo daļskaitļu summa ir 1, tā atbilst kopējās iedarbības robežvērtībai.

DARBA METODIKA



VIELU IDENTIFIKĀCIJA



IEMESLU IZPĒTE



MĒRĪJUMI



SALĪDZINĀŠANA AR ROBEŽVĒRTĪBĀM AER



LABOŠANA

3

ĶĪMISKĀS VIELAS: EKSPOZĪCIJAS MĒRĪŠANA

EKSPOZĪCIJAS MĒRĪŠANAS JĒDZIENS

Darba vidē esošo ķīmisko vielu un maisījumu iedarbība kvantitatīvi tiek izteikta ar ķīmisko vielu koncentrāciju vidē to iedarbības laikā. Tātad ekspozīcijas mērīšana ietver vidē esošo ķīmisko vielu koncentrācijas noteikšanu.

Tā kā šī koncentrācija parasti laika gaitā mainās, mērījumu rezultātos tiek norādīta konkrētās vielas vidējā koncentrācija noteiktā laikā periodā.

Rezultātu izteikšana

Ekspozīcija tiek norādīta kā konkrētās ķīmiskās vielas vidējā koncentrācija, izteikta svara vienībās gaisa tilpumā vai ķīmiskās vielas daļās uz miljons daļām gaisa tilpuma. Ja runa ir par gāzēm un tvaikiem, ekspozīcija tiek attiecināta uz noteiktu laika periodu (minūtēs, stundās vai citās laika vienībās: piemēram, 140 mg/m^3 toluola 8 stundu laikā vai 75 ppm , t. i., 75 ml/m^3 metanola 17 minūšu laikā.

Apkārtējā vidē esošo ķīmisko vielu koncentrācijas mērīšanas metodes

Apkārtējā darba vidē esošo ķīmisko vielu koncentrācija var tikt mērīta dažādos veidos, ņemot vērā:

- mēraparāta tipu;

- mērīšanas ilgumu;
- mērījumu veikšanas vietu.

Lai izvēlētos piemērotāko mērīšanas veidu, vispirms jānosaka ražošanas procesa veids, ķīmisko vielu agregātstāvoklis, tā fizikālās un ķīmiskās īpašības, kā arī analītiskā metode, kuru paredzēts izmantot.

Mērīšanas iekārtu tips

Pastāv mērīšanas iekārtas, kuras ļauj veikt dažu ķīmisko vielu mērījumus tieši darba vietā. Tās sauc par tieši nolasāmām ierīcēm vai aparātiem. Citos gadījumos ir nepieciešams paņemt gaisa paraugus un pēc tam veikt to speciālu laboratorisko analīzi.

Mērīšanas ilgums

Ja nepieciešams novērtēt ķīmisko vielu ekspozīciju viena darba procesa vairākos posmos vai uzzināt iedarbības maksimālos lielumus, noderīga ir īslaicīga mērījumu veikšana. Tās laikā iegūtās vērtības norāda ķīmisko vielu koncentrāciju konkrētajā mērījumu veikšanas brīdī.

Ja nepieciešams noteikt vidējo ķīmisko vielu koncentrāciju vienas darba dienas vai maiņas laikā, mērījumi tiek veikti garākā laika periodā. Šādos gadījumos koncentrācija tiek izteikta kā vidējā vērtība noteiktā laika periodā.

Mērījumu veikšanas vieta

Atkarībā no mērījumu veikšanas vietas mērījumi var tikt attiecināti uz darba vidi vai cilvēku.

Ja mērījumi tiek veikti noteiktā darba vidē, ķīmisko vielu uztveršanas ierīces tiek izvietotas vairākās vietās noteiktajā vidē. Līdz ar to noteiktos ķīmisko vielu koncentrācijas rezultātus var attiecināt, piemēram,

uz noteiktu telpu. Turpretī, ja mērījumu rezultāti tiek attiecināti uz cilvēku, mēraparāturu izvieto pēc iespējas tuvāk cilvēka elpošanas zonai. Šā iemesla dēļ mēraparātiem jāspēj darboties autonomi, jābūt nelieliem un ērti piestiprināmiem, piemēram, pie darba apģērba. Mērījumi, kuri tiek veikti cilvēka elpošanas zonā, ļauj iegūt precīzāku priekšstatu par ķīmisko vielu iedarbību uz nodarbināto tajā laikā, kad viņš veic darba procesu.

TIEŠĀS NOLASĪŠANAS SISTĒMAS

Ķīmisko vielu koncentrācijas darba vides gaisā tiešās nolasīšanas mēraparātiem salīdzinājumā ar paraugu vākšanas un vēlākām laboratorisko analīžu metodēm galvenokārt ir šādas priekšrocības:

- mazāks mērījumu veikšanas ilgums;
- iespēja uzreiz iegūt datus;
- mazākas mērījumu veikšanas izmaksas.

Taču tiešās nolasīšanas metodes precizitāte ir neliela. Turklāt citu vielu klātbūtne atmosfērā bieži var ietekmēt mērījumu, tādēļ gala rezultāts var būt kļūdainais.

Pastāv ierīces gāzu un tvaiku analīzei, kā arī ierīces aerosolu mērīšanai.

Gāzu un tvaiku koncentrācijas mērīšana Kolorimetriskās ierīces

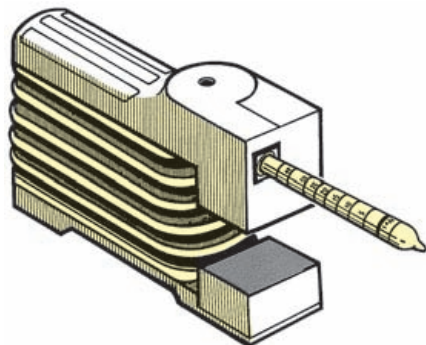
Šo iekārtu tips tiek plaši izmantots, jo ir vienkārši lietojams un ar to ir iespējams noteikt plašu mērāmo ķīmisko vielu spektru. Iekārtu darbība pamatojas uz konkrēta reaģenta krāsas izmaiņām, tam savstarpēji iedarbojoties ar noteikto vielu. Pastāv četri tiešās nolasīšanas kolorimetrisko ierīču pamattipi:

- reaktīvais papīrs;
- reaktīvie šķīdumi;

- indikatoru caurulītes ar cietu reaģentu;
- iepriekšējo tipu kombinācija.

Visbiežāk tiek izmantotas indikatoru caurulītes ar cietvielas reaģentu (kolorimetriskās caurulītes), komplektā ar rokas sūkņiem. Šīs ierīces izveidotas kā stikla caurulītes, kuras piepildītas ar inerti granulu pildvielu, piesūcinātu ar ķīmisku reaģentu, kas spējīgs reaģēt uz noteiktu gāzveida agregātvokli esošu vielu ar krāsas maiņu. Piesārņotais gaiss tiek iesūknēts caurulītē, seko pildvielas krāsas izmaiņa, kura sākas no caurulītes pamata un izplatās pa to tālāk atkarībā no ķīmiskās vielas kon-

**KOLORIMETRISKĀ CAURULĪTE
AR ROKAS SŪKŅI**



GALVENĀS ĶĪMISKĀS VIELAS, KURU NOTEIKŠANAI PAREDZĒTA TIEŠĀS MĒRĪŠANAS APARATŪRA

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • METĀNS • ARSĒNAMĪNS • HLORS • DŽĪVSUDRABS • HIDRAZĪNS • CIĀNŪDENĀŽŠKĀBE • SĒRŪDENRADIS | <ul style="list-style-type: none"> • SLĀPEKĻA OKSĪDI • OZONS • FOSGĒNS • SĒRA DIOKSĪDS • DIIZOCIONĀTI • OGLEKĻA MONOKSĪDS • OGĻŪDENRAŽI |
|--|--|

centrācijas. Uz caurulītes ir atzīmēta mērskala, punkts uz šīs skalas, kuru sasniedz krāsas izmaiņa, norāda uz ķīmiskās vielas koncentrāciju. Tādas caurulītes pārsvarā tiek izmantotas, lai noteiktu vielas īslaicīgu koncentrāciju nelielā laika periodā. Taču tiek ražotas arī līdzīgas caurulītes, kas apvienotas ar automātisku sūkni un paredzētas ilgām mērīšanas laikiem (individuālā paraugu ņemšanas ierīces). Tās ļauj noteikt vidējo koncentrāciju darba dienas vai ražošanas cikla laikā.

Ar kolorimetriskajām caurulītēm var noteikt vairāk nekā simts dažādas ķīmiskās vielas. Praktiski darba higiēnā un nodarbināto veselības aizsardzībā kolorimetriskās caurulītes izmanto, lai:

- konstatētu vielu klātbūtni slēgtās vai bīstamās telpās pirms iekļūšanas tajās;
- ātri lokalizētu ķīmisko vielu avotu;
- iegūtu orientējošu informāciju par ķīmiskās vielas iedarbības līmeni;
- noteiktu iespējamās ķīmisko vielu avotus;
- noteiktu periodisko izmešu koncentrāciju, kas raksturīga ļoti īslaicīgām operācijām;
- kvantitatīvi izmērītu iespējamās maksimālās koncentrācijas, veicot mērījumus paralēli ar paraugu ņemšanu ilgākā laika periodā.

Tomēr, kolorimetriskajām caurulītēm piemīt arī nopietni trūkumi, kuri jāņem vērā, tās izmantojot darba vides ķīmisk-

kā riska novērtēšanā. Galvenie trūkumi ir:

- caurulīšu precizitāte ļoti lielā mērā ir atkarīga no to izgatavošanas tehnoloģijas (kolorimetriskām caurulītēm mērījumu variācijas koeficients ir no 5% līdz 40%);
- bieži vien tās nav selektīvas, un citu ķīmisko vielu klātbūtne var būtiski ietekmēt rezultātu, to palielinot vai samazinot. Visbiežāk rezultātu ietekmē ķīmiskās vielas, kurām ir līdzīgas īpašības vai struktūra;
- zemas temperatūras izmaina reakcijas krāsu, bet augstas temperatūras izkropļo kvantitatīvo rādījumu, tādēļ tiek iegūti kļūdaini rezultāti.

Analizatori

Līdzās kolorimetriskajām caurulītēm ir daudzi citi tiešās nolasīšanas aparāti, kurus sauc par analizatoriem.

Analizatoru mērījumi pamatojas uz šādiem kvantitatīvās analīzes fizikālajiem principiem:

- elektroķīmiskais;
- siltuma;
- elektromagnētiskais.

Šādu aparātu precizitāti garantē to izgatavotājs, savukārt to izmantošana prasa periodisku kalibrēšanu, šim nolūkam lietojot zināma sastāva gāzu maisījumus.

Pašreiz ir pieejami ļoti dažādi šāda tipa aparāti, kurus izmanto ķīmisko vielu novēr-

tēšanai, apvienojot koncentrācijas mērījumus ar optiskiem un akustiskiem signāliem, reģistrējošām ierīcēm utt. Daži aparāti nodrošina nosūces ventilatoru ieslēgšanos, sasniedzot noteiktu vielas koncentrāciju darba vides gaisā. Daži portatīvie analizatori ļauj noteikt koncentrāciju darba dienas beigās un reģistrēt laika periodu, kurā tikusi pārsniegta noteikta līmeņa koncentrācija vai citi analogiski lielumi. Kā piemēru iespējams minēt gāzu analizatorus sprādzienbīstamai videi, kas brīdina par tādu sprādzienbīstamu vielu koncentrācijas paaugstināšanos kā degvielas tvaiki, metāns, propāns, butāns u. c. Atkarībā no sprādzienbīstamās gāzes darba devējam jāizvēlas piemērotais analizators.

Aerosolu mērījumi

Aerosolu tiešajiem mērījumiem lieto divu grupu mēraparātus: optiskos un elektriskos.

Optiskie mēraparāti

Optiskā tipa putekļu mērījumi aerosolu mēraparātos balstās uz vienas vai vairāku

ķīmisko vielu daļiņu optiskās iedarbības principu. Vienkāršākie no tiem mēra gaismas izplatīšanos aerosolā. Šos aparātus izmanto, ja vielas koncentrācija vidē ir augsta. Ja koncentrācija nav pietiekami liela, izmanto gaismas dispersijas metodi. Izšķir šādus šā tipa mēraparātus:

- aparātus, kas daļiņu iedarbības mērīšanai izmanto redzamās gaismas avotu;
- fotometrus, kuros izmanto lāzera gaismas avotu;
- reflektometrus;
- spektrālās emisijas aparātus.

Elektriskie mēraparāti

Izmanto sakarību "daļiņa – elektriskais lādiņš". Pastāv divi mēraparātu tipi. Pirmajā no tiem daļiņas, ejot cauri jonu mākonim, iegūst elektrisko lādiņu, kas proporcionāls daļiņu lielumam, šis lādiņš vēlāk tiek mērīts. Otrajā mēraparātu tipā tiek mērīts pārtvertais jonu kūlītis, kas atkarīgs no aerosola klātbūtnes.

AKTĪVĀS UN PASĪVĀS PARAUGU ŅEMŠANAS METODES

Ja ķīmiskās vielas koncentrācijas noteikšanai neizmanto tiešās nolasīšanas mēraparātus, gaisa paraugu ņemšanai seko ķīmisko vielu analītiska noteikšana laboratorijā, izmantojot instrumentālo analītisko metodi. Gaisa paraugu ņemšana ir viens no galvenajiem posmiem ķīmisko vielu ekspozīcijas novērtēšanā. Tā atšķiras no analītiskās noteikšanas gan ar savu specifisko uzdevumu, gan ar izpildīšanas laiku. Tomēr abi šie posmi ir cieši saistīti un atkarīgi viens no otra.

Arī paraugu ņemšanas metodes var būt divējādas: aktīvās un pasīvās.

ŅEMOT PARAGUS, JĀBŪT KONKRĒTI NOTEIKTAI: UZTVĒRĒJA SISTĒMAI, PARAUGA VEIDAM, PARAUGA APJOMAM (VAI PARAUGA ŅEMŠANAS LAIKAM) UN GAISA PARAUGA ŅEMŠANAS ĀTRUMAM.

Aktīvajās metodēs, kas pazīstamas arī kā dinamiskās metodes, gaiss tiek padots

uztvērējā vai paraugu savācējā ar sūkņa palīdzību. Pasivajās metodēs pati ķīmiskā viela, pateicoties difūzijai, sasniedz parauga savācēju un vienmērīgi uzkrājas tajā.

Aktīvās metodes

Aktīvajās jeb dinamiskajās paraugu ņemšanas metodēs ķīmiskās vielas tiek uztvertas absorbējoties vai koncentrējoties parauga uztvērējā.

Par galvenajiem parauga uztvērējiem tiek izmantoti filtri (filtru turētājos vai kasetēs), absorbējošie šķīdumi (uztvērējierīcēs, uztvērējtraukos) un cietie adsorbenti (caurulītēs, kārtīdžos).

Noteikta ķīmiskās vielas gaisa parauga ņemšanas veidu un metodi izvēlas atkarībā no: ķīmiskās vielas agregātstāvokļa (aerosols, tvaiks, gāze utt.), fizikālām un ķīmiskām īpašībām, kā arī no pielietojamās analīzes metodikas.

Paraugu ņemšana ar filtru palīdzību

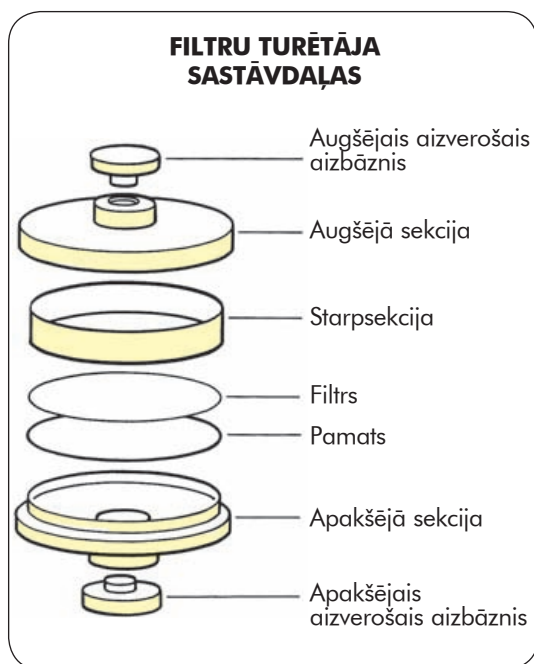
Gaisā esošo putekļu daļiņas, emulsijas un šķidrums aerosolus parasti savāc uz filtriem. Vācot ķīmisko vielu paraugus ar filtru palīdzību, noteikts piesārņotā gaisa apjoms iziet cauri filtram. Rezultātā gaisā esošo putekļu, emulsiju un šķidrums aerosolu daļiņas nosēžas uz filtra virsmas.

Visplašāk izmantotie filtri gaisa paraugu savākšanai ir ar diametru 37 mm vai 25 mm. Filtra materiāls var būt visdažādākais, piemēram: celulozes esteri, polivinilhlorīds (PVC), polivinilēdēna difluorīds (PVDF), etilēna politetrafluorīds (PTFE), stikla šķiedra, polikarbonāts utt., bet filtra poru izmērs parasti ir robežās no 0,45 līdz 5 mikroniem. Šie trīs parametri: izmērs, materiāls un porainība, pilnīgi raksturo filtru, un tiem jābūt norādītiem ķīmiskās vielas analīzes metodē.

Filtra pamats, kurš parasti tiek izgatavots no celulozes materiāla, nav domāts uztveršanai. Tas tiek izmantots, lai noturētu un labāk izvietotu filtru kasetē.

Filtru turētājs vai kasete parasti izgatavots no izturīga polimērmateriāla vai no nerūsējošā tērauda un sastāv no 2 vai 3 sekcijām. Izmantojot kaseti ar trīs sekcijām, var panākt labāku daļiņu izvietojumu uz filtra virsmas un izvairīties no to uzkrāšanās centrālajā daļā. Triju sekciju kasetes izmantošana ir obligāta tajos gadījumos, kad, ņemot ķīmisko vielu paraugus, augšējā sekcija ir jānoņem (kasetei jābūt atvērta). Piemēram, kad tiek ņemti paraugi azbesta šķiedrām, skābju un sārnu aerosoliem utt. Divu sekciju kaseti izmanto, lai noteiktu putekļu koncentrāciju, kuri izraisa pneimokoniozes (satur brīvo silīcija dioksīdu). Šī kasete savienota ar speciālu, desmit milimetru garu neilona ciklonu, lai atdalītu un uztvertu ieelpojamo un neieelpojamo putekļu frakcijas.

Gaisa paraugu ņemšanas metodi, izmantojot filtru, lieto ļoti daudzām ķīmiska-



jām vielām. Uz filtra savāc ķīmiskās vielas, kuras parādās atmosfērā daļiņu veidā (putekļi, tvaiks, dūmi utt.). Iespējams izmantot arī filtrus, kas piesātināti ar speciāliem reaktīviem konkrētu vielu uztveršanai. Paraugu ņemšana uz filtriem ir vienkārša, praktiska un ērta metode gan pašā ņemšanas procesā, gan paraugu transportēšanas un uzglabāšanas procesos.

Paraugu ņemšana absorbējošos šķīdumos

Uztveršana, izmantojot šķīdumus, balstās uz noteikta gaisa tilpuma izsūkšanu cauri atbilstošam absorbējošam šķīdumam, kurš atrodas uztvērējā.

Galvenā uztveršanas iekārta sastāv no uztvērēja, absorbējošā šķīduma un aizsarg-uztvērēja (parasti izmanto, lai aizsargātu paraugu ņemšanas iekārtu no iespējamās absorbējošā šķīduma kondensācijas).

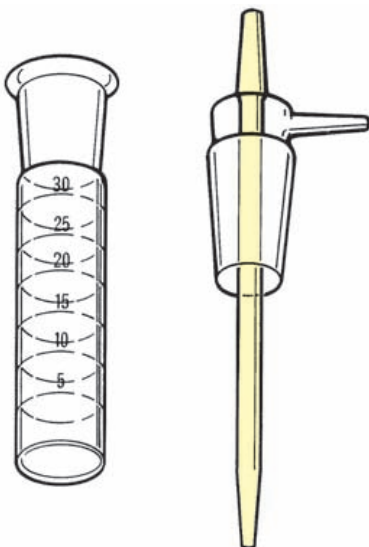
Parasti lieto stikla uztvērēju, kas sastāv no diviem pamatelementiem: korpusa jeb ci-

lindra un noslēdzošās galviņas (cilindra izmēram atbilstošs uzgalis ar iekausētu, lejas galā sašaurinātu stikla caurulīti gaisa iepļūdei un otru atveri pieslēgšanai gaisa sūknim).

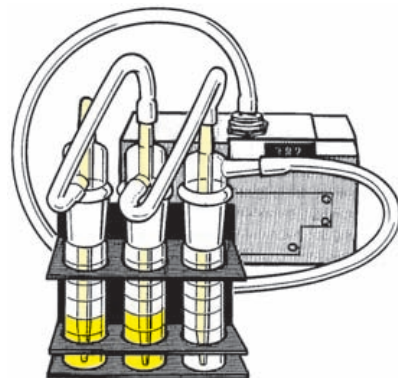
Noteikta ķīmiskās vielas veida paraugu ņemšanai paredzētā uztvērēja tipa izvēle galvenokārt ir atkarīga no uztveramo vielu spējas absorbēties uztverošajā šķīdumā. Vispārīgs nosacījums ir tāds, ka šķīdriem aerosoliem, kuru absorbcija parasti notiek atšķaidīšanas un neitralizācijas ceļā, parasti tiek izmantots vienkāršais uztvērējs. Gāzu un tvaiku uztveršanai, kuru absorbcija parasti notiek reakcijas veidā, tiek ieteikts izmantot uztvērēju, kura iekšējā caurulīte noslēdzas ar porainu stikla uzgali, tādējādi nodrošinot sīkaku gaisa burbulišu klātbūtni. Tas palielina kontakta virsmu, palielina ķīmiskās vielas šķīšanas ātrumu, paaugstina ķīmiskās vielas uztveršanas efektivitāti.

Praksē parasti izmanto komplektu no diviem paralēli savienotiem uztvērējiem. Tas paaugstina uztveršanas efektivitāti, otrs uztvērējs nodrošina arī absorbcijas procesa kontroli. Uztveršanas efektivitāti var uzskatīt par apmierinošu, ja pirmajā traukā

UZTVĒRĒJA DAĻAS



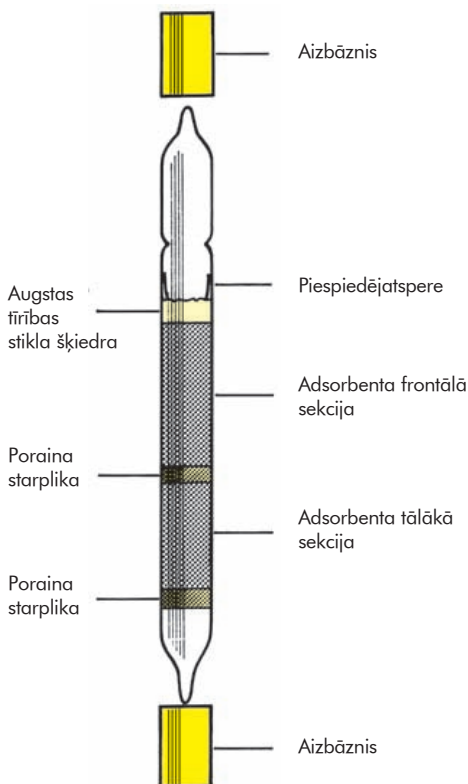
NO UZTVĒRĒJIEM UN SŪKŅA SASTĀVOŠS KOMPLEKTS PARAUGU VĀKŠANAI



uztvērtā viela sasniedz 90–95% līmeni no kopējā uztvērtā daudzuma.

Šāda ķīmisko vielu uztveršanas metode, izmantojot uztvērējus ar absorbējošiem šķīdumiem, tiek lietota arvien retāk, jo tā ir diezgan neērta lietošanā (saskalošana paraugu ņemšanas procesā, transportēšanas grūtības, ķīmiskās vielas, vispārēja paraugu nestabilitāte utt.). Laika gaitā palielinās iespējas atrast citas uztveršanas metodes, piemēram, izmantojot cietos adsorbentus. Šobrīd metode tiek izmantota, tikai ņemot dažu gāzu, tvaiku un šķidro aerosolu paraugus, kuru ņemšanai pagaidām vēl nav pienācīgas analītiskas alternatīvas, piemēram, dzīvsudraba noteikšanai darba vides gaisā.

CAURULĪTE AR ADSORBENTU NO AKTĪVĀS OGLES



Paraugu ņemšana, izmantojot cietus adsorbentus (caurulītē, kārtidžā, patronā)

Paraugu ņemšana, izmantojot cieto adsorbentu, balstās uz noteikta gaisa tilpuma iziešanas cauri adsorbentam un gaisā esošās gāzes vai tvaika adsorbcijas uz cietā materiāla virsmas.

Visbiežāk pielietojamās adsorbējošās vielas ir: aktīvā ogle, silikagēls, mālzeme, poraini polimēri, molekulārie sieti, jonu apmaiņas sveķi utt. Sevišķi jāatzīmē aktīvā ogle un silikagēls, jo tos var izmantot visdažādāko organisko savienojumu (piemēram, alifātisko ogļūdeņražu, halogēno ogļūdeņražu, aromātisko savienojumu, ketonu, spirtu, ēteru utt.) uztveršanai.

Adsorbējošās vielas granulas tiek ievietotas stikla caurulītēs vai kārtidžā iekšpusē un ar atbilstošu starpliku palīdzību sadalītas vienā, divās vai trijās dažāda svara daļās. Visizplatītākais modelis ir ar divām adsorbenta sekcijām. Pirmā sekcija tiek saukta par frontālo un parasti ir divreiz lielāka tilpuma nekā otrā sekcija, ko sauc par tālāko. Frontālā daļa darbojas kā parauga nesējs, bet otrā daļa izpilda kontroles funkciju, apstiprinot to, ka pirmā daļa uztvērusi visas ķīmiskās vielas un nav notikusi piesātināšanās un migrācija.

Katram sorbenta tipam eksperimentālā ceļā ir jānosaka dažādu ķīmisko vielu noturēšanas spēja. Šo spēju nosaka kā tilpuma robežvērtību, kuras sasniegšana nozīmē ķīmiskās vielas pāriešanu no frontālās sekcijas uz tālāko. Šī vērtība atbilst momentam, kad ķīmiskās vielas koncentrācija gaisā, kurš iziet cauri frontālajai sekcijai, sasniedz 1% (dažos izdevumos kā pieņemami tiek norādīti 5–10%) no koncentrācijas ieejā. Gaisa apjomu vielas pārejas punkta sasniegšanai jāpārbauda situācijā, kad ķīmiskās

vielas koncentrācija apkārtējā vidē ir AER koncentrācijas līmenī. Ķīmiskās vielas daudzums, kuru aiztur frontālā sekcija, sasniedzot pārejas tilpumu, ir raksturojošs lielums, kuru nepieciešams zināt un kurš tiek uzskatīts par caurulītes ražības robežu.

ADSORBENTU SATUROŠO CAURULĪŠU AIZTURĒŠANAS SPĒJA IR IEROBEŽOTA.

Uztveršanas noteikumi, izmantojot caurulītes ar adsorbentu, ir atkarīgi no konkrētās pētāmās ķīmiskās vielas, un ir ieteicams šos apstākļus izskatīt katrā konkrētā gadījumā atsevišķi. Praksē dažreiz mēdz būt lietderīgi izmainīt rekomendēto parauga tilpumu atkarībā no paredzamās koncentrācijas, vienlaicīgas citu ķīmisko vielu klātbūtnes, paaugstināta gaisa mitruma vai citiem vides apstākļiem.

Pašreiz pieejamo adsorbcijas caurulīšu klāsts kļūst lielāks ar katru dienu, un tas ļauj palielināt šīs metodes iespējas un paplašināt tās pielietojuma sfēru attiecībā uz daudzveidīgiem organiskiem tvaikiem un citiem ķīmisko vielu tipiem, piemēram, neorganiskām gāzēm un šķidriem aerosoliem.

Pasīvās metodes

Izmantojot pasīvās paraugu atlases metodes, ķīmisko vielu uztveršana tāpat notiek, tās adsorbējot vai koncentrējot uzverošajā pamatmateriālā.

Pamatmateriāli, kurus izmanto šajās metodēs, ir cietie adsorbenti vai cietas vielas, kas piesūcinātas ar speciālu reaktīvu.

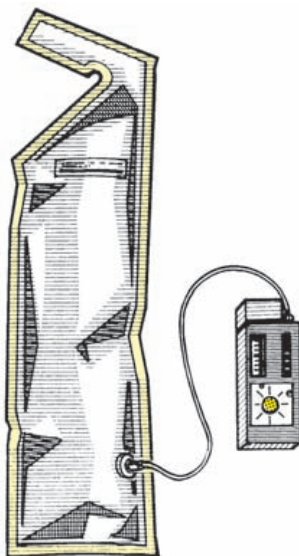
Pamatojums

Pasīvajām paraugu ņemšanas metodēm ir savs teorētiskais pamatojums, kas balstās uz difūzijas un pārnese parādībām. Gāzes

molekulas, kuras atrodas pastāvīgā kustībā, spēj difundēt un iekļūt citas gāzes masā līdz pat vienmērīgai izkliedei visā gāzes tilpumā, un izkļūt cauri cietai membrānai, kurai piemīt noteikta caurlaidība. Abas šīs parādības fizikā ir labi pazīstamas. Tāpat ir precīzi formulētas likumsakarības, kas šos procesus pārvalda.

Pasīvā uztvērējiekārta sastāv no cilindra ar vienu atvērtu un vienu aizvērtu galu, caurlaidīgas membrānas, kura novietota cilindra atvērtajā galā, lai izslēgtu gaisa kustību cauri cilindram, un atbilstoša daudzuma caurulītes dibenā novietotas ķīmiskās vielas uztvertspējīgas vielas. Pateicoties

GAISA PARAUGU ŅEMŠANAS MAISS



gāzes molekulu īpašībām, ķīmiskās vielas iziet cauri caurlaidīgajai membrānai, izplatās caurulītes iekšpusē un tiek aizturētas caurules dibenā novietotajā vielā līdz tam laikam, kamēr process beidzas.

Ir pierādīts, ka līdz piesātinājuma sasniegšanai process pakļaujas šādai formulai:

$$C_e = \frac{M \cdot L}{D \cdot A \cdot t},$$

kur:

L – difūzijas ceļa garums cilindrā (cm);

M – uztvertās ķīmiskās vielas pilnā masa (mmol), kuru nosaka analītiskā ceļā;

D – ķīmiskās vielas difundēšanas koeficients (cm²/s).

A – cilindra frontālās sekcijas laukums (cm²);

t – laika periods, kurā notiek parauga ņemšana (s);

C_e – ķīmiskās vielas koncentrācija (koncentrācija ārējā vidē) (mmol/cm³).

Šī izteiksme ļauj ārējo koncentrāciju jeb ķīmiskās vielas koncentrāciju ārējā vidē noteikt atkarībā no eksperimenta parametriem un izmantot šādu iekārtu paraugu ņemšanai.

Paraugu uztvērēja fiziskās konstrukcijas parametri A un L un ķīmiskās vielas difūzijas spējas koeficients D var tikt transformēti par konstanti Q sekojošā veidā:

$$Q = D \cdot A/L$$

Q ir ekvivalentā ražība (tilpums/laiks) un tāpēc tiek saukta par ekvivalento paraugu ņemšanas ražību. No iepriekšminētā mēs varam iegūt vienkāršāku formulu ķīmiskās vielas koncentrācijas noteikšanai vidē:

$$C_e = \frac{M}{Q \cdot t}$$

Lieluma Q vērtībām jābūt individuālām katrai ķīmiskajai vielai un katram uztvērēja modelim, tās jādod paraugu ņemšanas iekārtas ražotājam.

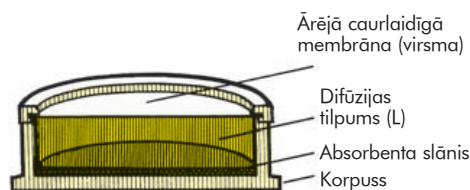
Gluži tāpat parametrus A un L var integrēt konstantē K, tas ir, K = L / A, kas būs atšķirīgs un raksturojošs lielums katram uztvērēja modelim. Ķīmiskās

vielas koncentrāciju vidē tad izteiks šāda formula:

$$C_e = \frac{M \cdot K}{Q \cdot t}$$

Daži ražotāji sniedz arī konstantes K vērtības, un, izmantojot viņu iekārtas, nepieciešams zināt tikai dažādu ķīmisko vielu difundēšanas koeficientus.

PASĪVĀ UZTVĒRĒJA SHĒMA



Iekārtu tipi

Pieejamo pasīvo uztveršanas iekārtu dažādība arvien palielinās. Galvenās atšķirības starp tām ir materiālos, kurus izmanto kā uztverošos pamatmateriālus. Daži no tiem tiek lietoti arī aktīvajās uztveršanas metodēs.

Pasīvos uztvērējus var klasificēt divos tipos: *specializētajos* un *nespecializētajos*. Pirmais paredzēti viena ķīmiska savienojuma vai ierobežota skaita ķīmisku savienojumu uztveršanai. Šajā gadījumā tiek izmantots atbilstošs uztverošais materiāls, kurš parasti darbojas pēc ķīmiskās vielas ķīmiskās absorbcijas principa. Turpretī otrie ļauj uztvert ļoti plaša spektra ķīmisko savienojumu paraugus, izmantojot adsorbenta tipa uztverošo materiālu.

No tehniskā izpildījuma viedokļa pašreiz ir pieejama pietiekami liela modeļu daudzveidība ar porainiem vai caurlaidīgiem membrānu pārklājumiem, kurus izgatavo no dažādiem materiāliem un dažādās formās, bet noteikti neliela izmēra un ar nelielu svaru.

Pielietošanas joma

Pasīvo uztvērēju izmantošanas joma aptver tādu, galvenokārt organiskas izcelsmes gaistošu savienojumu paraugu vākšanu, kuri atrodas atmosfērā gāzu vai tvaiku agregātstāvoklī un neietver vielas, kas atrodas daļējā vai pilnīgā aerosolu veidā.

Konkrēto savienojumu saraksts, kurus var uztvert ar šādiem uztvērējiem, ir pietiekami liels un turpina palielināties. Tāpēc, lai iegūtu jaunāko informāciju, var ieteikt iepazīties ar ražotāju katalogiem.

PATEICOTIES DIFŪZIJAS PARĀDĪBAS MEHĀNISMAM, PASĪVĀ PARAUGU ŅEMŠANA IESPĒJAMA TIKAI ATTIECĪBĀ UZ VIELĀM, KURAS ATRODAS GĀZVEIDA VAI TVAIKA STĀVOKLĪ.

Pasīvās difūzijas raksturlielumi sevišķi efektīvi ļauj ar šo iekārtu ņemt paraugus, kuri raksturo ķīmiskās vielas koncentrācijas vidējās vērtības pietiekami ilgos laika periodos vienas vai vairāku stundu garumā.

Pasīvo uztvērēju izmantošana izraisa in-

teresi arī gadījumos, kad aktīvās paraugu ņemšanas metodes izmantošana var radīt izmaiņas ražošanas darbu tehnoloģijā un tādā veidā mainīt apkārtējās vides apstākļus.

Paraugu ņemšanas noteikumi

Lai veiktu kvantitatīvi ķīmisko vielu uztveršanu ar pasīvām ierīcēm, lietderīgi zināt izmantojamā uztvērēja modeļa maksimālo ražību (M_{max}) un kontrolēt paraugu ņemšanas laiku atkarībā no zināmām vai sagaidāmām pārējo parametru vērtībām. Paaugstināts gaisa mitrums vai vienlaicīgi sastopamas vairākas ķīmiskās vielas var pazemināt uztvērēja ražību.

IR VĒLAMS, LAI GAISS UZTVĒRĒJĀ APKĀRTNĒ NEBŪTU PILNĪGI NEKUSTĪGS.

Pie uztvērēja ieejas atveres ieteicams uzturēt frontālo gaisa plūsmas ātrumu, kas lielāks par 0,07 m/s. Šis ātrums parasti tiek vēl palielināts individuālo paraugu ņemšanas laikā.

PASĪVO METOŽU PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI

Paraugu ņemšanai ar pasīvo uztvērēju palīdzību salīdzinājumā ar aktīvo metožu izmantošanu ir vesela virkne priekšrocību:

- vienkāršība metodes izmantošanā un minimāla darbaspēka nepieciešamība;
- lietošanas vienkāršība, jo nav nepieciešama tehniskā apkalpošana un gaisa sūkņu kalibrēšana;
- iespēja ņemt paraugus ilgā laika periodā;
- minimāla iespēja pieļaut kļūdas tiem, kas strādā ar iekārtu;
- vispārīga metodes drošība.

Tajā pašā laikā ir jāatzīmē galvenie trūkumi:

- nepieciešamība precīzi zināt galvenos parametrus K , Q vai D katrai ķīmiskajai vielai un uztvērēja tipam;
- paraugu ņemšanas ekvivalentās ražības Q lieluma nemainīgums un tās relatīvi zemā vērtība;
- noteikta pasīvās metodes jutība attiecībā pret vides fizikālajiem un ķīmiskajiem faktoriem (mitrums vai paaugstināta temperatūra, vairāku pretējas polaritātes ķīmisko vielu klātbūtne vienlaicīgi).

INDIVIDUĀLIE PARAUGI UN APKĀRTĒJĀS VIDES PARAUGI

Atšķirība starp individuālajiem mērījumiem un apkārtējās vides mērījumiem ir sevišķi nozīmīga, kad tiek izmantotas mērīšanas metodes, kurās paredzēta vienas vielas parauga ņemšana. Tādos gadījumos šī atšķirība noteikti jāņem vērā.

Principā pasīvā paraugu ņemšana var tikt izmantota abos gadījumos, tomēr, veicot noteikta veida apkārtējās vides mērījumus, tā var izrādīties nepieņemama paraugu ņemšanas zemās ekvivalentās ražības dēļ.

Turpretī iekārtas aktīvai gaisa paraugu uztveršanai parasti tiek projektētas pēc citiem principiem, izmantojot raksturlielumus, kuri atbilst tam vai citam pielietojumam. Piemēram, tādā veidā atšķiras individuālās paraugu ņemšanas iekārtas un stacionāras paraugu ņemšanas iekārtas ar lielu ražību.

Visraksturīgākās īpašības individuālajām gaisa paraugu ņemšanas iekārtām ir to ierobežotie izmēri un nelielais svars (līdz 2 kg), funkcionēšanas autonomija (8 stundas) un relatīvi nelielā ražība. To darbības princips balstās uz gaisa tilpuma pārvietošanu ar mehāniskas sistēmas palīdzību (diafragma, virzulis utt.).

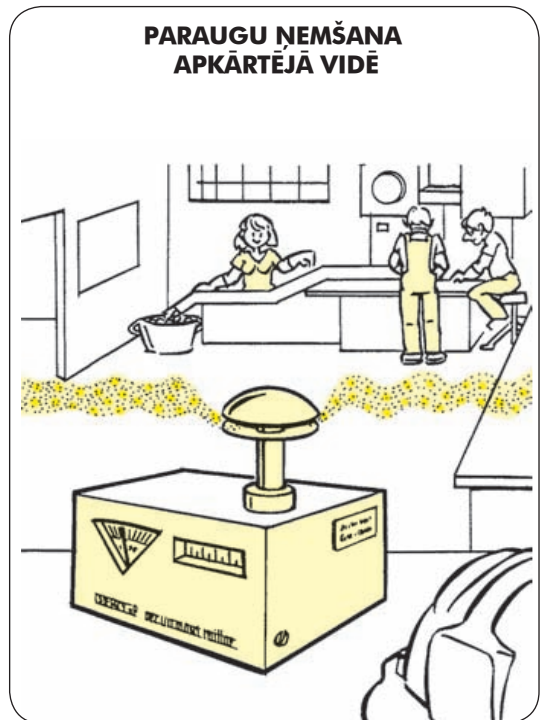
Individuālā paraugu ņemšanas ierīce nodrošina gaisa parauga iegūvi tieši nodarbinātā elpošanas zonā, kas ir ļoti svarīgi individuālajam darba vides riska novērtējumam. Atkarībā no to maksimālā gaisa plūsmas ātruma individuālās paraugu ņemšanas ierīces var iedalīt divās grupās: ar gaisa plūsmas ātrumu no 0,02 līdz 0,5 l/min un no 0,5 līdz 4,5 l/min. No tehniskās uzbūves viedokļa izvēli nosaka pamatmateriāla tips un analītiskās prasības attiecībā uz konkrēto ķīmisko vielu.

Iekārtas paraugu ņemšanai ar lielu gaisa plūsmas ātrumu galvenokārt tiek izman-

INDIVIDUĀLO PARAUGU ŅEMŠANA



PARAUGU ŅEMŠANA APKĀRTĒJĀ VIDĒ



totas vides paraugu ņemšanai, un parasti tās iespējams savienot virknēs, jo paraugu ņemšana notiek stacionārās vietās. Tām nepastāv ierobežojumi svarā vai izmēros kā individuālo paraugu ņemšanas iekārtām,

un gandrīz vienmēr tās strādā ar lielu gaisa plūsmas ātrumu (vairāki m³/h). To darbības princips tāpat balstās uz impulsu metodi, izmantojot centrālās ventilatorus.

ĶĪMISKĀS VIELAS KONCENTRĀCIJAS NOTEIKŠANA DARBA VIDES GAISĀ

Paraugu ņemšanu veic raksturīgākajās darba vietās. Izpildot vienādas darba operācijas ar līdzīgiem darba rīkiem, kontrolē darba vides gaisu pēc darba vietu izlases principa, izvēloties tās gan telpas centrā, gan telpas malās.

Gaisu analīzei ņem darba procesa laikā (tipiskos darba apstākļos) nodarbinātā elpošanas zonā – telpas daļas puslodē 0,3 m rādiusā –, kura apņem cilvēka seju, un tās centra viduspunkts ir starp acīm, bet pamats novietots uz līnijas, kas iet caur galvas vidu un balseni.

Darba maiņas laikā vai tehnoloģiskā procesa atsevišķu posmu laikā vienā darba vietā (punktā) ekspozīcijas novērtēšanai ņem ne mazāk kā trīs paraugus; nosakot fibrogēnas iedarbības aerosolus, ir pieļaujams viens paraugs.

Parauga ņemšanai un analīzei izmanto kalibrētas precīzas instrumentālas analītiskās mēriekārtas.

Ja gāzu un tvaiku koncentrācija (C_g) izteikta no temperatūras un gaisa spiediena neatkarīgās mērvienībās (ppm), tad, ņemot vērā vielas molmasu un gāzveida vielas mola ienemto tilpumu pie atbilstošas temperatūras, gāzveida ķīmiskās vielas masas koncentrāciju (C, mg/m³) aprēķina pēc šādām formulām:

$$C \text{ (mg /m}^3\text{)} = \frac{\text{Vielas molmasa}}{24.04} \times C_g \text{ (ppm)},$$

pie 20°C

$$C \text{ (mg /m}^3\text{)} = \frac{\text{Vielas molmasa}}{24.44} \times C_g \text{ (ppm)},$$

pie 25°C

Gāzveida ķīmiskās vielas masas koncentrāciju (C, mg/m³) izsakot kā gāzu un tvaiku koncentrāciju (C_g) no temperatūras un gaisa spiediena neatkarīgās mērvienībās (ppm), izmanto šādas pārrēķinu formulas:

$$C_g \text{ (ppm)} = \frac{24.04}{\text{Vielas molmasa}} \times C \text{ (mg /m}^3\text{)},$$

pie 20°C

$$C_g \text{ (ppm)} = \frac{24.44}{\text{Vielas molmasa}} \times C \text{ (mg /m}^3\text{)},$$

pie 25°C

Ķīmiskās vielas maiņas koncentrāciju nosaka šādi:

- astoņu stundu darba dienas vai maiņas laikā ņem vienu vai vairākus, citu citam sekojošus gaisa paraugus (darba vides gaisa daudzums, kuru ņem gaisa analīzei, lai izmērītu ņemtajā gaisa paraugā bīstamo vielu koncentrāciju), kuros veic nepieciešamās analīzes;
- paraugu ņemšanu veic, izmantojot individuālos gaisa uztvērējus (ierīces, kas uztver gaisu nodarbinātā elpošanas zonā), visas maiņas laikā vai arī vidējo rādītāju nosaka pēc atsevišķu maiņas laikā ņemtu analīžu rezultātiem;
- nosakot vidējo rādītāju pēc atsevišķu maiņas laikā ņemtu analīžu rezultātiem, to aprēķina kā vidējo laika pe-

riodam, kurā nodarbinātais veic visas tehnoloģiskā procesa operācijas;

- koncentrāciju aprēķinus veic pēc šādas formulas:

$$C_{\text{maiņā}} = \frac{\sum C_i t_i}{\sum t_i} = \frac{C_1 t_1 + C_2 t_2 + \dots + C_n t_n}{8}$$

kur:

$C_{\text{maiņā}}$ – apzīmē bīstamās ķīmiskās vielas vidējo aritmētisko koncentrāciju maiņā, mg/m^3 ;

C_1, C_2, \dots, C_n – bīstamās ķīmiskās vielas koncentrācija atsevišķos tehnoloģiskā procesa stadiju laika posmos (operācijās), mg/m^3 maiņas laikā;

t_1, t_2, \dots, t_n – tehnoloģiskā procesa atsevišķu stadiju (operāciju) ilgums – atbilstošais ekspozīcijas laiks, stundās;

$\sum t_i$ – viss maiņas ilgums stundās, piemēram, 8 stundas;

- darba vides novērtējums aptver vismaz 75% no maiņas laika, un to veic vairākās darba maiņās.

Ķīmiskās vielas koncentrācijas noteikšanu mērījumu laikā iegūtajos paraugos veic atbilstoši konkrētā gadījumā izmantotajai metodei un mērīšanas līdzeklim un iegūtos rezultātus salīdzina ar aroda ekspozīcijas robežvērtībām.

Nosakot bīstamo ķīmisku vielu koncentrāciju:

- ķīmisko vielu noteikšanas metodikai un mērīšanas līdzekļiem jānodrošina specifiska vielas noteikšana arī tad, ja darba vides gaisā ir citas vielas, vismaz 0,1 AER līmenī (orientējošai koncentrācijas noteikšanai pieļaujams 0,5 AER līmenis);
- noteiktās ķīmiskās vielas koncentrācijas summārā kļūda nedrīkst pārsniegt $\pm 25\%$;
- ķīmisko vielu koncentrāciju mērījuma rezultātu attiecina uz apstākļiem, kur gaisa temperatūra ir 20°C (293 K) un atmosfēras spiediens 760 mm Hg (101,23 kPa).

Orientējošu ķīmisko vielu koncentrāciju noteikšanu ar indikatorcaurulītēm un citiem indikatīviem mērīšanas līdzekļiem veic atbilstoši iekārtu ražotāja sniegtai informācijai, tajā skaitā – lietošanas instrukcijai, ievērojot darba vides gaisā vienlaicīgu citu vielu klātbūtni un to iespējamo ietekmi uz mērījumu rezultātiem;

Ātras iedarbības bīstamo vielu nepārtrauktai automatizētai kontrolei darba vidē izmanto ātras darbības gāzu analizatorus.

Ja mērījumos iegūst rezultātu, kas ir zem metodes noteikšanas robežas (minimālās ķīmiskās vielas koncentrācijas, ko var noteikt ar šo metodi), uzskata, ka nosakāmās ķīmiskās vielas koncentrācija ir puse no tās ķīmiskās vielas koncentrācijas, kas konkrētajai metodei noteikta kā metodes noteikšanas robeža.

PARAUGU ŅEMŠANAS IEKĀRTU KALIBRĒŠANAS NOTEIKUMI

Lai zinātu precīzu nosūktā gaisa parauga tilpumu un varētu veikt ķīmiskās vielas koncentrācijas aprēķinus darba vidē, balstoties uz iegūtiem analītiskiem datiem, ir nepieciešams iepriekš nokalibrēt paraugu ņemšanas iekārtu, uzstādot tās darba gaisa plūsmas ātrumu (nosūcamo litru daudzumu minūtē).

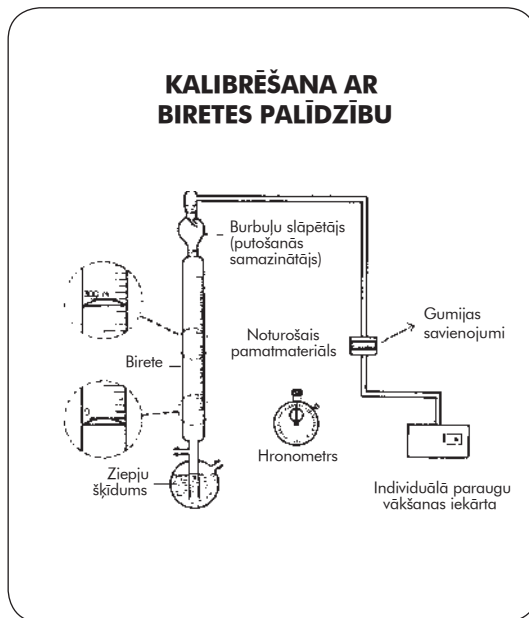
Darba higiēnā visbiežāk izmantojamie kalibrēšanas piederumi ir: manometri, kalibrācijas atveres, rotometri, gāzes skaitītāji un biretes ar ziepju šķīdumu.

Visvienkāršākajā individuālās paraugu ņemšanas aprīkojuma kalibrēšanas metodē izmanto bireti ar ziepju šķīdumu. Tās darbības princips pamatojas uz tā laika

mērīšanu, kurš paiet, vienam burbulītim pārvietojoties starp diviem noteiktiem bīretes punktiem (piemēram, fiksē laiku sekundēs, kurā burbulis pārvietojas 10 ml). Pašreiz pastāv arī pusautomātiska iekārta, kas darbojas pēc šā principa.

Paraugu ņemšanas ierīču kalibrēšanu jāveic gan pirms, gan pēc paraugu ņemšanas, lai pārbaudītu, vai sākotnējais kalibrējums nav ticis izmainīts paraugu ņemšanas laikā. Parasti uzskata par pieņemamu, ja atšķirības starp kalibrēšanas rezultātiem nepārsniedz 5%.

Jaunākās klases individuālie paraugu ņemšanas sūkņi paraugu ņemšanas laikā kontrolē iestādīto gaisa plūsmas ātrumu un sniedz informāciju par novirzēm paraugu ņemšanas gaitā.



MĒRĪŠANAS IEKĀRTU KVALITĀTES KONTROLE

Mērījumu, kas iegūti, izmantojot noteiktu mērīšanas aparāturu, rezultātu kvalitāte ir atkarīga no ierīces visu sastāvdaļu laba stāvokļa un pareizas funkcionēšanas kopumā. Lai nodrošinātu šādas aparātūras darbības nepieciešamos raksturlielumus, mēriekārtu nepieciešams periodiski pārbaudīt.

Tiešās nolasīšanas ierīces

Izmantojot kolorimetriskās caurulītes, var rasties sistemātiskas kļūdas aiz šādiem iemesliem:

- izgatavotāja vainas dēļ radusies kalibrēšanas kļūda;
- izmaiņas radušās nepareizas caurulīšu uzglabāšanas dēļ (vairumā gadījumu ieteicamā uzglabāšanas temperatūra nedrīkst pārsniegt 30 °C);
- notikusi aspirācijas sūkņa hermētiskuma samazināšanās;

- aizsērējuši iesūkņēšanas kanāli.

Lietderīgi periodiski pārbaudīt sūkņa darba tilpumu, iztīrīt kanālus un pastāvīgi ievērot ražotāja sniegtās instrukcijas par caurulīšu uzglabāšanas apstākļiem, kā arī par to derīguma termiņu.

Rīkojoties ar pārējo tiešās nolasīšanas aprīkojumu, nepieciešams ievērot izgatavotāja instrukcijas attiecībā uz tehnisko apkalpošanu un periodiskajām funkcionēšanas pārbaudēm.

Šajā sakarā sevišķi svarīgi atcerēties, ka monitoru sensoru šūniņām ir ierobežots darbības ilgums un ka tās periodiski jānoņem. To cena ir diezgan augsta un var atšķirties atkarībā no ražotāja markas.

Aprīkojums paraugu ņemšanai

Tā kā pasīvie uztvērēji tiek izmantoti tikai laiku pa laikam, nepieciešams stingri sekot, lai tie būtu cieši aizvērti līdz paraugu ņemšanas procesam un arī pēc tam, tas ļaus izvairīties no iespējamās paraugu piesārņošanas. Tos ieteicams uzglabāt ledusskapī, transportējot un izmantojot jācenšas izvairīties no to pārāk lielas pārkaršanas.

Aktīvas paraugu ņemšanas gadījumā ieteicams sekot, kādā stāvoklī atrodas baterijas pirms un pēc iekārtu izmantošanas, arī tad, ja iekārtas neizmanto ilgu laiku. Tāpat ir svarīgi periodiski testēt iekārtas tādos apstākļos, kas tuvi to ekspluatācijas apstākļiem, sevišķi laikā, kad tie ir identiski reālajiem.

**INDIVIDUĀLĀS PARAUGU ŅEMŠANAS
IEKĀRTAS PRASA ĪPAŠI SAUDZĪGU
APKOPI UN APIEŠANOS, JO TĀS
VIEGLI BOJĀJAS UN TO UZLĀDĒJAMĀS
BATERIJAS IR ĻOTI JUTĪGAS.**

Uztveršanas pamatmateriāls

Ir svarīgi pārbaudīt ķīmisko vielu paraugu ņemšanas ierīces (uztveršanas pamatmateriālus), kuras paredzēts izmantot, tās pareizi jānovieto attiecīgajos konteineros (filtri, uztvērēji ar uztveršanas šķidrumu, uztveršanas caurulītes, savienojošās detaļas u. c.). Paraugu ņemšanas iekārtas visu daļu labs stāvoklis un tās elementu pareizi uzstādījumi ļauj izvairīties no noplūdēm un citām kļūmēm, kuras var negatīvi ietekmēt pareizu iekārtas pielietojumu.

Paraugu transportēšana un uzglabāšana

Tūlīt pēc paraugu ņemšanas nepieciešams izdarīt visu, lai ar paraugiem nenotiktu

nekādas izmaiņas (piemēram, piesārņošanās, iztvaikošana, izlīšana, salūšana utt.). Tāda pati un vēl stingrāka nodrošināšanās pret kļūmēm nepieciešama, transportējot paraugus uz laboratoriju un tos uzglabājot.

Rekomendācijas un prasības, kas jāievēro, transportējot un uzglabājot paraugus, mainās atkarībā no nesēja pamatmateriāla tipa un uztvertās ķīmiskās vielas rakstura. Tomēr ir vērts pieminēt dažas vispārēja rakstura rekomendācijas, kuras parasti ir pielietojamas jebkuram paraugu ņemšanas aparatūras tipam:

- paraugu iepakojums jāaizlīmē vai hermētiski jāaizver;
- paraugus jāievieto kastītēs vai atbilstošās tilpnēs, izmantojot piemērotu iepakojuma pildvielu, lai nekustīgi nofiksētu paraugus un tādā veidā izvairītos no vibrācijas, triecieniem, salūšanas, izlīšanas utt.;
- katrai analogisku paraugu partijai jāpievieno etalonparaugs (kontrolparaugs no tās pašas partijas, kurš netika izmantots piesārņojuma vielas uztveršanai);
- lai izvairītos no paraugu piesārņošanas, nekad nedrīkst novietot vienā un tajā pašā konteinerā paraugus no vides un izejvielām, it sevišķi, ja izejvielas ir šķidrums vai arī tās satur gaistošas vielas;
- izvairīties no paraugu liekas karsēšanas, un nepakļaut tos tiešas intensīvas saules gaismas iedarbībai;
- neatvērt paraugus, pirms nav sāкта to analīze;
- nekavēties ar paraugu nogādāšanu uz laboratoriju;
- paraugus, kas iegūti, izmantojot absorbējošus šķidrumus vai cietvielas adsorbentus, jāuzglabā ledusskapī (apmēram 5–10 °C temperatūrā) līdz brīdim, kad sāk to analīzi.

ANALĪTISKĀ METODE

Analītiskā metode ir to darbību un procedūru virknes, kas nepieciešamas, lai noteiktu ķīmiskās vielas koncentrāciju vidē.

Minētā definīcija ir vispārīga, un, kad nepieciešams, tā ietver arī paraugu vākšanu. Tādā gadījumā runājam par diviem analītiskās metodes posmiem: paraugu ņemšanu, kad norādīts, kura no iepriekš aprakstītajām procedūrām izmantota un pēc kuras priekšrakstiem notiek paraugu vākšana, un analīzi, kas apraksta darbību kārtību, kādas veicamas ar paraugiem laboratorijā.

Metodes raksturlielumi

Katras konkrētas vielas koncentrācijas mērīšanai ir paredzētas noteiktas analītiskās metodes. Metodes princips, aparatūras tehniskie parametri, nosakāmie rādītāji kopā ar dažiem rezultātu kvalitātes aspektiem, kuri noteikti ar atbilstošu testu palīdzību, ir tā sauktie metodes raksturlielumi.

Mēriekārta, ko izmanto analītiskajā procesā, ir būtisks metodes raksturlielums;

lai izmantotu konkrētu metodi, ir nepieciešama atbilstoša aparatūra.

Standartizētās analītiskās metodes

Analītiskām mērīšanas metodēm jāatbilst noteiktām prasībām, lai tās varētu droši lietot ķīmiskās vielas noteikšanai. Metožu atbilstības minimālās prasības nosaka likumdošana vai vispārpieņemtās normas, atbilstības faktu apstiprina analīžu standartizācija, kuru veic vispirms vienā, bet pēc tam vēl vairākās laboratorijās, atbilstoši noteiktam analīžu protokolam. Pēc šādu pētījumu veikšanas, kuri ļauj izvērtēt metodes raksturlielumus, metode tiek apstiprināta kā standarts, ja raksturlielumi atbilst to pielietošanas prasību minimumam. Pretējā gadījumā metodei nepiešķir standarta statusu. Laboratorijai jāapstiprina sava prasme veikt darba vides mērījumus normatīvajos aktos noteiktā kārtībā (akreditētas testēšanas laboratorijas).

ANALĪTISKĀS METODES GALVENIE RAKSTURLIELUMI

Specifiskums: pielietojamības pakāpe, iespēja noteikt konkrēto vielu citu vielu klātbūtnē.

Interferences: citas vielas ietekmējoša blakus iedarbība, kas iespaido metodes rezultātus.

Metodes jutība: minimālā koncentrācija, kura statistiski ticami nosakāma ar doto metodi.

Darbības diapazons: ķīmiskās vielas koncentrācijas intervāls, kurā dotā metode var tikt pielietota ar apmierinošiem rezultātiem.

Precizitāte: pakāpe, kādā rezultāti atbilst reālajām vērtībām.

Izmantojamā analītiskā tehnika: mērinstruments, kas nepieciešams metodes realizācijai.

Analītiskās tehnoloģijas, kas var tikt izmantotas darba higiēnā

Analītiskās tehnoloģijas izvēli darba vietas gaisa kvalitātes izvērtēšanai galvenokārt nosaka ķīmisko vielu daba un mērījumu veikšanas apstākļi.

ANALĪTISKO METOŽU STANDARTIZĀCIJA
ĻAUJ IEGŪT REZULTĀTUS, KURIEM VAR
UZTICĒTIES DAŽĀDAS LABORATORIJAS.

VISVAIRĀK IZPLATĪTĀS ANALĪTISKO METOŽU TEHNOLOĢIJAS

Hromatogrāfiskās tehnoloģijas: gāzu hromatogrāfija (šķīdinātāji, gaistošie organiskie savienojumi), šķīdumu hromatogrāfija (organiskie savienojumi), jonu hromatogrāfija (sāļi).

Spektrofotometriskās tehnoloģijas: atomu absorbcija (metāli), fotometrija, polarogrāfija (gāzes, pesticīdi), luminiscentā analīze (šķidrās eļļas).

Rentgenogrāfiskās tehnoloģijas: rentgena staru laušana (kvarca putekļi, kristāliskie savienojumi).

Mikroskopijas tehnoloģijas: mikroskopu optika (azbesta šķiedras, putekļu daļiņu izmēri un forma).

Elektroķīmiskās tehnoloģijas: specifiskie elektrodi (hlorīdi, fluorīdi, cianīdi), anoda šķīšanas sprieguma mērīšana (metāli).

Gravimetriskās tehnoloģijas: (putekļi, kokvilna).

MĒRĪJUMU ATBILSTĪBA

Galvenā prasība, veicot mērījumus, ir tāda, ka tiem ar pietiekamu ticamību jāatpoguļo to ķīmisko vielu reālā iedarbība, kuras bija paredzēts izpētīt. Šī prasība var tikt konkretizēta ar vēl virkni noteikumu, kuriem jāpakļaujas mērīšanas procedūrai:

- procedūrai jānodrošina, lai rezultāti atbilstoši parādītu ķīmisko vielu ietekmi uz nodarbinātajiem;
- lai noteiktu ķīmisko vielu ietekmi uz nodarbināto viņa darba vietā, pēc iespējas jāizmanto individuālās paraugu atlases metodes, ar kurām gaisa paraugus ņem nodarbinātā elpošanas zonā;
- ja nodarbināto grupa veic vienu un to pašu darbu vienā un tajā pašā darba telpā un ir pakļauta līdzīgai ietekmei, var izdarīt mērījumus vienā darba vietā vai veikt paraugu atlasī, kas attiecas uz visu grupu un reprezentē rezultātus visai grupai;
- stacionārās mērīšanas metodes var tikt pielietotas, ievērojot nosacījumu, ka rezultāti ļauj novērtēt piesārņotāja ietekmi uz nodarbināto viņa darba vietā;
- šaubu gadījumā mērījumus veic lielākā riska punktā;
- mērīšanas procedūrai jāatbilst mērāmā aģenta agregātstāvoklim, jāuzrāda

iedarbības maksimālā vērtība un ekspozīcija visā darba procesa laikā;

- rezultātam jāatspoguļo ķīmiskās vielas koncentrācija tajās pašās vienībās, kurās tiek izteikta tās aroda ekspozīcijas robežvērtība;
- ir jābūt zināmam metodes rezultātu precizitātes raksturlielumam (mērījumu nenoteiktībai);
- ja mērījumu procedūra nav paredzēta speciāli konkrētam mērāmajam aģentam, rezultāti pilnībā jāattiecina uz aģentu, kurš ir mērījumu objekts;
- aerosolu koncentrācija ir jāmēra tādā veidā, lai paraugā būtu nodrošināta efektīva mērāmās ķīmiskās vielas ielpojamo frakciju atlase.

4

ĶĪMISKĀS VIELAS UN MAISĪJUMI: NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

VISPĀRĪGIE JĒDZIENI

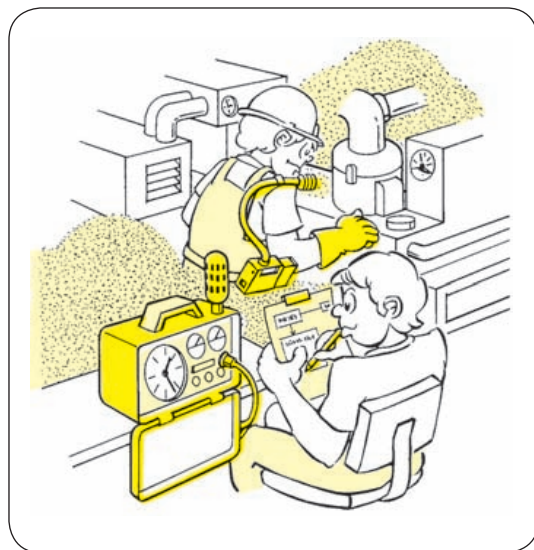
Ķīmisko vielu ekspozīcija ir sarežģīta parādība, kurā ir daudz mainīgu faktoru, kas saistās gan ar pašu cilvēku, gan ar ķīmisko vielu, gan ķīmiskās vielas iedarbības procesu. Šā procesa izsmeljoša izpēte ir ļoti sarežģīta un bieži nav izpildāma, jo trūkst nepieciešamo zināšanu un informācijas. Tā visa rezultātā neizbēgami rodas šādas iedarbības novērtējuma vienkāršojums, kura pamatā ir saņemtās kaitīgās vielas devas orientējoša noteikšana un pieņēmums, ka iegūto efektu izraisa tieši šī ķīmiskā viela.

ĶĪMISKO VIELU IEDARBĪBA IR SALIKTA PARĀDĪBA.

Kad sāk darba vietā sastopamo ķīmisko riska faktoru novērtēšanu, iegūst noteiktas kvantitatīvas vērtības, kuras atspoguļo gaisā esošo vielu koncentrāciju (ekspozīciju). Šīm vērtībām pašām par sevi nav lielas nozīmes. Lai būtu iespējams novērtēt bīstamību, kādu šīs ķīmiskās vielas varētu radīt cilvēku veselībai, ir jābūt kādam citam kritērijam. Apskatīsim šādu piemēru.

Pieņemsim, ka darba vides gaisā tika izdarīts ķīmisko vielu novērtējums un iegūti šādi rezultāti: oglekļa dioksīds – 50 ppm, oglekļa monoksīds – 50 ppm un fosgēns – 50 ppm. Saīsinājums "ppm" nozīmē "parts per million" un atbilst ķīmiskās vielas (gāzes vai tvaika) tilpuma daļām uz miljonu gaisa

daļu (ml/m^3). Pirmajā acu uzmetienā, ja nav zināmas dažādās šo gāzu nelabvēlīgās ietekmes uz cilvēka organismu, var pieņemt, ka bīstamība, kuru tās rada cilvēka veselībai, ir apmēram vienāda. Taču patiesībā tā nav. Oglekļa dioksīda koncentrācija ir zemāka nekā parasti atmosfērā un daudz zemāka nekā maksimāli pieļaujamais līmenis (5000 ppm). Oglekļa monoksīda jeb tvana gāzes koncentrācija neatbilst tam līmenim ($20 \text{ mg}/\text{m}^3$ jeb 17 ppm), kuru pieņem par pieļaujamo atbilstoši MK noteikumu Nr. 325 1. pielikumam. Taču fosgēna koncentrācija ir daudz augstāka nekā maksimāli pieļaujamā (0,1 ppm īslaicīgi vai 0,02 ppm



laika periodā līdz 8 stundām – atbilstoši MK noteikumu Nr. 325 1. pielikumam) un var izraisīt nāvi, pat iedarbojoties pavisam īsu laiku.

No iepriekšminētā izriet, ka, lai pareizi novērtētu ķīmisko vielu agresivitāti un riska līmeni, ir jābūt pieejamām rokasgrāmatās dotajām vērtībām, ar ko salīdzināt (Latvijā AER ir norādītas MK noteikumu Nr. 325 "Darba aizsardzības prasības saskarē ar ķīmiskajām vielām darba vietās" 1. pielikumā).

Vērtības, ko iegūst ķīmisko vielu mērīšanas rezultātā, kopā ar laiku, kurā nodarbinātais atrodas kontaktā ar vielu, ļauj izskaitļot ķīmisko vielu devu, ko var saņemt ieelpojot. Šī ekspozīcija, kopā ar papildinformāciju par veicamā darba veidu un ie-

spējamību ķīmiskajai vielai iekļūt organismā arī citā ceļā, ļauj izveidot pilnu ķīmiskās vielas reālo iedarbības ainu. Izmērītās ķīmiskās vielas ekspozīcijas salīdzinājums ar standartā noteikto aroda ekspozīcijas robežvērtību nosaka risku veselībai atbilstoši šim novērtēšanas kritērijam.

LAI NOVĒRTĒTU HIGIĒNISKO SITUĀCIJU, IR OBLIGĀTI NEPIECIEŠAMS ZINĀT NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJU.

Darba higiēnā ar novērtēšanas kritēriju saprot ķīmiskās vielas aroda ekspozīcijas robežvērtību, ar kuru salīdzina ražošanas vides novērtējuma rezultātus, lai izvērtētu risku, kādu viela var radīt cilvēka veselībai.

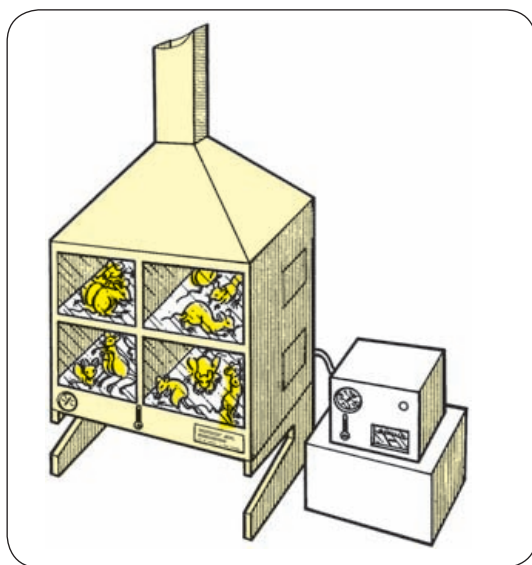
PAMATOJUMS NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJU VĒRTĪBU NOTEIKŠANAI

Maksimālās vērtības, kas noteiktas novērtēšanas kritērijā, pamatojas uz informāciju, kuru iegūst epidemioloģisko pētījumu rezultātā, eksperimentāli toksikoloģiskos pētījumos izmantojot dzīvniekus, pētījumos "struktūra – darbības veids" un eksperimentos ar brīvprātīgajiem.

Epidemioloģiskie pētījumi, kas ļauj nosacīt konkrētās ķīmiskās vielas iedarbības noteiktu efektu pārsvaru (fiksēto gadījumu skaits attiecībā pret visu iedzīvotāju skaitu), ir svarīga izejas datu bāze novērtēšanas kritērija noteikšanai. Galvenās grūtības, ar kurām saistīta šo pētījumu rezultātu atzišana par pamatotiem, ir iespējamās metodoloģiskās kļūdas (kontroles grupas izvēle, izvēlēta parauga atbilstība utt.) un pilnīgu datu trūkums par vielas iedarbību.

Eksperimentālos pētījumos uz dzīvniekiem iedarbojas ar zināmu ķīmisko vielu koncentrāciju laika periodā, kas ekvivalents ražošanas apstākļiem. Tas ļauj orientējoši

noteikt sakarību "iedarbība – rezultāts jeb deva – efekts". Šajā gadījumā sastopamas grūtības ar iegūto rezultātu adekvātu pārnesi no dzīvnieka uz cilvēku, tāpēc secinājumi ir jāizdara ļoti apdomīgi.



Nosakot sakarību starp noteiktas savienojumu grupas ķīmisko struktūru un to iedarbības rezultātiem uz cilvēka organismu, daļēji ir iespējams paredzēt toksisko efektu, ko izraisīs savienojums, kas tāpat iekļaujas šajā grupā, bet par kuru iepriekš nekas nav bijis zināms. Tāda rīcība ir parasta ļoti daudzās zinātnes nozarēs, sevišķi farmakoloģijā, tomēr tā ir saistīta ar zināmu risku, jo joprojām pastāv daudz maz izpētītu vai pavisam nezināmu ķīmisko savienojumu bioloģiskās iedarbības mehānismu. Ir jāņem vērā, ka vielas, kurām ir ļoti līdzīga struktūra, var izraisīt atšķirīgus efektus, piemēram: benzols un toluols, 2-nitropropāns un 1-nitropropāns, n-heksāns un heksāni. No pieminētajiem benzols un 2-nitropropāns – ir kancerogēni, n-heksāns – spēcīgs neirotoksīns, toties pārējiem nosauktajiem tās pašas grupas savienojumiem minētās iedarbības nenovēro.

Aizvien biežāk darba vidē rodas diskusijas par nanodaļiņām un to iespējamo iedarbību uz nodarbināto veselību. Nanotehnoloģija jeb nanozinātne (grieķu: *nanos* – punduris) ir tehnoloģijas un zinātnes nozare, kurā tiek pētītas struktūras, kuru izmēri ir salīdzināmi ar atomu un molekulu izmēriem, tas ir, to izmēri ir mērāmi nanometros (10^{-9} m; miljardā daļa no metra). Nanoobjektu izmēri ir robežās no 1 līdz 100 nm (lielākus priekšmetus par 100 nm neuzskata par nanoobjektiem). Nanoizmēru materiālus var izgatavot, izmantojot divas metodes: salipinot kopā molekulu pēc molekulas (no mazākiem objektiem); sasmalcinot lielākus objektus.

Nanotehnoloģiju jau pašlaik izmanto un aizvien plašāk izmantos nākotnē – elektronikā, sakaru tehnoloģijās, veselības aprūpē, farmācijā, vides kvalitātes uzlabošanā, enerģijas saglabāšanā un iegūšanā, lauksaimniecībā, pārtikas tehnoloģijā, kā arī ķīmijā, tekstilmateriālu virsmas apstrādē,

kosmētikā un citur, piemēram, materiālu zinātnēs (īpaši izturīgi keramikas materiāli), kosmētikā (ādas kopšanas līdzekļi, kas satur nanoliposomas, jauna veida aizsardzības līdzekļi pret saules iedarbību), ķīmijā (pēc speciāla pasūtījuma izgatavoti katalizatori, krāsas, lakas un citi virsmas pārklājumi), mājsaimniecībā (speciāli izgatavoti logu tīrīšanas līdzekļi), biomedicīnā (biosensori, implanti, jaunas paaudzes audu un biomiētiskie materiāli, speciālas ierīces medikamentu mērķtiecīgai ievadīšanai u. c.), enerģijas saglabāšanā un uzkrāšanā (solārās šūnas, tā sauktās solārās krāsas, baterijas, degvielu katalizatori), pārtikas ražošanā (necauraidīgas membrānas, antibakteriāli pulveri un citi), vides aizsardzībā (piesārņojumu neitralizēšanai – filtri, pulveri un citi), informāciju tehnoloģijā (datu uzglabāšanas vide ar ļoti augstu reģistrācijas blīvumu un jaunas plastiskas displeju tehnoloģijas).

Nanotehnoloģiju radītie produkti netiek uzskatīti par kaitīgiem cilvēka veselībai un videi, tomēr pastāv šaubas par dažu nanodaļiņu, nanolodīšu, nanocaurulīšu un nanošķiedru nelabvēlīgu ietekmi uz sabiedrības veselību: nodarbināto veselību un drošību darba vidē un patērētāju drošību un veselību. Mainoties zināmu ķīmisku vielu īpašībām, trūkst toksikoloģisko un ekotoksikoloģisko pētījumu datu. Šajā gadījumā iedarbības uz veselību efektus nevar noteikt, ņemot vērā vielas makroskopiskos izmērus, tās ir jānovērtē kā jaunas vielas. Eiropas Komisija un Padome, uzsverot drošības nozīmīgumu un atbildīgo pieeju, kā arī pievēršot īpašu uzmanību vispārējiem sociāliem, vides un veselības apsvērumiem, iesaka uz zinātnei balstītu nanoproduktu riska novērtēšanu veikt visos tehnoloģiju aprites cikla posmos – sākot ar projektēšanu, ražošanu, izplatīšanu, lietošanu un pārstrādi, tas ir, visā nanoproduktu dzīves cikla laikā. Īpaša uzmanība jāpievērš produktiem, kas jau ir

ES tirgū vai kuras tūdaļ laidīs tirgū – mājsaimniecības produktiem, kosmētikai, pesticīdiem, materiāliem, kuri paredzēti saskarei ar pārtiku, medicīnas precēm un ierīcēm.

Apsverot potenciālos kaitīgos veselības riskus saistībā ar nanotehnoloģijām, ir jāidentificē divi nanostruktūru veidi:

1) ja pati struktūra ir brīva nanodaļiņa un 2) ja nanostruktūra ir liela objekta sastāvdaļa.

Tieši saistībā ar brīvajām nanodaļiņām var rasties zināms cilvēka veselības un vides apdraudējums nanodaļiņu raksturīgo īpašību dēļ – ir lielāka aktīvā virsma uz masas vienību, lielāka mobilitāte un iekšējā enerģija. Palielinās iespējamie vielas kaitīgie efekti. Turklāt radot šādas jaunas daļiņas, materiālus un ierīces, ir ierobežoti zinātniski pierādījumi par potenciālo kaitīgumu, kas varētu radīt risku cilvēkam.

Brīvās nanodaļiņas var būt speciāli izstrādātas pielietošanai rūpniecībā vai sadzīvē saistībā ar to unikālajām īpašībām, vai arī tās var izdalīties neparedzēti no rūpniecībai vai mājsaimniecībai ražotajiem nanoproduktiem. Tāpēc arī ir iespējami atšķirīgi iedarbības mehānismi.



Dabīgas izcelsmes nanodaļiņas, kā arī tās daļiņas, kas izdalās neparedzēti cilvēka darbības rezultātā, iedarbojas uz cilvēku visā tā dzīves laikā, un galvenais iedarbības ceļš ir ieelpojot. Taču, pieaugot speciāli ražotajām nanodaļiņām – palielinoties to pielietojumam plaša patēriņa produktos, piemēram, kosmētikā, farmaceitiskajos preparātos, pārtikas iepakojumā, nozīmīgi var kļūt arī citi daļiņu iedarbības veidi uz cilvēka organismu – caur gremošanas traktu vai arī caur ādu.

Eksperimenti ar brīvprātīgajiem arī ir labs informācijas avots par devas un efekta saistību. Pats par sevi saprotams, tie tiek pielietoti tikai attiecībā uz zemas bīstamības pakāpes vielām un zemās koncentrācijās, piemēram, novērtē kairinošas vielas un nepatīkamas smakas, arī alergēnus.

Novērtēšanas kritērija izstrādāšanai un pielietošanai jādod atbilde uz diviem savā starpā saistītiem pamatjautājumiem: kādu maksimālo iedarbību uz veselību uzskatīt par «pieļaujamu» un kādu procentu no teorētiski iedarbībai pakļautās iedzīvotāju daļas ar atrasto paņēmieni iespējams reāli aizsargāt, ņemot vērā arī to, ka vienāda ķīmisko vielu iedarbība dažādiem cilvēkiem izraisa dažādus efektus.

Maksimāli pieļaujamā iedarbība uz veselību, kura tiek noteikta, izstrādājot kritēriju, ietver sevī arī maksimālās pieļaujamās devas vērtību. Līdzko šī vērtība ir izskaitļota un noteikti veicamā darba standartapstākļi, tiek ieteiktas dažas maksimālās vērtības attiecībā pret vidi, kuras var tikt aplūkotas no diviem redzes viedokļiem: kā maksimālās vērtības, kuras nedrīkst pārsniegt nekādā gadījumā, pazīstamas arī kā "augšējā robeža", vai arī kā vidējā maksimāli pieļaujamā vērtība ilgstošā iedarbības laikā, piemēram, 8 stundas katru dienu, 40 stundu nedēļā, 1 reizi mēnesī, 1 reizi gadā vai visā cilvēka darbības dzīves laikā. Pirmajā

gadījumā tiek mērīta nevis ķīmisko vielu iedarbība, bet tiek apstiprināts konkrēts fakts: vai nav pārsniegta vērtība, kuru nosaka bīstamības kritērijs. Abos gadījumos būs dotas maksimālās vērtības īslaicīgai iedarbībai, kuras atkarībā no formulējuma tiek salīdzinātas ar maksimālajām vērtībām.

**PASTĀV KRITĒRIJI, KURI NOSAKA
MAKSIMĀLI PIEĻAUJAMĀS
KONCENTRĀCIJAS, UN KRITĒRIJI,
KURI NOSAKA MAKSIMĀLI
PIEĻAUJAMĀS DEVAS.**

Izdarot novērtējumu ķīmisko vielu klātbūtnei vidē, kopā ar citiem faktoriem ir svarīgi tas, ka novērtēšanas kritērija noteikšanai izmanto vienu vai otru no minētajām pieejām. Praksē pastāv kritēriji, kuru noteikšanā izmanto gan pirmo, gan otro pieeju ar ierobežojumiem, lai nepieļautu ļoti augstas koncentrācijas iedarbību īsos laika periodos un reglamentētu hronisku vielas

iedarbības līmeni. Tāpat pastāv kritēriji, kuru noteikšanā izmanto abas pieejas kā viena otru papildinošas, atkarībā no konkrēto ķīmisko vielu īpašībām.

Izņemot tos gadījumus, kad ir darīšana ar normām un reglamentiem, kurus nosaka normatīvie akti, novērtēšanas kritēriji ir jāpielieto kā salīdzināšanai domāti rokasgrāmatu dati attiecībā uz mērījumu rezultātiem. Tos nedrīkst uzskatīt par robežvērtību starp bīstamiem un nekaitīgiem apstākļiem, un, izmantojot tos, vienmēr ir jāņem vērā faktori, kuri var izmainīt reālo ķīmisko vielu iedarbību.

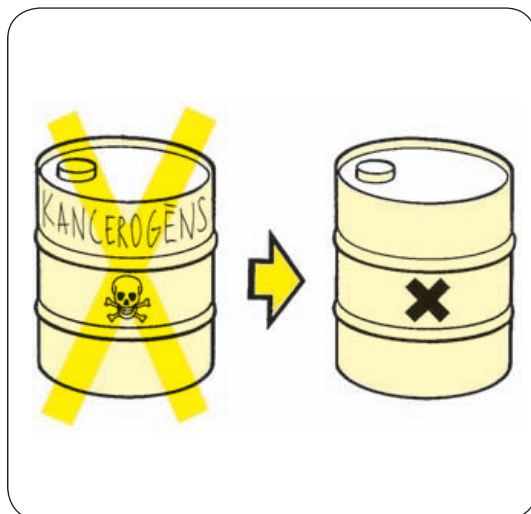
Pieņemamās ķīmisko vielu koncentrācijas vērtības darba vides gaisā, kuras nosaka dažādi novērtēšanas kritēriji, dažādās valstīs sakrīt tikai daļēji, tieši tādēļ, ka to noteikšana balstās uz dažādiem kritērijiem.

**NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI NENOSAKA
ROBEŽU STARP VESELĪBAI BĪSTAMIEM
UN DROŠIEM DARBA APSTĀKĻIEM.**

KANCEROĢĒNU UN ALERGĒNU NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vēl viens svarīgs aspekts, kuram nepieciešams pievērst uzmanību, ir minimālo vērtību noteikšana vielām, kuras izraisa ļoti smagus efektus tālākā perspektīvā (piemēram, kancerogēni) vai krasu momentānu iedarbības efektu un paaugstinātu jutību (alergēni).

Kancerogēnām vielām noteikt saistību starp iedarbību un izraisīto efektu (Jaundabīgie audzēji) ir problemātiski, jo, ņemot vērā ļoti dažādu blakus faktoru iesaistīšanos kancerogēnajā procesā, vienīgā ticamā atbilstība pastāv starp iedarbību un neoplastiskā procesa (vēža) attīstības varbūtību. Tāpēc noteikt "nekaitīgu" vērtību,



kura "garantē" veselību dotajā gadījumā, ir daudz sarežģītāk nekā ar ķīmiskajām vielām, kuras izraisa citus efektus. Šādā situācijā daudzi zinātnieki iesaka aizliegt tamlīdzīgu vielu izmantošanu, bet, ja to aizvietošana tehnoloģiskā ziņā ir pārāk apgrūtināta, iespējami samazināt to kaitīgo iedarbību, nenosakot šādos gadījumos nekādas orientējošas vērtības.

Alerģiju izraisošo vielu momentānā iedarbība uz cilvēkiem ar paaugstinātu jutību ir tik acīmredzama, ka ļoti grūti noteikt koncentrāciju, kas ļautu izvairīties no ve-

selībai kaitīgiem efektiem. Parasti tiek ieteikts aizvietot šos savienojumus ar mazāk bīstamiem vai, ja to nevar izdarīt, noturēt koncentrāciju vismazākā iespējamā līmenī. Arī šie līmeņi nekādā ziņā nav uzskatāmi par garantiju alerģisku cilvēku aizsardzībai, kuru reakcija var izpausties pat uz daudz mazāku alerģēna koncentrāciju nekā uz to, kuru var fiksēt ar parastajām analītiskajām metodēm. Reālais problēmas risinājums ir pilnībā novērst sensibilizētā nodarbinātā kontaktu ar alerģiju izraisošo vielu.

VIDES NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI UN BIOĻĪSKIE NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Darba higiēnas mērķis ir novērtēt, vai nodarbinātajiem pastāv reāls risks, salīdzinot kaitīgo vielu mērījumu rezultātus un to iedarbības laiku (ekspozīciju) ar noteiktajiem vērtēšanas kritērijiem. Noteiktas situācijas pieļaujamības vai nepieļaujamības novērtēšanas procedūra sastāv no datu iegūšanas par noteiktiem vides parametriem un gaisa piesārņojumu darba vidē, to salīdzināšanas ar kritērijiem, kas attiecas uz šo vidi un pastāvošajiem ražošanas apstākļiem.

Tomēr pastāv arī cita procedūra, ar kuras palīdzību var novērtēt ķīmiskās vielas iedarbības risku nodarbinātajiem: tā ir bioloģiskā kontrole (biomonitorings). Biomonitorings ir organismā uzņemto ķīmisko vielu vai to metabolītu (vielas, kuras rodas organismā ķīmisko aģentu transformācijas procesā) noteikšana biovidēs (izelpotais gaiss, asinis, urīns, siekalas, mati, izkārnījumi) vai vielu izraisīto organisma funkcionālo izmaiņu atklāšana. Tas nozīmē, ka šajā gadījumā, atšķirībā no vides kontroles, ir jānotiek ķīmiskās vielas daudzuma un tās bioloģiskās iedarbības novērtēšanai, kas izpaužas tieši nodarbinātā organismā.

Ķīmisko vielu iekšējā negatīvā iedarbība uz organismu vai iekšējā deva var tikt novērtēta ar trīs dažādiem paņēmieniem:

- kaitīgās vielas koncentrācija dažādās bioloģiskās vidēs neizmainītā veidā (piemēram, svins, dzīvsudrabs, arsēns u. c.);
- absorbētās ķīmiskās vielas metabolītu koncentrācija iepriekšminētajās vidēs (piemēram, fenola noteikšana urīnā benzola ekspozīcijas gadījumā);
- novērtējot noteiktās negatīvās izmaiņas, kuras notiek paša organisma funkcijās kā atbildes reakcija uz ķīmiskās vielas negatīvo ietekmi (piemēram, holinesterāzes aktivitātes nomākums fosfororganisko pesticīdu iedarbības rezultātā).

BIOMONITORINGS ĻAUJ IEPAZĪT ĶĪMISKĀS VIELAS IEKŠĒJO IETEKMI UZ NODARBINĀTĀ ORGANISMU.

Biomonitoringa veikšanai katrai ķīmiskajai vielai ir jāizvēlas atbilstošs mērīšanas paņēmiens (kurš tiek saukts par noteicošo). Ir jāatzīmē, ka dotais kontroles veids nekādā



veidā nav saistīts ar medicīnisko kontroli (obligātajām veselības pārbaudēm), kuras mērķis ir veselības aizsardzība un izsargāšanās no arodslimībām, veicot periodiskas veselības pārbaudes.

Līdzīgi kā apkārtējās vides novērtēšanas gadījumā arī bioloģiskajā kontrolē ir nepieciešams zināt noteiktus novērtēšanas kritērijus. Šo kritēriju vērtības galvenokārt ir iegūtas, pamatojoties uz pētījumiem par organisma cīņu ar toksiskām vielām, kuri tika veikti eksperimentālos apstākļos ar brīvprātīgajiem, uz kuriem iedarbojās ar pētāmām vielām, kā arī no epidemioloģiskiem pētījumiem ražošanā, kur nodarbinātie tika pakļauti noteiktām ķīmisko vielu koncentrācijām.

Divi visplašāk pazīstamie biomonitoringa kritēriji ir lielumi BEI, BAT un BER. BEI indeksi (bioloģiskās ekspozīcijas indekss – *Biological Exposure Indices*), kurus iesaka AVRHK (Amerikas Valsts rūpniecisko higiēnistu konferencē – *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*), ir konsultatīvi lielumi, kurus izmanto veselības riska novērtēšanai. Tie nosaka ķīmiskās vielas līmeni, kurš ar vislielāko varbū-

tību var tikt atrasts bioloģiskajos paraugos, kas ņemti no veselīgiem cilvēkiem, iepriekš pakļautiem ķīmisko savienojumu iedarbībai, ieelpojot tos TLV līmenī (*Threshold Limit Value* – sākotnējā robežvērtība). TLV vērtības, par kurām būs runa vēlāk, arī nosaka AVRHK.

Vācu darba aizsardzības speciālistu piedāvātais parametrs BAT (*Biologische Arbeitsstoff Toleranzwerte*) tiek definēts kā ķīmiskā savienojuma un tā metabolītu maksimālā pieļaujamā koncentrācija, kurai pastāvot, nenotiek nekādas novirzes no normālajiem bioloģiskajiem parametriem, ko šī viela varētu izraisīt cilvēka organismā. Turklāt saskaņā ar jaunākajiem zinātniskajiem datiem tāda koncentrācija parasti nekaitē nodarbinātā veselībai pat tad, ja tā periodiski atkārtojas un turpinās ilgu laiku.

Latvijas normatīvajos aktos (MK noteikumu Nr. 325 "Darba aizsardzības prasības saskarē ar ķīmiskajām vielām darba vietās" 3. pielikumā un MK noteikumu Nr. 219 "Kārtība, kādā veicama obligātā veselības pārbaude" 1. pielikumā), pamatojoties uz pasaules pieredzi, ir noteikti **BER – bioloģiskās ekspozīcijas**

rādītāji dažām ķīmiskām vielām. Atbilstoši MKnoteikumiem Nr. 325 "Darba aizsardzības prasības saskarē ar ķīmiskajām vielām darba vietās" bioloģiskās ekspozīcijas rādītāji (BER) ir nodarbinātā organismā uzņemto ķīmisko vielu un to metabolītu koncentrācijas un ķīmisko vielu izraisīto bioloģisko efektu rādītāji nodarbinātā bioloģiskajā vidē, ko nosaka veselīem nodarbinātajiem, kas pakļauti ķīmisko vielu un ķīmisko produktu iedarbībai aroda ekspozīcijas robežvērtības (AER) līmenī.

Jebkurā gadījumā biomonitoringam piemīt virkne priekšrocību salīdzinājumā ar vides kontroli:

- 1) tas aptver visus iespējamus ķīmiskās vielas iedarbības ceļus: ieelpojot, uzņemot caur ādu, caur gremošanas orgāniem un perkutāni;
- 2) tas atspoguļo cilvēka higiēniskās uzvedības īpatnības, tādās kā roku mazgāšana un smēķēšana vai ēšana darba vietā;
- 3) tas uzsver iedarbības konkrētos aspektus, tādus kā ķīmisko savienojumu uzsūkšanas individuālās atšķirības atkarī-

bā no cilvēka darba slodzes, ķīmiskās vielas daļiņu izmēra un šķīdības;

- 4) tas var novērtēt arī citus negatīvās iedarbības blakus faktorus, kuri ir atšķirīgi no ražošanā sastopamajiem, bet saistīti ar dzīves vietu, brīvā laika pavadīšanu, ēšanas paradumiem utt. Tie visi ir negatīvās iedarbības fona veidi.

Biomonitoringa galvenie trūkumi ir:

- iespējamās grūtības paraugu iegūšanā;
- atsevišķos gadījumos radušās problēmas saistībā ar konkrētības trūkumu par rezultātu interpretāciju;
- pietiekama novērtēšanai paredzētā uzziņas materiāla trūkums līdz pat šim laikam.

Pašreiz pastāv tendence izmantot vispārējos novērtēšanas kritērijus, kuri apvieno bioloģiskos un vides novērtēšanas kritērijus.

BIOMONITORINGS ĻOTI BIEŽI IR NEPIECIEŠAMS PAPILDINĀJUMS VIDES KONTROLEI.

TEHNISKA RAKSTURA NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Pastāv novērtēšanas kritēriji, kurus uzskata par tehniski realizējamiem un kurus izmanto darba higiēnas nozarē kā obligātās higiēnas normas; daudzas valstis tos ir pieņēmušas kā novērtēšanas kritērijus ar likumdošanas palīdzību. Pazīstamākie ir lielumi, kurus Amerikas Savienotajās Valstīs ieteikušas lietošanai divas institūcijas: *National Institute of Occupational Health (NIOSH)* – Nacionālais darba drošības un veselības institūts (NDDVI) un *American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)* – Amerikas Valsts rūpniecisko higiēnistu konference (AVRHK). Šīs organizācijas katru gadu publicē *TLV*

(*Threshold Limit Value*) vērtības, kuras plaši pazīstamas darba higiēnas jomā (tik plaši, ka abreviatūra *TLV* tiek uzskatīta par sinonīmu maksimālai pieļaujamai koncentrācijas vērtībai ražošanas atmosfērā).

NDDVI ir organizācija, kas pakļaujas federālajai administrācijai, kura kopā ar citiem pasākumiem īsteno arī periodisku pārbaudi un atjauno rekomendācijas, kuras attiecas uz kaitīgo vielu iedarbības maksimālajām vērtībām vai potenciāli bīstamajiem apstākļiem, kas pastāv ražošanas vidē. AVRHK noteiktos rādītājus sauc par *REL (Recommended Exposure Limits)* – ieteicamā ekspozīcijas robežvērtība) jeb maksimāli

pieļaujamās koncentrācijas. REL balstās uz datiem, kas publicēti atskaitēs, pazīstamās kā *Criteria Documents* – kritēriju dokumenti. REL vērtības ietver divus robežvērtību TWA (*Time-Weighted Average*) veidus: vidējos 10 stundu darba laikā, ja nav norādīts cits darba laika ilgums, un “maksimālās robežvērtības”, kuras noteic kā vislielāko pieļaujamo negatīvās iedarbības vērtību stingri noteiktā laika periodā, ne ilgākā par 15 minūtēm (*STEL – Short Term Exposure Limit*). REL robežvērtību lielumu sarakstā ir ietverti arī norādījumi par kancerogēniem un vielām, kuras absorbējas caur ādu.

AVRHK ir asociācija, kas apvieno darba higiēnas profesionālos speciālistus, kuri darbojas sabiedriskās organizācijās un universitātēs visā pasaulē, un tās galvenā mītne atrodas Amerikas Savienotajās Valstīs. AVRHK katru gadu publicē TLV sarakstus par ķīmisko vielu un fizisko aģentu iedarbību, kā arī bioloģiskās ekspozīcijas indeksus (BEI), par kuriem bija runa iepriekš. Tā pati asociācija izplata informāciju, uz kuras pamata balstās iepriekšminētās TLV un BEI vērtības (*Documentation of Threshold Limit Values* – dokumentācija par sākotnējām robežvērtībām). Šīs informācijas izpratne ir nepieciešama, lai pareizi pielietotu TVL un BEI.

TLV ķīmiskajiem aģentiem izsaka tādu dažādu vielu koncentrāciju gaisā, kuru nepārsniedzot, vairākums nodarbināto var atrasties dotajā vidē, negūstot draudus veselībai. Tā kā reakcijas var būt individuālas, ir pieļaujams, ka, pastāvot šādām vai zemākām koncentrācijām, zināms skaits nodarbināto var sajūst vieglu negatīvu ietekmi, bet ļoti retos gadījumos var saasināties agrāk pārciestās slimības vai attīstīties arodslimības. Ņemot vērā šādu ķīmisko vielu ietekmes atšķirību uz dažādiem cilvēkiem, tiek noteikti dažādi TLV vērtību tipi.

Ja TLV sarakstos kādai vielai ir norāde “caur ādu” (*skin*), tas nozīmē, ka pastāv potenciāla iespēja šai vielai uzsūkties caur ādu.

Kancerogēnas vielas speciāli tiek atzīmētas ar burtu “A” un ir sadalītas vairākās grupās.

Katrā TLV izdevumā tiek ietverta sadaļa “Priekšlikumi izmaiņu ieviešanai”, kurā publicēts to vielu saraksts, kurām TLV tiek noteikts pirmo reizi vai kurām tiek piedāvāts izmainīt vērtības vai izmantotos raksturlielumus.

TLV, KURUS PIEDĀVĀ AVRHK (ASV), IR VISVAIRĀK PAZĪSTAMĀIS UN VISVAIRĀK LIETOTĀIS TEHNISKĀS NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJS.

TLV – TWA

Aroda ekspozīcijas vidējā robežvērtība
jeb vidējā vērtība laika periodā

Tāda ķīmiskās vielas koncentrācija darba vides gaisā, kura visā darba laikā, strādājot 8 stundas dienā, bet ne vairāk par 40 stundām nedēļā, vairākumam nodarbināto neizraisa slimšanu un novirzes veselībā. TWA ir visbiežāk izmantojamais TLV normatīvais rādītājs.

TLV – C (CEILING)

Augšējā robežvērtība

Koncentrācija, kuru nedrīkst pārsniegt nekādā gadījumā. Vispārējā higiēnas prakse pieļauj šīs vērtības pārbaudei izmantotā parauga ņemšanas laiku, kas ilgāks par 15 minūtēm, izņemot gadījumus, kad viela var izraisīt momentānu spēcīgu kairinājumu vai iedarbību pat vēl īsākā laikā.

TLV – STEL

Short Term Exposure Limit (īslaicīgas iedarbības limits)
jeb aroda ekspozīcijas īslaicīgā vērtība

Tiek definēta kā vidējā negatīvu iedarbību izraisošā koncentrācija 15 minūšu garā laika periodā, kas nekādā gadījumā nedrīkst tikt pārsniegta darba dienas gaitā, pat ja iedarbības vidējā vērtība darba dienas 8 stundās ir zemāka par TLV – TWA. Tā nedrīkst atkārtoties vairāk kā 4 reizes dienā, un starp divām iedarbības reizēm, kas seko viena otrai, ir jāpaiet laikam, kas nav īsāks par 60 minūtēm. Vielu skaits, kurām ir norādīts STEL, pēdējos izdevumos pastāvīgi saīsinās, jo nav pieejami pietiekami toksikoloģiskie dati. To vietā tiek uzrādītas vērtības, kuras uzrāda no vidējās vērtības pieļaujamo noviržu robežas. Šīs robežvērtības pamatojas uz orientējošiem aprēķiniem, kas veikti, izmantojot statistikas datus saskaņā ar šādu rekomendāciju: īslaicīgās iedarbības vērtība var trīs reizes pārsniegt TLV – TWA vērtību ne ilgāk kā 30 minūtes darba dienas laikā un nekādā gadījumā nedrīkst to pārsniegt 5 reizes, ņemot vērā, ka TLV– TWA darba dienas vērtība netiek pārsniegta.

ES NORMATĪVIE AKTI

Sākot ar 1978. gadu, ES Padome ir pieņēmusi dažādas direktīvas un rezolūcijas attiecībā uz darba drošību un nodarbināto veselības aizsardzību. Vienlaikus tika nodibināta Konsultatīvā komiteja darba drošības, nodarbināto higiēnas un veselības aizsardzības jautājumos.

Darba aizsardzības pamatprasības ir noteiktas ES 1989. gada 12. jūnija "jumta" direktīvā Nr. 89/391/EEC par pasākumu ieviešanu, kas uzlabo nodarbināto drošību un veselības aizsardzību viņu darba vietās, un tās prasības ir iestrādātas Darba aizsardzības likumā (20.06.2001.). Šī direktīva detalizēti apraksta darba devēju un nodarbināto pienākumus un darbojas kā regulējoša direktīva.

Pastāv komiteja, kas nodarbojas ar Direktīvas Nr. 89/391/EEC tehnisko ieviešanu un izskata priekšlikumus par maksimālo pieļaujamo vērtību ieviešanu. Ir arī zinātniskas un citas atbilstošas komitejas, kuras nodarbojas ar ES likumdošanas pastāvīgu uzlabošanu.

Pēdējās izmaiņas šajā jomā veiktas, piemēram, šādos ES normatīvajos aktos:

- Komisijas Direktīva 2009/161 ES (2009. gada 17. decembris), ar kuru, īstenojot Padomes Direktīvu 98/24/EK, izveido darbavietā pieļaujamo indikatīvo iedarbības robežvērtību trešo sarakstu un groza Komisijas Direktīvu 2000/39/EK;
- Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva 2009/148/EK (2009. gada 30. novembris) par darba ņēmēju aizsardzību pret risku, kas saistīts ar pakļaušanu azbesta iedarbībai darba vietā;
- Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva 2009/104/EK (2009. gada 16. septembris) par drošības un veselības aizsardzības minimālajām prasībām, darba ņēmējiem lietojot darba aprīkojumu darbā (otrā atsevišķā direktīva Direktīvas 89/391/EEK 16. panta 1. punkta nozīmē).

ES ĪSTENO SVARĪGU LIKUMRADOŠU DARBĪBU DARBA HIGIĒNAS JOMĀ.

LATVIJAS NORMATĪVIE AKTI

Eiropas direktīvās definētie principi par darba drošību un nodarbināto veselības aizsardzību, saskaroties ar ķīmiskām vielām darba vietās, ir iestrādāti Latvijas normatīvajos dokumentos (likumos, MK noteikumos, standartā, rīkojumos). ES darba drošības un veselības aizsardzības standartu ieviešanas process pašlaik notiek. Svarīgākie normatīvie dokumenti, kas izdoti Latvijā ķīmisko vielu un ķīmisko produktu veselības riska novēršanā un mazināšanā, ir:

Darba likums – nosaka darba devēja atbildību par higiēnisko un medicīnisko pasākumu ieviešanu nodarbināto veselības saglabāšanai;

Darba aizsardzības likums – garantē nodarbināto drošību un veselības aizsardzību darbā, nosakot darba devēju, nodarbināto un valsts institūciju pienākumus, tiesības un savstarpējās attiecības darba aizsardzībā.

Saskaņā ar Darba aizsardzības likumu izdotie MK noteikumi par ķīmisko vielu un ķīmisko produktu riska novēršanu un samazināšanu:

- Darba vides iekšējās uzraudzības veikšanas kārtība (Nr. 660 (2007.));
- Darba aizsardzības prasības darba vietās (Nr. 359 (2009.));
- Darba aizsardzības prasības saskarē ar ķīmiskajām vielām darba vietās (Nr. 325 (2007.)); pakārtots arī Ķīmisko vielu likumam);
- Kārtība, kādā veicama obligātā veselības pārbaude (Nr.219 (2009.));
- Darba aizsardzības prasības darbā ar azbestu (Nr. 852 (2004.));
- Darba aizsardzības prasības, saskaroties ar kancerogēnām vielām darba vietās (Nr.803 (2008.)).

Ķīmisko vielu likums, kura mērķis ir nepieļaut, aizkavēt vai mazināt tā kaitējuma iespējamību, ko ķīmiskās vielas un maisījumi tiem piemītošo īpašību dēļ var nodarīt videi, cilvēku veselībai un īpašumam, un šis likums nodrošina informāciju par ķīmisko vielu īpašībām un bīstamību. Pamatojoties uz šo likumu, saistībā ar ķīmisko vielu un ķīmisko produktu riska novēršanu un samazināšanu izdoti šādi MK noteikumi:

- 29.06.2010. noteikumi Nr. 575 "Noteikumi par ķīmisko vielu un maisījumu uzskaites kārtību un datu bāzi";
- 13.04.2010. noteikumi Nr. 350 "Kārtība, kādā dezinfekcijas, dezinfekcijas un deratizācijas pakalpojumu sniedzējs paziņo par komercdarbības uzsākšanu";
- 07.07.2009. noteikumi Nr. 748 "Noteikumi par fosfātus saturošu veļas mazgāšanas līdzekļu tirdzniecības ierobežojumiem";
- 15.05.2007. noteikumi Nr. 325 "Darba aizsardzības prasības saskarē ar ķīmiskajām vielām darba vietās";
- 03.04.2007. noteikumi Nr. 231 "Noteikumi par gaistošo organisko savienojumu emisijas ierobežošanu no noteiktiem produktiem";
- 13.12.2005. noteikumi Nr. 949 "Noteikumi par bīstamo ķīmisko vielu sarakstu";
- 06.09.2005. noteikumi Nr. 688 "Noteikumi par ozona slāni noārdošām vielām un fluorētām siltumnīcefekta gāzēm, kas ir aukstuma aģenti";
- 19.07.2005. noteikumi Nr. 532 "Noteikumi par rūpniecisko avāriju riska novērtēšanas kārtību un riska samazināšanas pasākumiem";
- 17.08.2004. noteikumi Nr. 723 "Noteikumi par ķīmisko vielu lietošanas

ierobežojumiem elektriskajās un elektroniskajās iekārtās”;

- 15.04.2003. noteikumi Nr. 184 “Prasības darbībām ar biocīdiem”;

- 03.09.2002 noteikumi Nr. 398 “Prasības laboratoriju darba kvalitātei un laboratoriju inspicēšanai”;

- 12.03.2002. noteikumi Nr. 107 “Ķīmisko vielu un ķīmisko produktu klasificēšanas, marķēšanas un iepakšanas kārtība”;

- 23.10.2001. noteikumi Nr. 448 “Noteikumi par nepieciešamo izglītības līmeni personām, kuras veic uzņēmējdarbību ar ķīmiskajām vielām un ķīmiskajiem produktiem”.

Katrai ķīmiskajai vielai un maisījumam piemīt savas īpašības, kas ietekmē arī iespējamo iedarbību uz nodarbinātā veselību. Šī informācija ir pieejama drošības datu lapās, ko bīstamas ķīmiskās vielas vai bīstama ķīmiskā maisījuma ražotājs vai importētājs aizpilda par attiecīgo ķīmisko vielu vai ķīmisko maisījumu un izsniedz vielas vai bīstamā ķīmiskā maisījuma saņēm-

mējam (REACH regulas prasība – **Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals**). No darba aizsardzības viedokļa, svarīgākā drošības datu lapās esošā informācija ir maisījuma sastāvs un ziņas par tā sastāvdaļām, bīstamības raksturojums, pirmās palīdzības pasākumu apraksts, ugunsdrošības un sprādziendrošības pasākumu apraksts, avārijas gadījumā veicamo pasākumu apraksts, uzglabāšanas un lietošanas noteikumi, darba drošības noteikumi, ziņas par iespējamiem utilizācijas veidiem, informācija par transportēšanu, informācija par normatīvajiem aktiem, kas reglamentē darbības ar attiecīgo ķīmisko vielu vai ķīmisko maisījumu, cita no drošības, vides, cilvēku dzīvības un veselības aizsardzības viedokļa nozīmīga informācija.

LATVIJAS DARBA UN DARBA AIZSARDZĪBAS TIESĪBU AKTI TIEK SASKAŅOTI AR ATTIECĪGĀM ES NORMĀM.

LATVIJĀ UN DAŽĀS VALSTĪS LIETOŠANAI PIENĒMTIE ARODA EKSPOZĪCIJAS NORMATĪVI

Dažās Eiropas valstīs ir savi nacionālie normatīvi, kuriem par pamatu reizēm tiek ņemtas ASV AVRHK piedāvātās vērtības. Šiem normatīviem ir atšķirīgas noteiktās likumīgās robežas, kā tas ir novērojams Spānijā. Tabulā ir doti raksturlielumi, kas pieņemti Vācijā, Lielbritānijā, Zviedrijā un ASV dažādās likumdošanas institūcijās, ieskaitot PEL vērtības (*Permissible Exposure Limits* – negatīvās ekspozīcijas jeb iedarbības pieļaujamās robežas), kuras noteikusi Nodarbinātības un veselības aizsardzības administrācija (NVAA) un kā tehniskos kritērijus ieteikuši NDDVI un AVRHK. Tabulā pievienotas Latvijā noteiktās AER (8 stundu un īslaicīgās).

Latvijā atbilstoši Darba aizsardzības likumam un MK noteikumiem Nr. 325 darba aizsardzības prasībās saskarē ar ķīmiskajām vielām darba vietās ir noteiktas aroda ekspozīcijas robežvērtības, kas ietvertas minēto noteikumu 1. pielikumā. Minēto noteikumu 3. pielikumā ir noteikti šādi bioloģiskās ekspozīcijas rādītāji:

1. BER svinam (Pb):

1) asinīs ir 40 µg Pb/100 ml (references lielums – svina koncentrācijai asinīs aroda neeksponētai populācijai ≤ 10 µg/100 ml). Atkārtota asins analīze tiek veikta pēc 2 mēnešiem, ja svina līmenis ir 40–60 µg/100 ml. Ja svina līmenis ir > 60 µg/100 ml, nepie-

ciešama pārceļšana darbā, kur nav saskares ar svīnu, veselības aprūpe un atkārtota Pb līmeņa kontrole;

2) klīniskā asinsaina, retikulocīti un bazofīlu punktainā graudainība eritrocītos;

3) koproporfirīns urīnā – 100 $\mu\text{g/g}$ kreatinīna (references lielums 22–57 $\mu\text{g/g}$ kreatinīna);

4) aminolevulināskābe urīnā – 5 mg/g kreatinīna (references lielums 0,5–2,5 mg/g kreatinīna).

2. BER dzīvsudrabam (Hg):

1) asinīs ir 15 $\mu\text{g Hg/l}$ (references lielums dzīvsudraba koncentrācijai asinīs ar da neekspozētai populācijai < 1 $\mu\text{g/l}$);

2) urīnā ir 35 $\mu\text{g Hg/g}$ kreatinīna jeb 50 $\mu\text{g Hg/l}$ (references lielums dzīvsudraba koncentrācijai urīnā < 5 $\mu\text{g Hg/g}$ kreatinīna jeb 3,5 $\mu\text{g/l}$).

3. BER kadmijam (Cd):

1) asinīs ir 5 $\mu\text{g Cd/l}$ (references lielums kadmija koncentrācijai asinīs ar da neekspozētai populācijai (nesmēķētājiem) < 1 $\mu\text{g/l}$);

2) urīnā ir 5 $\mu\text{g Cd/g}$ kreatinīna jeb 6 $\mu\text{g/l}$ (references lielums kadmija koncen-

trācijai urīnā ar da neekspozētai populācijai (nesmēķētājiem) < 0,5 $\mu\text{g/l}$).

4. BER hromam (Cr) urīnā ir 10 $\mu\text{g Cr/g}$ kreatinīna, mainoties maiņas laikā (references lielums kopējā hroma koncentrācijai asinīs ar da neekspozētai populācijai < 0,5 $\mu\text{g/l}$, urīnā – < 0,5 $\mu\text{g/l}$).

5. Organiskiem šķīdinātājiem (benzols, toluols, stirols) nosaka to metabolītus un/vai šādas ķīmiskās vielas:

1) benzolam – urīnā maiņas beigās nosaka fenolu (BER 25 $\mu\text{g/g}$ kreatinīna);

2) toluolam – urīnā maiņas beigās nosaka hipurskābi (BER 1,6 g/g kreatinīna), asinīs – toluolu (BER 0,05 mg/l);

3) stirolam – urīnā maiņas beigās nosaka mandeļskābi (BER 0,8 g/g kreatinīna), asinīs – stirolu (BER 0,55 mg/l).

6. Fosfororganiskiem savienojumiem nosaka holinesterāzes aktivitāti eritrocītos, BER 70% no bāzes līmeņa.

MK noteikumos Nr. 803 "Darba aizsardzības prasības, saskaroties ar kancerogēnām vielām darba vietās" ir norādīts kancerogēnu saraksts un to ar da ekspozīcijas robežvērtības.

DAŽI VIDES NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJU IEVIEŠANAS UN PIELIETOŠANAS ASPEKTI

Ieviešot maksimālās pieļaujamās robežvērtības, ir jāņem vērā divi galvenie aspekti: maksimālās pieļaujamās vērtības tips (augšējā robežvērtība, vidējā vērtība) un tās mērīšanas procedūra. Ja abi aspekti ir neskaidri formulēti, tehniski ir ļoti grūti garantēt to ievērošanu.

No otras puses, lai precīzi novērtētu risku, kuru veselībai rada ķīmiskās vielas klātbūtne gaisā mērījumos noteiktās koncentrācijās, ir jānovērš šādas nenoteiktības:

- veiktās paraugu atlases reālā reprezentativitāte;

- izmantojamās analītiskās metodes precizitāte (paraugu ņemšana un to analīze);
- drošības pakāpe, kuru veselības aizsardzībai sniedz pati izvēlētā maksimāli pieļaujamā vērtība (novērtēšanas kritērijs);
- citi aspekti, kas tieši vai netieši var ietekmēt riska novērtēšanu, piemēram, darba slodze (ja tā jau neietilpst novērtēšanas kritērijā), paradumi un kaitīgie paradumi ārpus darba vietas.

Ja novērtēšanas kritērijs nav saistīts ar normatīviem dokumentiem vai konkrētām

instrukcijām par tā ieviešanu un pielietošanu, tad tas tiek lietots kā rekomendējoša un orientējoša vērtība.

**TEHNISKI IR ĀRKĀRTĪGI GRŪTI
NODROŠINĀT GARANTIJAS
NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJA
PIELIETOŠANĀ.**

LATVIJĀ UN DAŽĀS CITĀS VALSTĪS LIETOŠANAI PIENĒMTIE ARODA EKSPOZĪCIJAS NORMATĪVI								
Valsts Organizācija	Maksimālā vidējā pieļaujamā robežvērtība laika periodā	Īslaicīgi pieļaujamā robežvērtība	Augšējā robežvērtība	Robežvērtību pieļaujamās izmaiņas	Uzsūkšanās caur ādu	Kancerogēns	Alergēns	Risks grūtniecībai
Amerikas Savienotās Valstis NDDVI	REL-TWA 10 h/dienā		REL-augšējā rob. 15 min		Speciāls apzīmējums	Speciāls apzīmējums		
AVRHK	TLV-TWA 8 h / dienā 40 h /nedēļā	TLV-STEL 15 min < 4 reizes / dienā 60 min starp reizēm	TLV-augšējā rob. Maks. konc. (analīze 15 min)	3xTWA < 30 min / darba dienā 5xTWA maks.	Speciāls apzīmējums	A1: apstiprinās cilvēkiem; A2: iespējams cilvēkiem		
NDA	REL-TWA 8 h / dienā 40 h /nedēļā	REL-STEL 15 min	REL-augšējā rob. Maks. konc. (analīze 15 min)		Speciāls apzīmējums			
Vācija DFG	MAK 8 h / dienā 40 h /nedēļā			Piecas kategorijas I-V	Speciāls apzīmējums	A1: pārbaudīts uz cilvēkiem A2: pārbaudīts uz dzīvniekiem B: visticamāk iesp.	Speciāls apzīmējums	Speciāls apzīmējums. Četras grupas: A, B, C, D
Lielbritānija HSC	MEL un OES 8 h / dienā	MEL un OES 10 min			Speciāls apzīmējums			
Zviedrija NBOSH	LLV 8 h/dienā	STV 15 min	CLV 15 min		Speciāls apzīmējums	Speciāls apzīmējums	Speciāls apzīmējums	
LATVIJA Ministru kabinets	*AER 8h/dienā	*AER- īslaicīgā (15 min)			Speciāls apzīmējums	Speciāls apzīmējums	Speciāls apzīmējums	Speciāls apzīmējums

DFA – Deutsche Forschungsgemeinschaft; MAK – Maximale Arbeitsplatz Konzentrationen; HSC – Health and Safety Commission; MEL – Maximum Exposure Limits; OES – Occupation Exposure Standards; NBOSH – National Board of Occupational Safety and Health; LLV – Level Limit Value; STV – Short Term Value; CLV – Ceiling Limit Value.

Kā ļoti labu informācijas avotu iespējams minēt ASV Nacionālā darba drošības un veselības institūta (National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)) uzturēto informācijas avotu NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards – <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

Tajā tiek apkopoti pieejamie dati par ķīmiskajām vielām, kuri ir būtiski darba vidē.

5

ĶĪMISKĀS VIELAS UN MAISIJUMI: IEDARBĪBAS KONTROLE

VISPĀRĒJIE PRINCIPI

Iepriekšējās nodaļās mēs uzzinājām, ka ķīmisko vielu iedarbība darba vidē var radīt risku nodarbināto veselībai un ka šī riska pakāpe lielā mērā ir atkarīga no ķīmiskās vielas koncentrācijas un tās iedarbības laika.

Lai aizkavētu ķīmisko vielu iedarbību uz nodarbināto veselību, jāveic to koncentrācijas un iedarbības laika samazināšanas pasākumi. No otras puses, lai kāda ķīmiska viela varētu iekļūt plaušās, tai jāatrodas gaisā dispersā stāvoklī. Vielav avots ir iekārta vai ierīce, no kuras ķīmiskā viela izplatās apkārtējā darba vidē. Ķīmiskajai vielai atrodoties un izplatoties darba vides gaisā, tā var nonākt nodarbinātā elpošanas zonā un no turienes nokļūt viņa plaušās.

Svarīgākie preventīvie pasākumi, kurus jāveic ķīmisko vielu izraisītā riska samazināšanai, ietver darbības, kas vērstas uz piesārņojuma avotu, un darbības, kas vērstas uz apkārtējo ražošanas vidi kopumā.

Nodarbinātā paš aizsardzības stimulēšana, informācijas saņemšana un apmācība ir ļoti svarīgi profilaktiski pasākumi.

Viena no visbiežāk lietojamām (kaut arī ne vienmēr pareizākajām) ķīmisko vielu iedarbības riska samazināšanas metodēm ir individuālās aizsardzības līdzekļu lietošana. Ņemot vērā šā jautājuma svarīgumu, tam tiks veltīta atsevišķa nodaļa, tāpēc pašlaik šo tēmu neaizskarsim.

DARBĪBAS, KAS VĒRSTAS UZ PIESĀRŅOJUMA AVOTU

Izmaiņu ieviešana ražošanas procesā

Nopietnu izmaiņu ieviešana jau ekspluatējamā ražošanas procesā ir saistīta ar lieliem izdevumiem un vēl lielāku pretestību šai darbībai. Tehniskie speciālisti, kas iz-

strādājuši šo procesu, parasti nepiekrīt, ka projektā nav ņemti vērā noteikti riski, kuri pēc tam ikdienas darba gaitā kļuvuši acīmredzami. Lielie izdevumi tiek izmantoti kā arguments, lai atbalstītu to speciālistu pozīcijas, kuri uzskata, ka veikt kādas nopietnas izmaiņas nav reāli.



Tomēr tehnoloģijas vēsturē ir daudz piemēru, kas pierāda, ka panākt izmaiņas ilgākā perspektīvā ir pilnīgi iespējams.

Visiem zināms piemērs ir azbests, kurš pēkšņi pārstājis būt par brīnišķīgu un neaizvietojamu materiālu, par kādu tas tika uzskatīts pirms septiņdesmit gadiem. Tā izmantošana ir aizliegta, turklāt arī azbesta demontāža veicama, ievērojot ļoti stingrus piesardzības pasākumus. Un šā aizlieguma dēļ nekādas katastrofas nav notikušas. Citu analogisku gadījumu mēs saskatām nākotnes perspektīvā, aizliedzot izmantot smilšu strūklas tehnoloģijas, kuras būs jāaizvieto citām, pret nodarbinātajiem mazāk agresīvām tehnoloģijām. Tomēr jāatzīst, ka nopietnas izmaiņas ražošanas procesā ļoti bieži patiešām var būt neizpildāmas. Tas neizslēdz daļēju izmaiņu ieviešanu, kuras var izrādīties pietiekami efektīvas nodarbināto aizsardzībai.

IZDARĪT IZMAIŅAS RAŽOŠANAS PROCESĀ NE VIENMĒR IR IESPĒJAMS, BET BIEŽI NAV ARĪ NEIESPĒJAMI.

Viena no izmaiņām ražošanas procesā, kas ļoti bieži var sniegt vēlamo rezultātu, ir viena ķīmiska maisījuma **aizvietošana** ar citu, mazāk kaitīgu. Tas īpaši attiecas

uz palīgmateriāliem, piemēram, šķīdinātājiem. Pret šādu iespēju parasti arī tiek izvirzīti iebildumi, aizbildinoties ar to, ka iespējamie aizvietotāji vienkārši neeksistē, bet, ja tādi pastāv, tad ir daudz dārgāki utt. Tomēr zināmi neskaitāmi aizvietošanas piemēri, kura tika veikta tāpēc, lai aizsargātu nodarbināto veselību. Benzola izslēgšana no krāsu sastāva un tā aizstāšana ar mazāk agresīvu šķīdinātāju vai citu hloru saturošu šķīdinātāju izmantošana tradicionālā un pārāk toksiskā trihloretilēna vietā – tie ir tikai divi plašāk pazīstamie gadījumi, un tie, protams, nav vienīgie.

Pirms pabeigt šo nodaļu, gribētos atgādināt, ka jebkurš preventīvs pasākums attiecībā pret jau ekspluatācijā esošām iekārtām vienmēr būs daudz mazāk efektīvs un daudz dārgāks nekā tad, ja tas būtu paredzēts jau projekta stadijā, kas ļautu to integrēt iekārtās, nevis vēlāk nodarboties ar klasisko laužņu un āmura pielietošanu. Tāpēc svarīgi jau projekta stadijā iesaistīt nodarbinātos, kas vēlāk būs iekārtu "lietotāji", kuri ar šīm iekārtām strādās. Nodarbināto pieredze, ko viņi ieguvuši, strādājot ar analogiskām iekārtām, palīdz uzrādīt un jau pašā sākumā novērst problēmas, par kurām tehniskie speciālisti savos kabinetos bieži aizmirst.

VISLABĀKIE RISINĀJUMI TIEK IETEIKTI PROJEKTĒŠANAS STADIJĀ.

Izolēšana

Viena no visbiežāk izmantotajām metodēm ir tās darbības izolēšana, kas ietver potenciālu piesārņojuma radīšanu, no citām atdalītā telpā. Atsevišķā telpā kļūst iespējama specifisku preventīvu pasākumu pielietošana daudz efektīvāk un ekonomiskāk nekā tad, ja šīs operācijas tiktu veiktas kopējās ražošanas platībās. Vienlaicīgi tas ļauj samazināt un ierobežot to cilvēku skaitu, kas atrodas vai strādā dotajā telpā un ir pakļauti riskam.

Tipisks piemērs ir tekstilrūpniecības krāsošanas cehi, pastāv arī citi mazāk pazīstami piemēri.



Normatīvajos aktos (MK noteikumi Nr. 325 (2007.); Nr. 359 (2009.); Nr. 660 (2007.)) ir paredzētas prasības par nepieciešamību, ražošanas telpām saskaroties ar bīstamām ķīmiskām vielām, šīs telpas izolēt, lai izvairītos no citu ražošanas telpu piesārņošanas.

Mitrināšanas metode

Strādājot ar materiāliem, kuru lietošanas vai apstrādes procesā var izdalīties putekļi, labs risinājums ir, ja pastāv tehnoloģiskas iespējas, veikt darbības lielā mitrumā. Tādas pieejas labs piemērs var būt metodes pielietošana urbšanas iekārtās, kaut arī, kā zināms, mitrināšanas galvenā nozīme ir apstrādājamās detaļas un urbja atdzesēšana. Minētajā gadījumā tehniskais risinājums sašķir ar preventīvajiem pasākumiem.

Piemēram, urbjot tuneļus, kur praktiski ir ļoti grūti cīnīties ar vides ķīmisko vielu klātbūtni, jau kļuvis par parastu praksi lietot urbšanas iekārtas ar ūdens strūklu, kas ievērojami pazemina putekļu daudzumu tuneļa atmosfērā.

Tehniskā apkalpošana

Pareizai tehniskai apkopei darba vidē ir ļoti liela nozīme ķīmisko vielu koncentrācijas uzturēšanā pieļaujamās robežās. Acīmredzami tas attiecināms uz tehnoloģiskām iekārtām, kuras ir piesārņojuma avots (piemēram, neieļots darba aprīkojums rada daudz vairāk trokšņa), bet tehniskai apkalpošanai ir vēl lielāka nozīme attiecībā uz iekārtām, kurām paredzētas periodiskas un regulāras profilaktiskās apkopes, piemēram, ventilācijas sistēmām.

Veicot tehnisko apkopi, pastāv "dabiska" tendence "atlikt uz vēlāku laiku" to iekārtu apkalpošanu, kuras nav tieši saistītas ar ražošanu, piemēram, ventilatori, attīrīšanas sistēmu filtri utt. Ir jāpievērš sevišķa uzmanība, lai šīm iekārtām nodrošinātu tādu pašu tehnisko apkalpošanu kā pārējām iekārtām.

DARBĪBAS, KAS ATTIECAS UZ VIELU IZPLATĪBAS SAMAZINĀŠANU VIDĒ

Vispārējā ventilācija

Ja ražošanas telpas gaisā ir dūmi, putekļi vai citas ķīmiskās vielas, parasti mēdz izmantot nosūces ventilatorus, kurus iebūvē sienās vai griestos.

Tāda veida ventilācija tiek saukta par **vispārējo ventilāciju**, jo tās lietošana ir vērsta uz ķīmisko vielu samazināšanu visā ventilējamajā telpā. Tomēr sistēma ar tādām īpašībām neļauj precīzi kontrolēt kaitīgo vielu koncentrāciju dažādos darba telpas punktos. Tāpēc to **neiesaka lietot** gadījumos, kad konkrētā ķīmiskā viela ir pārāk toksiska, vai ja tās koncentrācija sasniedz lielumus, kuri tuvi maksimāli pieļaujamiem.

Vispārējā ventilācija ir jāuzskata par **pieļaujamu tikai** tajos gadījumos, kad ķīmiskā viela ir maztoksiska un gaisā atrodas nelielās koncentrācijās. To galvenokārt var izmantot sasmakuša gaisa izvadīšanai no tādām telpām kā ofisi, montāžas cehi utt.

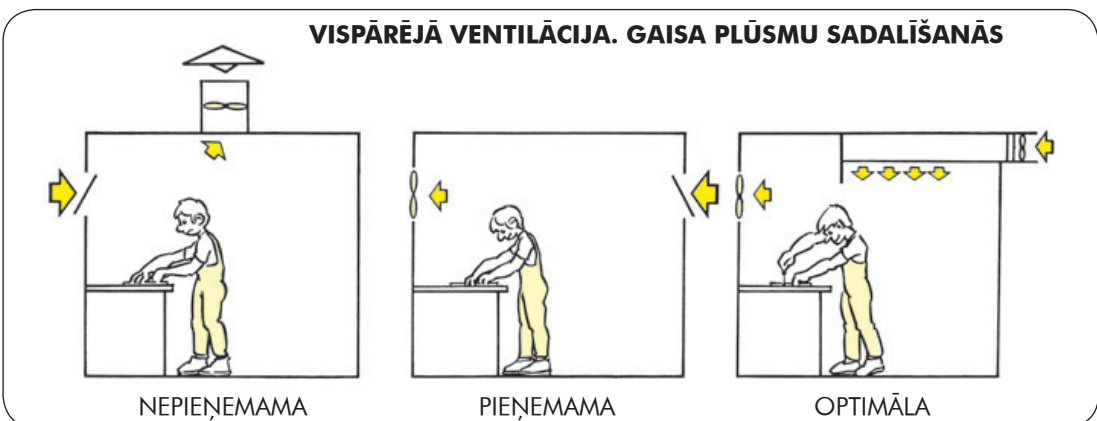
Vispārējai ventilācijai jāatbilst šādiem pamatprincipiem, kuru neievērošana padara to pilnīgi neefektīvu:

- jābūt paredzētai sistēmai, kas nodrošina izsūknētā gaisa apmaiņu ar tīru

gaisu. Citiem vārdiem sakot, ir jāparedz gaisa pieplūde. Pretējā gadījumā izsūknēšanas ventilatori ievērojami zaudē savu efektivitāti. Pat ja tie trokšņos un griezīsies, tomēr izsūknēs daudz mazāk gaisa, nekā paredzēts;

- nosūces ventilatoriem un atverēm gaisa ieplūšanai ir jābūt izvietotiem daudz-maz vienmērīgi pa visu ražošanas telpu. Pretējā gadījumā noteiktos punktos ventilācija būs daudz spēcīgāka (iespējams, ventilācija pat būs lieka un izraisīs nevajadzīgus caurvējus) nekā citos punktos;
- ja paredzēts samazināt konkrētas ķīmiskās vielas koncentrāciju, jāņem vērā, ka izsūknējamā gaisa tilpumam jāatbilst tam ģenerējamās ķīmiskās vielas daudzumam, kurš ieplūst telpas gaisā. Ieteicamie gaisa tilpumi ir ļoti atšķirīgi un ir atkarīgi no konkrētās ķīmiskās vielas. Ja ķīmiskā viela ir šķīdinātājs, aizsūknējamā gaisa tilpums svārstās no 400 līdz 5000 kubikmetriem uz katru iztvaikojušo šķīdinātāja litru, turklāt katrā konkrētā gadījumā ir jākonsultējas ar speciālistu. Izsūcamā apjoma izskaitļošanai var lietot šādu formulu:

VISPĀRĒJĀ VENTILĀCIJA. GAISA PLŪSMU SADALĪŠANĀS



$$Q = \frac{K \cdot G}{1000 \cdot C},$$

kur:

Q – ventilatora ražība, m³/h;

G – ģenerējamās ķīmiskās vielas daudzums (piemēram, iztvaikojušais šķīdinātājs), g/h;

C – maksimālā pieļaujamā koncentrācija vidē, mg/m³;

K – koeficients, kura vērtība svārstās no 1 līdz 10. Konkrētā vērtība, kuru jāpielieto, ir atkarīga no procesa ilguma, strādnieka atrašanās attāluma no piesārņojuma avota utt.;

- nepieciešams nodrošināt, lai izsūknētais piesārņotais gaiss atkal netiktu ievadīts telpā pa atverēm, kas domātas svaiga gaisa ieplūšanai;
- gaisa izplūšanas un ieplūšanas punktiem ir jābūt izvietotiem tādā veidā, lai gaisa plūsma ietu cauri piesārņotajai zonai. Nodarbinātajam ir jāatrodas starp gaisa pieplūšanas vietu un piesārņojuma avotu.

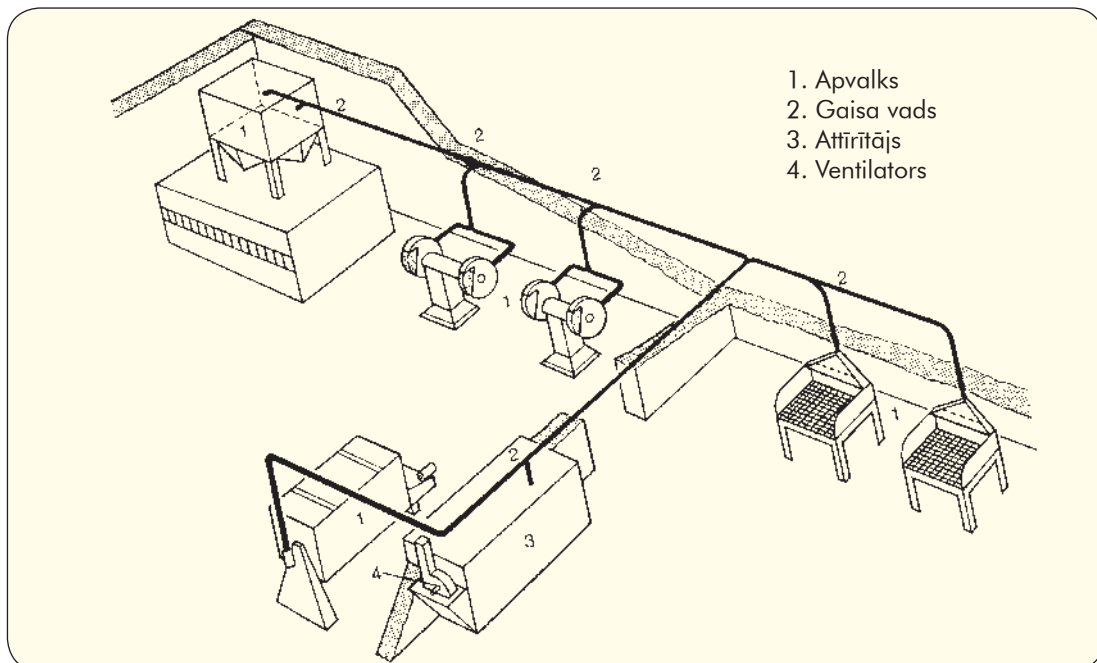
KAD GAISS TIEK IZSŪKNĒTS NO TELPAS, VIENMĒR IR JĀPAREDZ ĀRĒJĀ GAISA PIEPLŪDE.

Vietējā (lokālā nosūces) ventilācija

Vietējā ventilācija, kuru sauc arī par vietējo nosūces ventilāciju, domāta ķīmisko vielu aizvadīšanai no telpas daļas, kas atrodas tiešā vielu veidošanās vietas (piesārņojuma avota) tuvumā, tādā veidā ierobežojot tās izplatīšanos pa visu telpu.

Visvienkāršākais piemērs, ko pazīst visā pasaulē, ir nosūcēji virs virtuves plīts. Nosūcējs tiek novietots tieši virs vietas, kur veidojas dūmi, lai pārtvertu tos un neļautu tiem izplatīties pa visu virtuvi. Šis pats princips plaši tiek izmantots rūpniecībā.

Virtuves nosūcēja galvenā atšķirība no tiem nosūcējiem, kurus izmanto rūpniecībā, ir to ļoti dažādās formas, kas atkarīgas no piesārņojuma avota rakstura. Tādi,



piemēram, ir mums jau pazīstamās krāsošanas kameras; sānu nosūces, ko izmanto virs hromēšanas vannām vai darbam ar trihloretilēnu; cirkulāro zāgu apvalki darbam ar kokmateriāliem un daudz kas cits.

Vietējās ventilācijas sistēma satur četrus pamatelementus:

a) apvalks – sistēmas daļa, kas uztver ķīmiskās vielas un norobežo to izplatīšanos telpā. Kaut arī to forma var būt visdažādākā, tām ir kopīgs nosaukums “apvalks” vai “kapuce”;

b) gaisa vads – no apvalka piesārņotais gaiss tiek izvadīts caur ventilācijas gaisa vadu sistēmu uz attīrītāju;

c) attīrītājs – elements, kurš atdala ķīmisko vielu no gaisa, un ārā izplūst tikai tīrs gaiss (praksē tas ne vienmēr tiek uzstādīts). Apkārtējās vides aizsardzības prasība ir tāda, ka jebkurai vietējās ventilācijas sistēmai ir jābūt aprīkotai ar attīrītāju;

d) ventilators – sistēmā iemontēta nosūcoša iekārta, kas nodrošina gaisa cirkulāciju no apvalka pa gaisa vadu uz attīrītāju.

Ja mēdz teikt, ka vietējās ventilācijas sistēma strādā korekti, tas nozīmē, ka tiešā uztveršanai domātā piesārņojuma avota tuvumā kaitīgās vielas koncentrācija ir tādā līmenī, kas nepārsniedz attiecīgās vielas aroda ekspozīcijas robežvērtību. Tādā gadījumā runā, ka **nosūces ventilācijas sistēma ir efektīva.**

Lielāka vai mazāka vietējās nosūces ventilācijas sistēmas efektivitāte ir atkarīga no tās spējas veidot pietiekami spēcīgu gaisa plūsmu ķīmisko vielu ģenerācijas punktā. Ja gaisa plūsmas ātrums būs pārāk mazs, daļu no ķīmiskās vielas uztvers citas gaisa plūsmas, kas cirkulē telpā, un ķīmiskā viela tiks izplatīta apkārtējā vidē. Ja, tieši pretēji, ātrums būs pārāk liels, efektivitāte arī būs liela, bet tā būs saistīta ar lieku enerģijas patēriņu, troksnis tādā gadījumā arī būs lielāks, un, iespējams, tas izraisīs nevajadzīgu caurvēju.

Ventilatora izvēle vietējai nosūces ventilācijas sistēmai ir principiāli nozīmīga, jo no šādas izvēles pareizības ir atkarīga visas sistēmas funkcionēšana.

Pretēji tam, kā varētu likties pirmajā acu uzmetienā, ventilators nav iekārta, kas pēc iedarbināšanas nodrošina pastāvīgu ražību. Nav šaubu, ka šādu maldu rašanos veicina fakts, ka izgatavotāji parasti novieto uz ventilatoriem tabuliņu ar to raksturlielumiem, kurā tiek norādīta **maksimālā ražība**. Bet tā ir ražība, ar kādu ventilators darbojas, **ja tam nav pievienots gaisa vads**. Pēc gaisa vada pieslēgšanas ražība krītas proporcionāli gaisa vada garumam un tā diametram. Tāpēc izvēlēties ventilatoru mēdz būt diezgan sarežģīti. Šim nolūkam ir nepietiekami izvēlēties ventilatoru, kura tabuliņā norādīta nepieciešamā ražība. Atkarībā no tā, kāda caurule tiks pievienota ventilatoram, ventilatora ražība lielākā vai mazākā mērā būs mazāka par to, kas norādīta tabuliņā.

No visa iepriekšminētā var izdarīt vienu secinājumu: ventilators ir kā uzvalks, kas šūts pēc konkrētiem izmēriem. Katrā gadījumā ir nepieciešams savs ventilators, un nedrīkst izmantot “to, kurš palicis blakus cehā, kur mēs novācām veco krāsošanas kameru”. Ja rīkosimies tādā veidā, tad gandrīz pilnīgi droši var apgalvot, ka ventilācijas sistēma būs mazefektīva.

**VENTILATORS IR KĀ UZVALKS,
KAS ŠŪTS PĒC IZMĒRIEM: KATRAI
NOPLŪDES SISTĒMAI IR NEPIECIEŠAMI
SAVI RĀDĪTĀJI.**

Vietējās nosūces ventilācijas sistēmas efektivitāte nav nekas tāds, ko var izvēlēties, neizdarot nepieciešamos mērījumus.

JEBKURAI VENTILĀCIJAS SISTĒMAI JĀIZVIRZA PRASĪBAS PAR ĶĪMISKĀS VIELAS NEKAITĪGU KONCENTRĀCIJU VISĀS DARBAVIETĀS.

Var ieteikt dažus vienkāršus norādījumus, kurus neievērojot, sistēma būs neefektīva:

a) sistēma jāprojektē un jāuzstāda piedzēģināšanai speciālistam. Lielākajai daļai uzņēmumu štatos tāda speciālista nav. Tāpēc vairākumā gadījumu jālūdz palīdzība citās kompānijās;

b) izdarot pasūtījumu, nepieciešams norādīt ķīmiskās vielas koncentrāciju, kuru jānodrošina katrā darba vietā. Ja to neizdara, bet norāda tikai, piemēram, ražību, tad vēlāk pieprasīt no piegādātāja jebkādas izmaiņas nebūs iespējams, pat tajā gadījumā, ja sistēma nebūs pietiekami efektīva;

c) gaisa vada likumiem un savienojumiem jābūt ar lielu rādiusu, nevis asi izliektiem. Asi līkumi gaisa vadā liecina par sliktu projektu vai sliktu tā realizāciju;

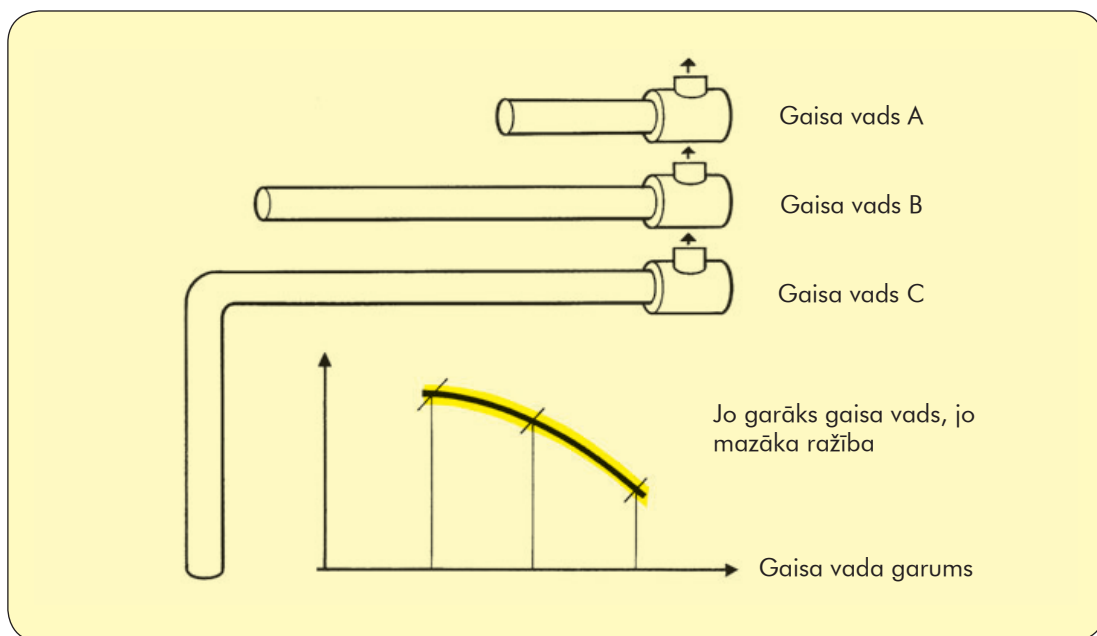
d) ja dūmi tiek izvadīti pa ventilācijas

cauruli, tad to ieklūde (nosūce) ventilācijas vadā jānodrošina jebkurā punktā, kur ģenerējas ķīmiskā viela. Pretējā gadījumā nosūcamā gaisa apjoms var būt nepietiekams, lai iesūktu visu izveidojušos ķīmisko vielu;

e) uzņēmuma speciālistiem ir periodiski jāpārbauda, vai sistēma funkcionē tikpat efektīvi kā tad, kad tā bija jauna. Ļoti bieži gadās, ka ventilācijas sistēmu tehniskajam stāvoklim netiek pievērsts tikpat daudz uzmanības kā pārējam aprīkojumam un iekārtām, un, kad efektivitāte krītas, to neviens neievēro;

f) kad izprojektētai un jau sekmīgi ekspluatējamai sistēmai pievieno jaunus gaisa vadus, lai tādā veidā novērstu piesārņojumu, kuru rada jaunas iekārtas vai procesi, ventilācijas sistēma, visticamāk, pārstās pareizi funkcionēt, un tās efektivitāte attiecībā pret iepriekš uzstādīto aprīkojumu samazināsies. Tāda un tamlīdzīga sistēmas pārbūve jāveic ventilācijas sistēmu speciālista uzraudzībā.

PERIODISKI JĀVEIC VENTILĀCIJAS SISTĒMU TEHNISKĀ APKOPE.



Uzkopšana

Uzkopšana ir svarīgs preventīvais pasākums, ja darbi tiek veikti ar ķīmisku vielu, kas nokļūst uz grīdas, nosēžas uz iekārtām un konstrukcijām, bet no turienes atkal var nonākt apkārtējā vidē. Tāda pāreja ir iespējama, pateicoties gaisa strāvām, kuras rada ventilācijas sistēma vai cilvēku un priekšmetu pārvietošanās.

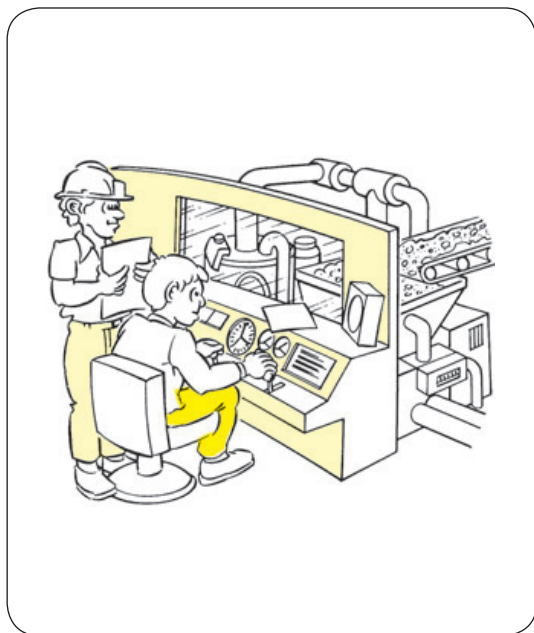
Svarīgi uzturēt ideālu tīrību, ja darbi tiek veikti ar paaugstināta toksiskuma pulverveida vielām, tādām kā svins, cements vai azbests. Tāpēc attiecībā uz azbestu normatīvajos aktos (MK Nr. 803 (2008.)) tiek pieprasīts, lai "darba devējs līdz minimumam samazina azbesta ietekmi uz nodarbināto drošību un veselību, veicot kolektīvos aizsardzības pasākumus", to skaitā "darba procesu plānošanu, lai izvairītos no azbesta šķiedras saturošiem putekļiem darba vides gaisā, tos savācot iespējami tuvu izmetes vietai un darba vietu aprīkojot ar vietējās nosūces ventilāciju; regulāru un efektīvu ēku, darba telpu un iekārtu tīrīšanu un apkalpošanu". Arī darba apģērbs rūpīgi jātīra, jo tajā var uzkrāties šī ķīmiskā viela un pēc tam atkal nokļūt atmosfērā paša nodarbinātā kustības rezultātā.

Darbs ar metālisku dzīvsudrabu ir jāpiemin sakarā ar tā sevišķo bīstamību. Dzīvsudrabs ir metāls, kas normālos apstākļos atrodas šķidrā stāvoklī, un, kad tas tiek neīšām izliets un nokļūst uz grīdas, tas sašķīst daudzos sīkos, gandrīz neredzamos pilienos. Tā kā dzīvsudrabs viegli iztvaiko, tad katrs no dzīvsudraba pilieniem kļūst par piesārņojuma avotu. Iztvaikojot dzīvsudrabs piesārņo apkārtējo vidi pavisam nemanāmi, jo tam nav smaržas. Tādā veidā ir notikuši smagi saindēšanās gadījumi, jo dzīvsudraba koncentrācija gaisā šajā gadījumā var izrādīties daudz augstāka par pieļaujamo.

Signalizācijas sistēmas

Ja ķīmiskā viela spēj radīt smagas sekas, var izrādīties nepieciešama automātiska kontroles un signalizācijas sistēma, bet dažreiz arī automātiski iedarbināma ventilācijas sistēma. Ir pieejamas pietiekami daudzas tāda veida sistēmas, ar katru dienu paplašinās to sortiments atkarībā no ķīmiskās vielas, kādai tās domātas. Ja objekti ir novietoti speciālās vietās, piemēram, sabiedriskajā stāvvietā, šādu sistēmu uzstādīšana ir obligāta. Parasti tās tiek uzstādītas reti, jo iekārtu cena ir augsta, bet lietošana – ierobežota.

Šajā sakarā ir vērts pieminēt, ka miniaturizācija, kas kļuvusi iespējama, pateicoties elektronikai, ļauj ievērojami samazināt šādu kontroles un signalizācijas sistēmu aparātūras izmērus un lietot aparāturu individuāli (piemēram, nēsājot kabatā). Šajā jomā pagaidām uzkrāta pārāk maza pieredze, bet miniaturizācijas iespējas izraisa neapšaubāmu interesi un iekārtu pieprasījums pastāvīgi aug.



DARBĪBAS, KAS VĒRSTAS UZ CILVĒKU

Informācija un apmācība

Informācija un apmācība ir divi visspēcīgākie instrumenti, lai panāktu darba apstākļu uzlabošanu. Šis apgalvojums, kam ir universāls raksturs, sevišķi labi piemērojams attiecībā uz ķīmiskajiem darba vides riska faktoriem.

Tiešām, ķīmiskās vielas darba vidē ļoti daudzos gadījumos nav iespējams konstatēt ar maņu orgānu palīdzību: tās nevar ne redzēt, ne dzirdēt, ļoti bieži tām nav arī smaržas. Papildus jāatzīmē, ka bieži kaitīgo vielu koncentrācijas ir zemākas nekā tās koncentrācijas, pie kurām viela sāk kaitīgi iedarboties. Savukārt ožas orgāni ļoti labi adaptējas – pēc kāda laika cilvēks ar ožu vairs attiecīgo vielu nesaņū un turpina strādāt kaitīgajā vidē. Tāpēc tikai informēts nodarbinātais var izvirzīt jautājumu par profilaktisko pasākumu veikšanu.

Sevišķi svarīgs ir nosacījums, lai nodarbinātie un viņu pārstāvji pieprasītu informāciju par to vielu bīstamību, ar kurām viņi strādā vai saskaras. Tāda informācija ir jākonkretizē vismaz divos veidos: vispirms, saskaņā ar spēkā esošajiem normatīvajiem aktiem ķīmiskie maisījumi jāpiegādā iesaiņojumos ar etiķetēm, uz kurām precīzi norādīts bīstamības marķējums, riski un profilaktiskie pasākumi. Tāpēc nav pieļaujama ķīmisko vielu un maisījumu uzglabāšana nemarķētos traukos (piemēram, dzērienu traukos).

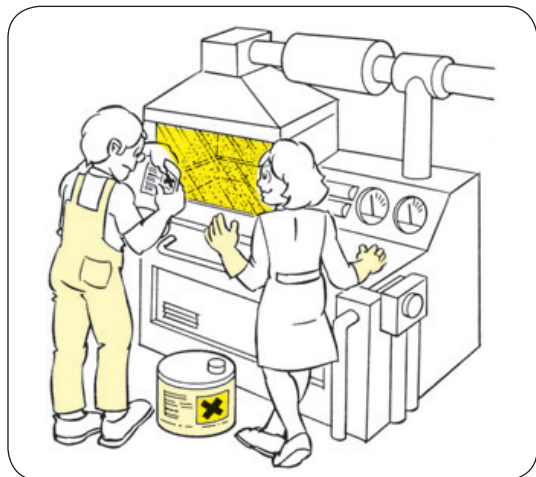
Otrkārt, nodarbinātie jāiepazīstina ar drošības datu lapās esošo informāciju par katru ķīmisko vielu un maisījumu. Drošības datu lapās paplašinātā veidā tiek sniegta tā informācija, kas objektīvu iemeslu dēļ marķējumā tiek uzrādīta saīsināti.



Apmācība ir dabisks papildinājums informācijas sniegšanai. Nepietiek tikai zināt par iespējamajiem riskiem. Vēl arī jāzina, kā ar tiem cīnīties. Šajā nolūkā katram nodarbinātajam ir jāsaņem “pietiekama un vienlaicīga, saprotama informācija, viņu pieņemot darbā, pārceļot darbā uz citu vietu vai mainot viņa funkcijas, ieviešot jaunu darba aprīkojumu vai mainot veco, ieviešot jaunu tehnoloģiju”. Tā ir Eiropas Ekonomiskās padomes Direktīvas – 89/391/EEC prasība, kas iestrādāta Darba aizsardzības likumā.

Rotācija darba vietās

Lai samazinātu risku, teorētiski darba vietās var pielietot nodarbināto rotāciju, jo, saīsinoties iedarbības laikam, ja pārējie apstākļi ir vienādi, risks samazinās. Praksē šāds lēmums nekad nedarbojas pietiekami veiksmīgi. Neviens negrib strādāt “sliktajā” vietā, un tāpēc rodas citas problēmas. Šā iemesla dēļ rotāciju parasti piedāvā kā piedējo iespējamo pasākumu. To var pielietot arī kā īslaicīgu pasākumu, kamēr risku neizdodas samazināt ar citiem līdzekļiem.



DIVI VISSPĒCĪGĀKIE PREVENTĪVIE PASĀKUMI IR INFORMĀCIJAS SNIEGŠANA UN APMĀCĪBA.

Hermetizācija

Noteiktos gadījumos, kad nav iespējams ne samazināt koncentrāciju, ne saīsināt iedarbības laiku, ir iespējams izmēģināt paņēmieni, kurā strādājošie no piesārņotāja tiek izolēti labi aizsargātā telpā. Tā rīkojas, piemēram, ja uzraudzību pār iekārtām, kurās tiek izmantotas ķīmiskās vielas vai kuru darbības rezultātā rodas ķīmiskās vielas, var veikt attālināti (piemēram, operatoru telpās). Šādos apstākļos, ja rodas nepieciešamība atstāt aizsargāto telpu, nodarbinātajiem ir jāizmanto individuālie aizsardzības līdzekļi.



INDIVIDUĀLĀ AIZSARDZĪBA

DEFINĪCIJA UN VISPĀRĒJIE JĒDZIENI

1989. gada 30. novembra Direktīva 89/656/EEC individuālos aizsardzības līdzekļus (IAL) definē kā "izstrādājumus, ierīces, iekārtas un sistēmas, kuras nodarbinātais valkā vai citādi lieto darbā, lai aizsargātu savu drošību un veselību no viena vai vairāku darba vides riska faktoru iedarbības".

Šī Direktīva no minētās definīcijas izslēdz parasto darba apģērbu, nevis darba apģērbu, kas piedāvā aizsardzību pret kādu no riska faktoriem.

Ir svarīgi noteikt IAL izmantošanas principu, kas minētajā Direktīvā figurē kā vispārējs lietošanas noteikums:

"Individuālie aizsardzības līdzekļi ir izmantojami gadījumos, kad riska faktorus nav iespējams novērst vai pietiekami ierobežot ar citām preventīvajām metodēm."

Atbilstoši Darba aizsardzības likumā noteiktajiem vispārīgajiem darba aizsardzības principiem, izvēloties nodarbināto aizsardzību pret darba vidē esošajiem riska faktoriem, priekšroka dodama kolektīvajiem darba aizsardzības pasākumiem salīdzinājumā ar individuālajiem darba aizsardzības pasākumiem. Tāpat MK noteikumi par

darba aizsardzības prasībām, lietojot individuālos aizsardzības līdzekļus, paredz, ka individuālos aizsardzības līdzekļus lieto, ja no darba vides riska faktora iedarbības nav iespējams izvairīties vai to nav iespējams mazināt, lietojot kolektīvos aizsardzības līdzekļus (aizsardzības līdzekļi, kas paredzēti vairāk nekā viena nodarbinātā drošības un veselības aizsardzībai) vai ieviešot nepieciešamos darba aizsardzības pasākumus.

Taču MK noteikumi Nr. 660 "Darba vides iekšējās uzraudzības veikšanas kārtība" (pieņemti 02.10.2007., spēkā no 06.10.2007.) noteic, ka individuālie aizsardzības līdzekļi ir ierīces, iekārtas, sistēmas un izstrādājumi, tai skaitā darba apģērbs un apavi, kurus nodarbinātais valkā vai citādi lieto darbā, lai aizsargātu savu drošību un veselību no viena vai vairāku darba vides riska faktoru iedarbības. Noteikumi paredz, ka, plānojot darba vides iekšējo uzraudzību (tajā skaitā nosakot un pārskatot konkrētus mērķus un uzdevumus nodarbināto drošības un veselības aizsardzības uzlabošanai uzņēmumā), darba devējs ņem vērā uzņēmuma tehniskos un finanšu līdzekļus. Individuālo aizsardzības līdzekļu nodrošināšana ir lētāka nekā

kolektīvo pasākumu veikšana (piemēram, nosūces ventilācijas izbūve), tādēļ lielākajā daļā gadījumu darba devēji izvēlas nodrošināt nodarbinātos ar individuālajiem aizsardzības līdzekļiem, nevis veikt kolektīvos darba aizsardzības pasākumus.

MK noteikumi Nr. 74 "Prasības individuālajiem aizsardzības līdzekļiem, to atbilstības novērtēšanas kārtība un tirgus uzraudzība" (pieņemti 11.02.2003., spēkā no 01.04.2003.) nosaka prasības individuālo aizsardzības līdzekļu kvalitātei – atbilstību un tās novērtēšanas kārtību, kā arī tirgus uzraudzību.

Individuālos aizsardzības līdzekļus izgatavo nodarbināto aizsardzībai pret kādu konkrētu un specifisku faktoru. Līdz ar to, lai noteiktu, kādi individuālie aizsardzības līdzekļi un ar kādu aizsardzības pakāpi jālieto, darba devējam, veicot darba vides riska novērtējumu, ļoti precīzi jāidentificē gan riska faktors, gan tā iedarbības līmenis. Savukārt uz individuālajiem aizsardzības līdzekļiem ražotājs norāda, pret kādu kaitīgo

faktoru/faktoriem individuālais aizsardzības līdzeklis ir paredzēts. Lai nodrošinātu pietiekamu nodarbināto aizsardzību, standartos tiek noteiktas specifiskas prasības attiecībā uz konkrēto aizsardzības līdzekli.

Šī individuālo aizsardzības līdzekļu izmantošanas koncepcija tos padara par izņēmuma rakstura preventīvu metodi. Tas nozīmē, ka IAL izmantojami tikai:

- kad risku nav iespējams novērst citā veidā;
- kā citu pasākumu papildinājums darbiem ārkārtas situācijās vai darbiem noteiktos apstākļos (piemēram, tehniskā apkope, tīrīšana) vai īslaicīgām operācijām;
- vienlaikus ar citu darba aizsardzības pasākumu veikšanu.

Nepieciešams atcerēties, ka IAL izmantošana neievieš izmaiņas darba vidē, tas ir, tie neuzlabo darba vidi; tātad, ja vidē atrodas kāds noteikts piesārņotājs, tas saglabā savu līdzšinējo koncentrāciju, intensitāti vai līmeni.

INDIVIDUĀLO AIZSARDZĪBAS LĪDZEKĻU KLASIFIKĀCIJA

Darba higiēnas nozarē lietojamie individuālie aizsardzības līdzekļi var tikt klasificēti pēc ķermeņa daļas, kuru tie aizsargā.

No visiem minētajiem IAL visbiežāk tiek izmantoti dzirdes, elpošanas ceļu, kā arī roku aizsarglīdzekļi. Dzirdes aizsardzības līdzekļi ir apskatīti nodaļā par troksni, bet abi pārējie aizsarglīdzekļu veidi tiks iztirzāti turpinājumā.



IAL VEIDS	PIEMĒRS
Dzirdes aizsarglīdzekļi	Ausu ieliktni, austiņas, akustiskās ķiveres
Acu un sejas aizsarglīdzekļi	Brilles, aizsargbrilles, sejas maskas metināšanai
Elpošanas ceļu aizsarglīdzekļi	Filtri kopā ar masku, respiratori
Roku aizsarglīdzekļi	Cimdi, uzpirksteņi, uzroči
Ādas aizsarglīdzekļi	Aizsargkrēmi, aizsargziedes
Krūšu un vēdera daļas aizsarglīdzekļi	Priekšauti, aizsargvestes, žaketes
Pēdu un kāju aizsarglīdzekļi	Apavi, ceļu aizsargi, getras
Aizsargapgērbi	Preļ augstām vai zemām temperatūrām, jonizējošo starojumu

ELPCEĻU AIZSARDZĪBAS LĪDZEKĻI

Elpceļu aizsardzības līdzekļi cenšas novērst ķīmisko vielu iekļūšanu organismā caur elpošanas ceļiem. Tehniski tie iedalāmi no apkārtējās vides atkarīgos un neatkarīgos aizsardzības līdzekļos.



No vides atkarīgie aizsardzības līdzekļi izmanto vides gaisu un to attīra, tas ir, aizkavē vai pārveido ķīmiskās vielas, lai gaiss būtu derīgs elpošanai.

Šāda veida iekārta sastāv no divām skaidri nošķiramām daļām:

- sejas aizsargs;
- filtrs.

Sejas aizsarga uzdevums ir veidot hermētiski noslēgtu vidi, lai vienīgā iespējamā gaisa pieplūde notiktu caur filtru.

Pastāv trīs veidu sejas aizsargi:

- maska,
- pusmaska,
- respirators.

Maska sedz muti, degunu un acis. Tā izmantojama gadījumos, kad ķīmiskajai vielai ir kairinošs raksturs, lai novērstu iedarbību uz acu gļotādu vai jebkuru gadījumu, kad ķīmiskā viela var nokļūt organismā caur acu gļotādu.

Pusmaska sedz vienīgi degunu un muti.

Respirators savieno muti ar filtru un ir aprīkots ar sistēmu, kas neļauj nefiltrētam gaisam iekļūt organismā caur degunu. Šis līdzeklis ir visai neērti lietojams, tāpēc tiek izmantots vienīgi ārkārtas situācijās.

Latvijā atbilstoši MK noteikumu Nr. 372 "Darba aizsardzības prasības, lietojot individuālos aizsardzības līdzekļus" (pieņemti 20.08.2002.), 1. pielikuma 4. punktam elpošanas un parenterālo ceļu aizsardzībai lietojami šādi aizsardzības līdzekļi:

- putekļu, gāzu, radioaktīvo putekļu filtri kopā ar masku;
- izolācijas ierīces ar gaisa piegādi;
- respiratora tipa ierīces, arī noņemamas metināšanas maskas;
- nīršanas ierīces;
- ūdenslīdzēju tērpi.

Lai sejas aizsargi saņemtu sertifikātu un tiktu apstiprināta to kvalitāte, tiem jāatbilst virknei parametru, no kuriem svarīgākie ir šādi:

- maksimāls hermētiskums;
- minimāla pretestība gaisa piegādei;
- piemēroti izejmateriāli;
- maksimāla redzamība (maskām);
- maksimāls lietošanas komforts.

VISSVARĪGĀKĀ SEJAS AIZSARGA ĪPAŠĪBA IR TĀ HERMĒTISKUMS.

Otra no vides atkarīga individuāla aizsardzības līdzekļa sastāvdaļa ir filtrs vai filtri. Filtru uzdevums ir atņemt gaisu un novērst vai samazināt ķīmisko vielu klātbūtni gaisā.

Filtrus var iedalīt trīs veidos:

- mehāniskie filtri;
- ķīmiskie filtri;
- kombinētie filtri.

Mehāniskie filtri aizkavē ķīmisko vielu, radot tai fiziska rakstura šķēršļus. Tos lieto putekļu, dūmu vai aerosolu filtrēšanai.

Ķīmiskie filtri veic savu filtrējošo funkciju ar filtra iekšienē izvietotas citas ķīmiskas vielas palīdzību, kuras uzdevums ir kaitīgo ķīmisko vielu aizkavēt, to absorbējot vai ar to ķīmiski reaģējot.

Kombinētie filtri pārmaiņus veic mehānisko un ķīmisko filtru funkcijas.

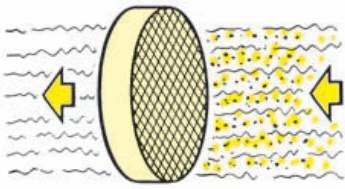
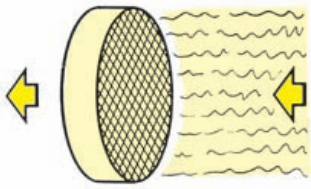
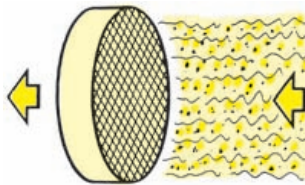
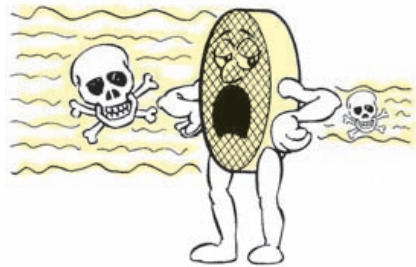
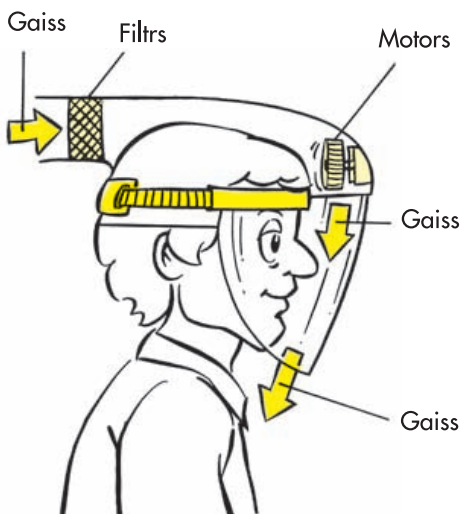
Filtri tiek iedalīti dažādās kategorijās pēc to būtiskākajām īpašībām:

- pretestība gaisa piegādei;
- ķīmiskās vielas caurlaidība.

Nepieciešams atcerēties, ka būtiska filtru īpašība ir to **vidējais lietošanas ilgums**, kas ir laika posms, kurā filtrs nodrošina maksimālo kaitīgās vielas aizturēšanu filtrā.



Īpašs no vides atkarīga elpošanas aizsarglīdzekļa veids ir **pašfiltrējošais respirators**. Šis respirators vienā nedalāmā priekšmetā apvieno sejas adaptatoru un filtru. Pašfiltrējošie respiratori ir piemēroti vienīgi situācijām, kurās jānodrošina mehāniskā filtrēšana (putekļi, aerosoli u. c.), bet tie nav piemēroti aizsardzībai pret gāzēm vai tvaikiem.

MEHĀNISKAIS FILTRS**ĶĪMISKAIS FILTRS****KOMBINĒTAIS FILTRS****ĶĪMISKO VIELU AIZTURĒŠANA****ĶĪMISKĀS VIELAS CAURLAIŠANA (PENETRĀCIJA)****ĶĪVERE AR GAISA PIEPLŪDI****PAŠFILTRĒJOŠAIS RESPIRATORS**

Pašfiltrējošo respiratoru priekšrocība ir to nelielais svars, tāpēc tie ir daudz ērtāki salīdzinājumā ar parastajiem respiratoriem,

lai gan pārsvarā to sniegtās aizsardzības līmenis ir zemāks.

Vēl viens specifisks, bet atsevišķos darbos (piemēram, lauksaimniecībā) plaši pielietots IAL ir ķivere ar filtrēta gaisa piegādi. Šo sistēmu veido ķivere ar caurspīdīgu sejas aizsegu, kuras iekšpusē ar neliela, pie lietotāja jostas vai pašā ķiverē piestiprināta mehānisma palīdzību ieplūst filtrēta gaisa strūkļa.



No vides atkarīgus individuālos aizsardzības līdzekļus nedrīkst izmantot, ja gaisā ir nepietiekams daudzums skābekļa un ja ķīmisko vielu koncentrācijas pakāpe ir pārāk augsta. Šādos apstākļos ir lietojamas no vides neatkarīgas aizsardzības iekārtas.

Šī veida aizsardzības līdzekļiem raksturīgs tas, ka to lietotāja ieelpotais gaiss nav darba vides gaiss. Šīs aizsardzības iekārtas tiek iedalītas:

- daļēji autonomās (neatkarīgās) iekārtās;
- autonomās iekārtās.

NO VIDES ATKARĪGUS IAL NEDRĪKST IZMANTOT, JA GAISĀ IR PAZEMINĀTS SKĀBEKĻA DAUDZUMS.

DAĻĒJI AUTONOMA IEKĀRTA



AUTONOMA IEKĀRTA



Daļēji autonomās iekārtas izmanto gaisu, kas nav piesārņots un tiek transportēts pa cauruli vai izplūst no neportatīviem traukiem zem spiediena no citas vides (piemēram, āra gaisa). Tās ir apgādātas ar sejas aizsargu, kas pārsvarā ir maskas veida. Gaiss var tikt pēc izvēles iesūknēts

caur sūkņēšanas cauruli vai piegādāts ar spiediena palīdzību caur kompresoru vai no saspiesta gaisa baloniem. Šīs iekārtas tiek izmantotas vidē ar ļoti augstu ķīmisko vielu koncentrāciju vai vidē ar pazeminātu skābekļa līmeni tajos gadījumos, kad nav nepieciešama liela kustību brīvība. Kā piemēru situācijām, kurās tiek lietoti daļēji autonomi IAL, var minēt darbus akās (šahtās) vai norobežotās telpās.

Autonomās iekārtās gaisa piegādes sistēmu transportē pats iekārtas lietotājs, līdz ar to nodrošinot sev lielu kustību brīvību. Šo iekārtu lietošana ir ieteicama gadījumos, kad vides gaiss nav elpojams

un kad nepieciešams veikt neatkarīgas un neierobežotas kustības. Šīs iekārtas sastāv no atbilstoša sejas aizsarga un portatīviem, saspiestu gaisu saturošiem traukiem.

Visiem elpošanas ceļu aizsardzības līdzekļiem ir viena kopēja īpašība – tie lietotājam rada neērtības sajūtu un paaugstina nogurumu. Šā iemesla dēļ minēto aizsardzības līdzekļu izmantošanas ilgums ir jāierobežo.

Piemēram, Spānijā dažādi normatīvie akti noteic, ka elpošanas ceļu aizsardzībai paredzētie IAL ir izmantojami **maksimāli 4 stundas dienā**. Latvijā šādu normatīvo aktu nav.

ĀDAS AIZSARDZĪBAS LĪDZEKĻI

No darba higiēnas viedokļa mūs interesē tie IAL, kas aizsargā ādu un sniedz aizsardzību pret ķīmisko vielu iesūkšanos organismā caur ādu.

ROKU AIZSARDZĪBAS LĪDZEKĻI

Ķermeņa daļas, kas visbiežāk nonāk saskarē ar ķīmiskām vielām, parasti ir plaukstas un apakšdelmi, tomēr nedrīkst aizmirst, ka arī apģērbs var piesūkties ar ķīmiskajām vielām. Ja apģērbs netiek pietiekami ātri un bieži mainīts, tad tas var kļūt nevis par ilgtermiņa, bet īstermiņa riska faktoru. Šo risku var novērst ar priekšautu vai necaur laidīga darba apģērba lietošanu.

Daudzos gadījumos IAL ir visbiežāk lietotā preventīvā sistēma, lai novērstu kaitīgo vielu saskari ar ādu. Atšķirībā no elpošanas ceļu aizsardzības līdzekļiem ādas aizsardzības līdzekļu izmantošana nav saistīta ar liela neērtībām vai paaugstināta noguruma

iespeju, tādēļ to izmantošana bieži ir vienīgais riska novēršanas risinājums. Turklāt ādas aizsardzībai paredzētie IAL veicina tendenci tos izmantot ierobežotu laiku.

Latvijā ādas aizsardzībai lieto šādus aizsardzības līdzekļus: aizsargkrēmus un aizsargziedes. Piemēram, ja tiek veikts netīrs darbs, pirms darba uzsākšanas rokas iespējams apstrādāt ar specifisku aizsargkrēmu. Aizsargkrēms pret UV starojumu jālieto nodarbinātajiem, kas ilgstoši veic darbu ārā, saules staru iedarbībā. Kā aizsargkrēma piemēru iespējams minēt arī veselības un sociālās aprūpes iestādēs izmantotos krēmus, ko lieto, lai samazinātu

dezinfekcijas līdzekļu sausinošo iedarbību uz ādu.

CIMDUS VISLABĀK RAKSTURO TO NECAURLAIDĪBA PRET ĶĪMISKO VIELU, KAS TIEK IZMANTOTA DARBĀ.

Plaukstu un delmu aizsardzībai vispieņemotākie aizsardzības līdzekļi ir cimdi.

Cimdi, kas nodrošina aizsardzību pret agresīvām ķīmiskām vielām, tiek ražoti no dažādiem materiāliem (neoprēns, polivinilhlorīds, polivinilacetāts u. c.). Jāņem vērā, ka materiāli, no kuriem tiek ražoti cimdi, nav iz-

turīgi pret visām vielām. Izraugoties cimdus, svarīgi noskaidrot, ar kādām vielām nodarbinātajam būs jāstrādā. Nākamajā tabulā tiek uzrādīta cimdu ražošanai visbiežāk izmantoto materiālu izturība pret dažādām ķīmiskām vielām, tomēr katrā specifiskā gadījumā ieteicams informāciju pārbaudīt konkrēto cimdu ražotāju mājas lapā. Šajās lapās parasti līdzīgā veidā ir sakārtota informācija par daudz vairāk ķīmisko vielu nekā norādīts tabulā, un tādējādi darba devējiem ir vieglāk piemeklēt cimdu materiālu, kam piemīt visaugstākā aizsardzības pakāpe.

CIMDU IZTURĪBA PRET ĶĪMISKAJĀM VIELĀM				
Ķīmiskais savienojums	Cimdu materiāls			
	Dabiskā gumija (latekss)	Neoprēns	Polivinilhlorīds	Polivinilacetāts
Minerāleļļas	S	I	Z	I
Acetons	I	L	Z	V
Etiķskābe	I	I	L	S
Hromskābe	S	V	L	S
Sālsskābe	L	I	L	S
Slāpekļskābe	V	I	L	S
Sērskābe	L	I	L	S
Skudrskābe	I	I	I	Z
Butilspirts	I	I	L	V
Etilspirts	I	I	L	V
Metilspirts	I	I	L	V
Akrilnitrils	L	L	Z	I
Anilīns	V	V	L	V
Metilēnhlorīds	V	L	V	I
Dimetilformamīds	L	Z	Z	L
Formaldehīds	I	I	L	Z
Freoni	S	L	V	I
Tetrahlorglekklis	S	V	V	I
Toluols	S	S	L	I
Trihloretilēns	S	L	S	I

Izturība pret ķīmiskajām vielām: I – izcila; L – laba; V – vidēja; Z – zema; S – slikta.



Aizsargcimdiem ir jāatbilst minimālām izturības prasībām attiecībā pret plīšanu un perforāciju. Šo prasību izpilde garantē cimdu izturību normālos darba apstākļos un nosaka to piederību noteiktai klasei atkarībā no produktiem vai savienojumu grupām, pret kurām tie nodrošina aizsardzību.

Izvēloties cimdus, būtu ņemamas vērā arī citas to īpašības, piemēram, aprocas garums, kā arī odere un ārējā apdare. Cimdiem būtu vienādā mērā jānodrošina gan ērtība, gan nepieciešamā aizsardzība.

Cimdi samazina spēju sataustīt, tādēļ tas var būt par šķērslī atsevišķu darbu veikšanai. Ja pastāvošais risks pieļauj, ieteicams izvēlēties plānākus cimdus, kaut arī tie nebūtu visatbilstošākie attiecīgajai kaitīgajai vielai, toties veikt biežāku cimdu nomaiņu pret citiem.

Ikvienā gadījumā pirms cimdu vai jebkuru citu IAL izmantošanas jāveic to vizuāla pārbaude, lai noteiktu, vai tie nav bojāti, un defektu atklāšanas gadījumā jānomaiņa pret citiem.

Visi IAL ir paredzēti personīgai lietošanai, bet nepieciešamības gadījumos tos var izmantot vairāki nodarbinātie, ja vien tiek noteikta obligāta to tīrīšana un dezinfekcija pēc katras lietošanas reizes.

Nepieciešama saudzīga un uzmanīga apiešanās ar IAL, un tas prasa aktīvu un pastāvīgu IAL lietotāja līdzdalību, turklāt pozi-

JĀVEIC PĀRBAUDE PAR TO, KĀDĀ STĀVOKLĪ ATRODAS IAL



tīva lietotāja attieksme ir nepieciešams nosacījums IAL efektivitātes nodrošināšanai.

JĀVEIC REGULĀRA IAL PĀRBAUDE PAR TO, KĀDĀ STĀVOKLĪ TIE ATRODAS.

Atgādināsim, ka bojātu aizsardzības līdzekļu lietošana rada augstāku risku nekā pilnīga to neizmantošana, jo, izmantojot šādu aizsardzības līdzekli, nodarbinātais jūt lielāku paļāvību un ir mazāk piesardzīgs. Informācijas sniegšana nodarbinātajiem par IAL lietošanu un par riska faktoriem, pret kuriem tie aizsargā, ir darba devēja pienākums.

IAL IZMANTOŠANU UN MARKĒŠANU REGLAMENTĒJOŠI NORMATĪVIE AKTI

Princips – IAL kā pēdējā izmantojamā aizsardzības metode – dažādu valstu institūcijām nosaka pienākumu uzraudzīt IAL kvalitāti un piešķirt sertifikātus, kas nodrošinātu to adekvātu ražošanu.

Eiropas Savienības dalībvalstu normatīvo aktu saskaņošana attiecībā pret IAL pamatojas uz Direktīvām 89/686/EEC un 89/656/EEC, kas nosaka IAL tirdzniecību, brīvo apriti, izmantošanu un minimālos darba drošības un veselības aizsardzības pasākumus darba vietās.

Latvijā individuālo aizsardzības līdzekļu būtiskās drošības prasības un šo prasību uzraudzības mehānismu nosaka MK noteikumi Nr. 74 "Prasības individuāliem aizsardzības līdzekļiem, to atbilstības novērtēšanas kārtība un tirgus uzraudzība" (pieņemti 11.02.2003.). Tie noteic, ka visus tirgū piedāvātos aizsardzības līdzekļus obligāti jāpakļauj CE pārbaudei, un pēc tās šie



līdzekļi marķējami ar CE marķējumu, līdz ar to garantējot produkta atbilstību spēkā esošajiem tehniskajiem noteikumiem.

7

TROKSNIS

IEVADS

Troksnis ir dažādu frekvenču un dažādas intensitātes skaņu haotisks sakopojums. To visvairāk raksturo skaņas frekvence un skaņas intensitāte. Cilvēka auss uztver skaņu, kuras frekvence ir robežās no 20 līdz 20 000 Hz, bet cilvēka balss var radīt skaņu ar frekvenci no 500 līdz 2000 Hz. Skaņas intensitāte ir skaņas enerģija, ko uztver auss bungādiņa, un to izsaka decibelos (dB). Katrs skaņas intensitātes pieaugums par 10 dB nozīmē skaņas intensitātes palielināšanos 10 reižu. Cilvēka auss uztver no 0 līdz 140 dB, pie 120 dB novērojams diskomforts, bet pie 140 dB – sāpju sliekšnis.

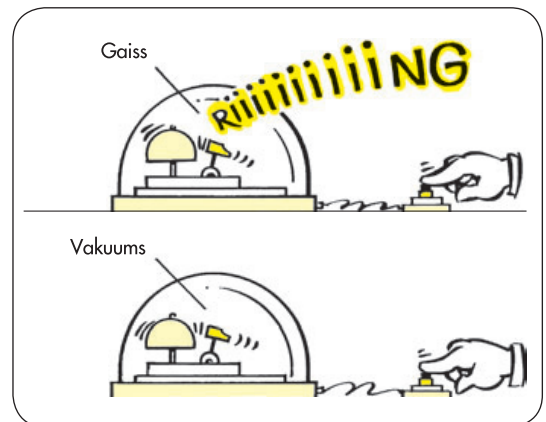
Ražošanas tempu palielināšanās un pakāpenisks mehanizācijas līmeņa pieaugums dažādās darba vietās, kā arī jaunu tehnoloģiju ieviešana tādās sfērās, kur agrāk pārsvarā valdīja roku darbs, ir novedis pie tā, ka ļoti daudzos gadījumos darbs tiek veikts aizvien pieaugoša fona trokšņa apstākļos.

Skaņu mēs varam definēt kā jebkuru spiediena starpību, kuru spēj uztvert mūsu dzirdes orgāni. Gadījumos, kad skaņa ir kaitinoša vai nevēlama, tā tiek saukta par **troksni**.

SKAŅA IR SPĒJĪGA IZPLATĪTIES JEBKURĀ MATERIĀLĀ VIDĒ (GAISĀ, METĀLĀ, ŪDENĪ U. TML.), IZNĒMOT VAKUUMU.

Apskatīsim piemēru ar elektrisko zvani, kurš novietots zem stikla kupola. Nospiežot zvana pogu, mēs redzam, ka āmuriņš ātri sitas pret zvaniņiem, un tajā pašā laikā dzirdam zvana skaņas. Ja zem stikla kupola izveidojam vakuumu (izsūknējam gaisu jeb, citiem vārdiem sakot, iznīcinām skaņas izplatīšanās vidi) un tad nospiežam zvana ieslēgšanas pogu, mēs nedzirdam nekādas skaņas, lai gan āmuriņš, tāpat kā iepriekšējā gadījumā, turpina sisties pret zvaniņiem.

Šis piemērs pierāda, ka akustiskā enerģija neizplatās vakuumā.



Skaņai izplatoties gaisā, notiek gaisa molekulu svārstību enerģijas pārnese. Apskatīsim piemēru ar akmeni, kurš iemests mierīgā, stāvošā dīķā ūdenī. Šajā gadījumā mēs

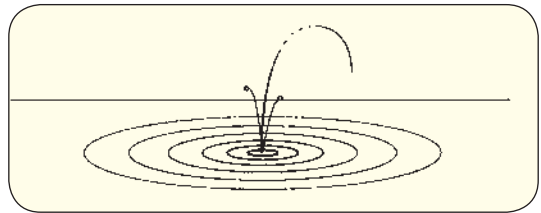
novērojam, ka punktā, kur akmens saskāries ar ūdeni, parādās koncentriski riņķi, kuru diametrs kļūst aizvien lielāks, bet to veidošanās procesam ir daudz mazāka intensitāte. Šajos apļos pārvietojas enerģija, nevis ūdens daļiņas. Enerģija pāriet no vienām ūdens daļiņām uz citām.

Ātrums, ar kuru izplatās skaņa dažādās vidēs, nav vienāds. Tā, piemēram, gaisā skaņas izplatīšanās ātrums ir 340 metru sekundē, metālā tas ir 7630 metru sekundē, kas liecina, ka skaņa labāk izplatās metālā nekā gaisā.

Skaņas viļņu enerģija, tāpat kā gaisma, atstarojas un lūst. Tā atstarojas noteiktā leņķī, saduroties ar kādu no virsmām (sienu, griestiem, grīdu, logu stikliem, mēbelēm utt.).

Katrā atstarošanās gadījumā tiek zaudēts noteikts enerģijas daudzums, kā rezultātā iespējama atstarotās skaņas slāpēšana.

Skaņas viļņu laušana notiek tad, kad tie noteiktā leņķī saskaras ar kādu virsmu (sienu, griestiem, durvīm utt.). Daļa no enerģijas tiek absorbēta dotajā objektā siltuma veidā, daļa izplatās aiz objekta, bet pārējā daļa izplatās tālāk ar ievērojami mazāku intensitāti.



TROKŠŅU VEIDI

Troksni var iedalīt pēc iedarbības:

- pastāvīgs troksnis – troksnis, kura līmeņa svārstības 8 stundu darba maiņas laikā ir mazākas par 5 dB(A). Pastāvīga trokšņa piemērs ir fona troksnis no kādas iekārtas;
- nepastāvīgs troksnis – troksnis, kura līmeņa svārstības 8 stundu darba maiņas laikā ir lielākas par 5 dB(A). Nepastāvīga trokšņa piemērs ir darbs ar slīpripi;
- impulsa veida troksnis, kad viena vai vairāku skaņu impulsu ilgums ir mazāks par 1 sekundi. Impulsa veida piemērs ir darbs ar āmuru, šaujamo roču radītais troksnis, preses triecieni.

Pastāvīgs troksnis

Pētot pastāvīgo troksni, vispirms jānosaka tā raksturlielumi jeb parametri: akustiskā spiediena līmenis un frekvence.

Akustiskā spiediena līmenis

Akustiskā spiediena līmenis (ASL) – tas ir skaņas vai trokšņa spiediena svārstību līmenis. Šādas spiediena svārstības izsaka spiediena mērvienībās $N/m^2 = Pa$ (paskāls). Cilvēka dzirde var uztvert spiediena izmaiņas robežās no 10^5 līdz 10^2 paskāliem. Šā spiediena mērvienību skala ir neērta lietošanā un var tikt uztverta subjektīvi. Tāpēc tehnikā troksni pieņemts mērīt ar trokšņa spiediena līmeni, kuru izsaka logaritmiskās vienībās – **decibelos** (dB).

Decibels tiek definēts, izmantojot izteiksmi:

$$dB = 10 \log(P_{ef}/P_0)^2$$

vai, mazliet pārveidojot,

$$dB = 20 \log(P_{ef}/P_0)$$

Ar $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa pieņemts apzīmēt minimālo skaņas spiedienu, kuru uz-

tver cilvēka dzirdes orgāni, un to dēvē par “dzirdamības sliekšni”. Tādējādi decibels jeb trokšņa spiediena līmenis parāda attiecību, kādā jebkura efektīvā trokšņa spiediena (P_{ef}) vērtība pārsniedz dzirdamības sliekšņa spiedienu. Šai attiecībai, protams, ir logaritmiskā skala. Iespējamo akustisko spiedienu skala decibelos ir robežās aptuveni no 0 līdz 150.

No decibela definīcijas izriet: saskaitot divas vai vairākas akustiskā spiediena vērtības, to summa nav aritmētiska, bet gan logaritmiska.

Piemēram, aplūkosim akustiskā spiediena līmeni decibelos, kuru ieguvām darba vietā, apvienojot tajā divus identiskus darbgaldus. Katrs darbgalds atsevišķi rada 100 dB lielu trokšņa līmeni. Kopējais līmenis būs 103 dB, ko var pamatot, izmantojot logaritmisko sakarību akustisko enerģiju summēšanai.

Tātad iegūtā akustiskā spiediena līmenis (ASL) būs divu atsevišķo līmeņu logaritmiskā summa: $ASL = 100 + 100 = 103$ dB. Ja katrs no darbgaldiem būtu radījis ASL 80 dB, tad kopējais trokšņa līmenis būtu 83 dB.

Decibela definīcijas matemātiskā izteiksme nozīmē: enerģijas daudzums dubultošanas, palielinoties skaņas spiediena līmenim par katriem 3 dB, bet samazinās uz pusi, samazinoties skaņas spiediena līmenim par 3 dB.

Jāiegaumē: ja summējas divi viens no otra pēc intensitātes ļoti atšķirīgi trokšņa līmeņi, dominē tas, kurš ir lielāks. Tādējādi, strādājot reizē diviem darbgaldiem, no kuriem viens rada 100 dB troksni, bet otrs – 75 dB, ASL būs vienāds ar 100 dB. Mēs dzirdam, ka strādā it kā tikai viens darbgalds (ir dzirdams tikai tas, kurš rada lielāku troksni).

Vēl piemērs. Apskatīsim gadījumu ar televizora skatīšanos un telefona zvanīšanu. Kad mēs skatāmies televizoru un vienlaikus zvina telefons, nesamazinot televizora skaļumu, mēs nedzirdēsim balsi, kas runā pa

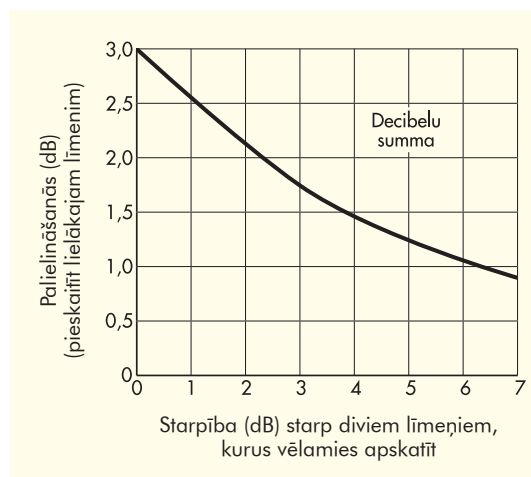
telefonu. Tā kā televizora skaņai ir lielāka intensitāte, tā dominē pār telefona zvanu. Tas pats notiek arī darba vietās – ražošanā, birojos utt.

Decibelu summa tiek izteikta šādi:

$$\text{Summa} = 10 \log \sum_{li=1}^n 10^{0,1dB}$$

Tomēr ir iespējams izvairīties no šo apgrūtināšo formulu lietošanas, izmantojot grafiskās summēšanas metodi.

Uz abscisu ass atliekam vērtību starpību starp diviem trokšņu līmeņiem un virzāmies no šā punkta pa līkni. Uz ordinātu ass atrodam vērtību decibelos, kuru mums jāpieskaita lielākajam līmenim, un iegūstam summāro vērtību.

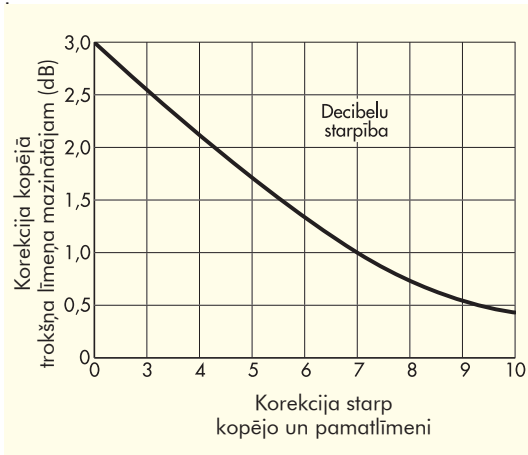


Decibelu starpība tiek aprēķināta šādi:

$$\text{Starpība} = 10 \log (10^{0,1 dB_1} - 10^{0,1 dB_2})$$

Tāpat kā iepriekšējā gadījumā, mēs varam ilustrēt šīs formulas izmantošanu ar grafiku, kas raksturo decibelu starpību.

Uz abscisu ass atliekam starpības vērtību starp diviem trokšņu līmeņiem (kopējo un to troksni, kuru vēlamies samazināt) un, virzoties no šā punkta pa līkni uz augšu, uz ordinātu ass atrodam vērtību decibelos,



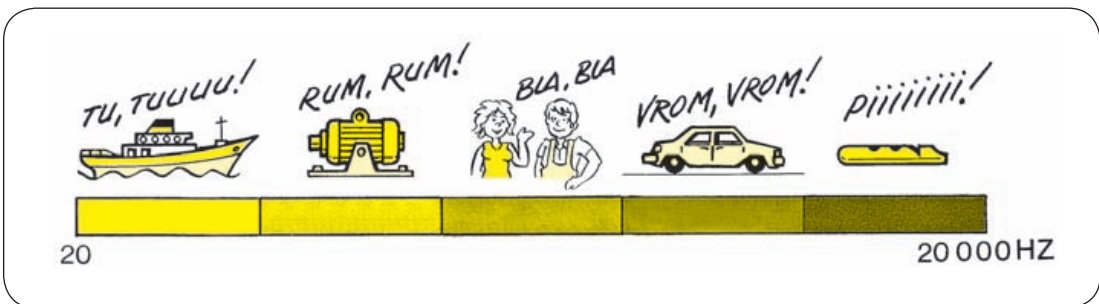
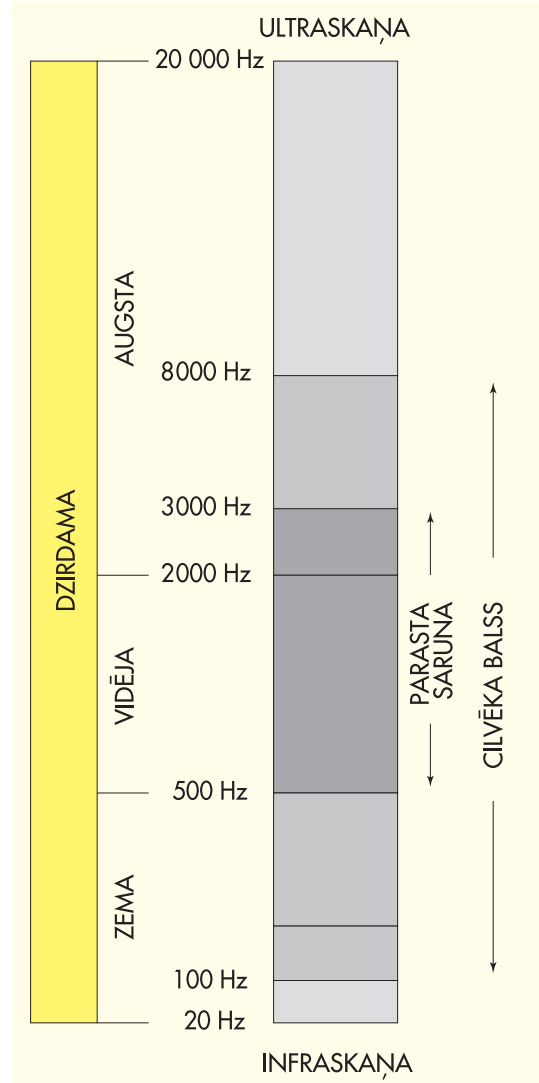
kuru mums jāatņem no kopējā līmeņa, lai iegūtu starpības vērtību.

Izmantojot grafiku vai formulas, varam aprēķināt iespējamo trokšņa līmeni, kurš būs noteicošais, ja no telpas aizvāktu kādu trokšņa ģeneratoru (darbgaldu vai citu elementu, kas rada troksni).

Frekvence

Par frekvenci sauc akustiskā spiediena svārstību skaitu sekundē. To mēra hercos (Hz) vai periodos sekundē.

Mēs runājam par troksni no darba higiēnas viedokļa, tas nosaka mūsu vēlēšanos izvairīties no trokšņa kaitīgās ietekmes uz nodarbināta-



jiem. Tādēļ no visu iespējamo akustisko frekvenču spektra mēs analizēsim tās frekvences, kuras vistiešākajā veidā ir saistītas ar cilvēka dzirdi.

Mūsu mērķis ir pasargāt dzirdi. Šajā kontekstā mums jāzina, ka cilvēka dzirde ir spējīga uztvert skaņas vai trokšņus frekvenču

intervālā no 20 līdz 20 000 Hz. Skaņas, kuru frekvence ir zemāka par 20 Hz, tiek sauktas par infraskaņu, bet skaņas ar frekvenci, kura augstāka par 20 000 Hz, par ultraskaņu.

Jauna un vesela cilvēka dzirde spēj uztvert skaņas norādītā frekvenču diapazona robežās. Sarunājoties cilvēks izmanto daudz šaurāku diapazonu (sarunu frekvences, kuras atrodas robežās no 500 līdz 2000 Hz). Tāpēc tieši šajās robežās ir nepieciešams divkāršot pūles, lai nodrošinātu labāku aizsardzību pret kaitīgo ietekmi uz dzirdi.

Skaņu frekvenču intervāls tiek sadalīts vairākās joslās. Joslas sauc par **oktāvām**. Var noteikt arī frekvenču joslu, kuru sauc par **trešdaļu oktāvām**.

Frekvenču joslas oktāva ir frekvenču spektra daļa, kas veidojas, spektru dalot pēc šādiem noteikumiem: katrai daļai ir augstākā intervāla robeža (F_2), kura ir div-

reiz lielāka par intervāla apakšējo robežu $\{F_1$. Tādējādi $F_2 = 2F_1$.

Katrs intervāls tiek noteikts ar centrālo frekvenci (F_c), kuru aprēķina kā vidējo ģeometrisko no to ietverošajām frekvenču robežvērtībām.

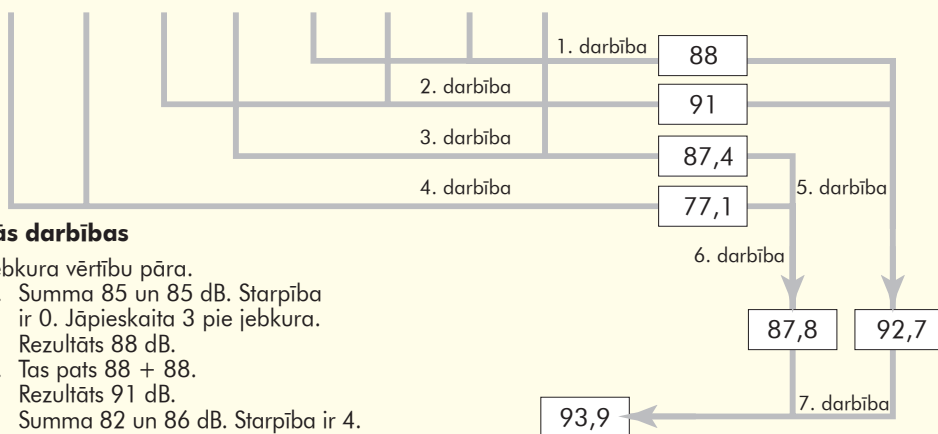
Tātad ar cilvēka dzirdi uztveramo frekvenču spektrs dalās frekvenču joslu oktāvās, kurām ir šādas vidējās (centrālās) frekvences (Hz): 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 un 16 000.

Kopējā trokšņa līmeņa novērtēšana

Frekvenču spektra kopējo trokšņa līmeni mēs iegūstam, summējot trokšņa līmeni katrā oktāvā vai oktāvas trešdaļas frekvenču joslā (logaritmiski, līdzīgi kā summē decibelus).

KOPĒJĀ TROKŠŅA LĪMEŅA NOTEIKŠANA

Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000
dB	73	75	88	82	85	88	85	86



Izpildāmās darbības

Sākot no jebkura vērtību pāra.

1. darbība. Summa 85 un 85 dB. Starpība ir 0. Jāpieskaita 3 pie jebkura. Rezultāts 88 dB.

2. darbība. Tas pats 88 + 88. Rezultāts 91 dB.

3. darbība. Summa 82 un 86 dB. Starpība ir 4. Pie lielākā jāpieskaita 1,4. Rezultāts 87,4 dB.

4. darbība. Summa 73 un 75 dB. Starpība ir 2. Pie lielākā jāpieskaita 2,1. Rezultāts 77,1 dB.

5. darbība. Summa 88 un 91 dB. Starpība ir 3. Pie lielākā jāpieskaita 1,7. Rezultāts 92,7 dB.

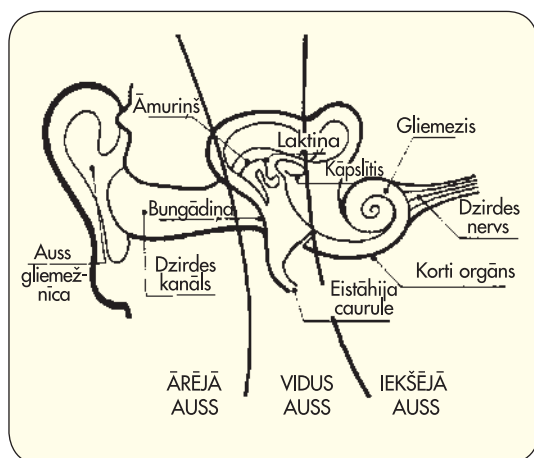
6. darbība. Summa 87,4 un 77,1 dB. Starpība ir 10. Pie lielākā jāpieskaita 1,4. Rezultāts 97,8 dB.

7. darbība. Summa 87,8 un 92,7 dB. Starpība ir 5,1. Pie lielākā jāpieskaita 1,2. Rezultāts 93,9 dB.

DZIRDES MEHĀNISMS

Cilvēka dzirdes aparāts uztver spiediena svārstības un transformē tās nervu impulsos. Tālāk nervu impulsi sasniedz smadzenes ar dzirdes nerva palīdzību. Šis spiediena svārstības parasti tiek uztvertas ar ausi. Spiediena svārstības var sasniegt smadzenes arī, izejot cauri galvaskausa kauliem. Dzirdes aparāts iedalās trijās daļās: ārējā auss, vidusauss un iekšējā auss.

Ārējā auss ir auss gliemežnīca un dzirdes kanāls, kas ved uz bungādiņu. Ārējā dzirdes kanālā atrodas matiņi un ausu sērs, kuri pilda aizsargfunkciju un aizkavē svešķermeņu iekļūšanu ausī.



Bungādiņa ir ļoti elastīga, plāna ādas membrāna, kas vibrē ar mazāku vai lielāku amplitūdu atkarībā no spiediena svārstībām (skaņas viļņiem). Līdzīgi tas notiek, sitot ar vāļīti pa bungu membrānu, kura vibrē lielākā vai mazākā mērā atkarībā no tā, cik stipri sitam.

No bungādiņas vibrācija tālāk tiek noraidīta uz vidusausi, kur atrodas trīs dzirdes kauliņi: āmuriņš, laktiņa un kāpslītis. Šie kauliņi ieguvuši šādus nosaukumus, jo ārēji tie līdzinās nosauktajiem priekšmetiem. Kauliņi ir kustīgi savienoti. Tie spēj savstarpēji iedarboties un noraidīt vibrāciju no bungādiņas uz membrānu, ko sauc par ovālo logu.

Iekšējā auss sastāv no pusapaļiem kanāliem, kuri atbild par līdzsvara sajūtu, un gliemežnīcas. Gliemežnīcā atrodas membrāna (galvenā membrāna), kuru pārklāj vairāki tūkstoši sīku matiņu – nervu receptori.

Kad kauliņu virknes vibrācija sasniedz ovālo logu, šķidrums, kas piepilda gliemežnīcu, sāk svārstīties. Tādējādi tiek kairināti nervu gali un rodas signāls, kurš pa dzirdes nervu tiek noraidīts uz smadzenēm un tur atšifrēts. Šādā veidā gaisa spiediena svārstības tiek pārveidotas akustiskās jeb dzirdes sajūtās.

TROKŠŅA IEDARBĪBAS SEKAS

Negatīvās sekas, kuras troksnis var radīt cilvēkam, mēs iedalām *auditīvās* un *neauditīvās*.

Auditīvās sekas

Intensīvs un spēcīgs troksnis (šāviens, sprādziens utt.) var izraisīt auditīvo spēju samazināšanos un pat radīt bungādiņas plīsumu. Tomēr daudz svarīgākas ir tādas auditīvās iedarbības sekas, kuras rada ma-

zāk intensīvs, bet daudz pastāvīgāks troksnis. Šajā gadījumā troksnim tiek pakļauts daudz lielāks cilvēku skaits vidēji ilgā un ilgā laika periodā.

Pastāvīga atrašanās trokšņainā vidē bojā gliemežnīcas nervu receptorus un rada stāvokli, ka tie zaudē spēju veidot nervu signālus. Dzirdes pazemināšanās var rasties arī tāpēc, ka šie signāli nerasniedz galvas smadzenes. Nodarbinātais, kurš tiek pakļauts stipra trokšņa iedarbībai, pirmajās darba dienās ievēro, ka, izejot no darba telpas, viņš sliktāk dzird. Šī parādība, kas var būt ilgstoša vai mazāk ilgstoša, tiek saukta par īslaicīgo audītīvās spējas samazināšanos. Tā rodas nervu šķiedru pārslozdes rezultātā.

Dzirdē pakāpeniski atjaunojas, kad atrašanās trokšņainā vidē tiek pārtraukta.

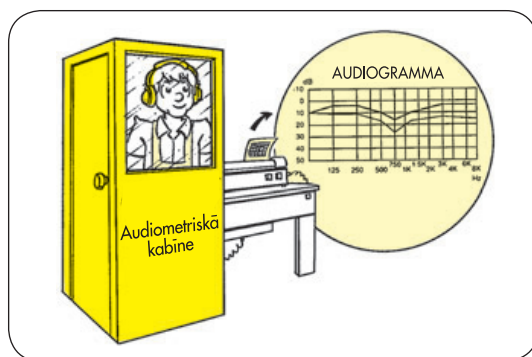
ILGSTOŠA (VAIRĀKU GADU GARUMĀ) PAAUGSTINĀTA TROKŠŅA IEDARBĪBA VAR RADĪT PAKĀPENISKU DZIRDĒS SAMAZINĀŠANOS, KAS GALA REZULTĀTĀ IZRAISA ARODA VĀJDZIRDĪBU.

Tādi dzirdes traucējumi rodas ilgākā laika periodā. Sākumā parādās simptomu virkne, kuriem parasti nepievērš uzmanību: apgrūtināta ikdienas sadzīves skaņu uztvere (durvju zvana, normālā skaļumā strādājoša televizora sadzirdēšana). Tādos gadījumos esam spiesti paaugstināt skaņas līmeni līdz tādām, kas kļūst apgrūtinājošas citiem. Vēlāk rodas grūtības saskarsmē ar citiem cilvēkiem, parādās nervozitāte un paaugstināts jūtīgums. Nereti pievienojas vēl citi simptomi, kuri liecina par dzirdes traucējumiem.

Tātad, pakļaujoties pārmērīga trokšņa līmeņa iedarbībai, tiek bojātas gliemežnīcas nervu šķiedras. Tomēr ne jau tās visas tiek bojātas vienlaicīgi un vienādi. Pirmās tiek bojātas tās šķiedras, kuras atbild par spalgu

skaņu uztveršanu (frekvence virs 4000 Hz).

Pēc tam pakāpeniski bojājas arī citu frekvenču skaņu uztvere. Dzirdes traucējumus mēs novērojam sarunāšanās laikā. Šie traucējumi ir neatgriezeniski, jo nervu šūnas neatjaunojas. Tas pats notiek ar pianīno vai ģitāru, kad pārtrūkst stīga un nav iespējams



radīt noteiktas skaņas. Ar cilvēka dzirdi nomet glūzi tas pats. Atšķirība ir tā, ka skaņu veidošanas vietā auss pārstāj šīs skaņas dzirdēt, bet parādības mehānisms ir ļoti līdzīgs.

Hipoakusija (dzirdes samazināšanās) kā trokšņa iedarbības rezultāts ir divpusēja un, gandrīz vienmēr, simetriska. Tas nozīmē, ka abas ausis tiek bojātas vienādi un neatgriezeniski. Izsakoties citādi, dzirdes atjaunošanās iepriekšējā līmenī nav iespējama. Ja kaitīgā trokšņa iedarbība tiek pārtraukta, hipoakusija parasti neprogresē.

TROKŠŅA RADĪTĀ HIPOAKUSIJA IR DIVPUSĒJA UN NEATGRIEZENISKA, UN IR ATZĪTA PAR ARODSLIMĪBU.

Audītīvās jeb dzirdes spējas mērīšanai lieto aparātu, ko sauc par audiometru. Ar tā palīdzību tiek radītas dažādas intensitātes skaņas, kurām ir dažādas frekvences (zemas, vidējas, augstas). Izvērtējot pārbaudāmā cilvēka dažādo skaņu uztveri, tiek veikta audiometrija. Tā nosaka, vai dzirdē ir normāla vai nav.

Neauditīvās trokšņu iedarbības sekas

Pastāv arī citas trokšņu iedarbības sekas, kuras parasti cilvēkam nesaistās ar troksni. Atrodies vidē, kurā ir augsts trokšņa līmenis, cieš arī citas cilvēka ķermeņa sistēmas un orgāni, piemēram, nervu sistēma. Var apgalvot, ka pat nelielas intensitātes trokšņa līmenis var radīt nodarbinātajiem veselības traucējumus, piemēram, samazinās koncentrēšanās spējas, kas savukārt izraisa stresu darbā (cilvēkam grūti veikt precīzas darba operācijas, apgrūtināta garīga koncentrēšanās, tādēļ darbā rodas sastrēgumi).

Apskatīsim dažādus trokšņu iedarbības neauditīvo seku veidus.

Respiratorās sekas: trokšņa iedarbība pastiprina elpošanas biežumu, kas normalizējas tūlīt pēc trokšņa izbeigšanās.

Sirds un asinsvadu sistēmas traucējumi: trokšņa iedarbība parasti rada paaugstinātu arteriālo spiedienu, veicina asinsvadu pārkaļķošanu.

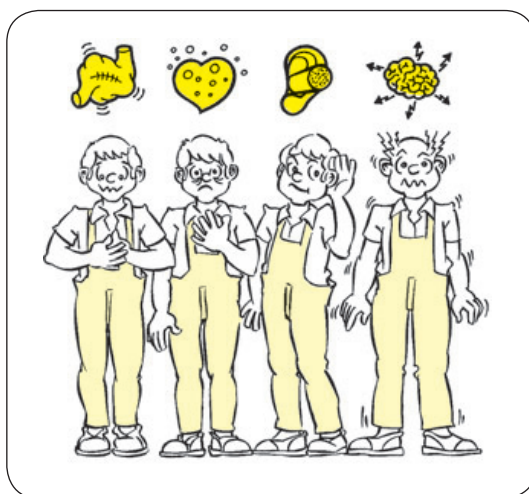
Gremošanas trakta bojājumi: trokšņa iedarbība var izraisīt kuņģa un divpadsmitpirkstu zarnas čūlu paasinājumus, skābuma palielināšanos kuņģa sulā.

Redzes traucējumi: paaugstināta trokšņa līmeņa iedarbība var izraisīt redzes asuma, redzes lauka un krāsu redzes traucējumus.

Endokrīnās sistēmas bojājumi: paaugstināta trokšņa līmeņa iedarbība var radīt izmaiņas sekrēcijas dziedzeru darbībā (hipofīze, vairogdziedzeris, virsnieru dziedzeri), kas izpaužas kā hormonu koncentrāciju svārstības asinīs.

Nervu sistēmas traucējumi: paaugstināta trokšņa līmeņa iedarbība var radīt izmaiņas centrālajā nervu sistēmā (miega traucējumi, nogurums, nervozitāte, nemiers un seksuālie traucējumi). Krasi samazinās nodarbināto koncentrēšanās

spējas. Tas rada kļūdas darbā, un pieaug nelaimes gadījumu skaits.



Atbilstību skala

Cilvēks spēj uztvert skaņas signālus, kuru frekvence svārstās no 20 līdz 20 000 Hz. Taču, kā minēts iepriekš, dzirde, lai izpildītu savu galveno funkciju, t. i., sazināšanos ar sev līdzīgiem, vislabāk uztver runas diapazona frekvences.

Tātad mūsu dzirde ļoti slikti uztver skaņas, kuras atrodas zemfrekvenču un augstfrekvenču joslā: 31,5; 63; 125; 250; 500; 8000 un 16 000 Hz; un otrādi, ļoti labi tiek uztvertas skaņas, kas atrodas vidējo frekvenču joslā: 1000, 2000 un 4000 Hz.

Tas nozīmē, ka ļoti zemu frekvenču skaņa subjektīvi tiek uztverta ar daudz zemāku intensitāti, nekā tā ir patiesībā. Tas pats notiek, ja skaņa ir ar ļoti augstu frekvenci. Vidējo un augsto frekvenču skaņas mēs turpretī uztveram ar lielāku intensitāti, nekā tā ir patiesībā. Praksē tas nozīmē, ka mūsu dzirde darbojoties it kā gribētu mūs aizsargāt no akustiskās agresijas, uztverot skaņas signālu kā trausmes vai aizsardzības mehānismu.

Ja trokšņa līmeņa mērīšanas aparāts

var to izmērīt tieši tāpat kā troksni, ko uztver cilvēka dzirde, tad mēs varam apgalvot, ka tas ir nokalibrēts atbilstoši mērījumiem fizioloģiskās uztveres līmenī.

CILVĒKAM SKAŅAS UZTVERE, KAS DARBOJAS SELEKTĪVI ATKARĪBĀ NO FREKVENCES, TIEK DEFINĒTA KĀ FIZIOLOĢISKĀ DZIRDES UZTVERE.

Atbilstību skala A			
Hz	dB	Hz	dB
20	-50,5	800	-0,8
25	-44,7	1000	0
31,5	-39,4	1250	+0,6
40	-34,6	1600	+1,0
50	-30,2	2000	+1,2
63	-26,2	2500	+1,3
80	-22,5	3150	+1,2
100	-19,1	4000	+1,0
125	-16,1	5000	+0,5
160	-13,4	6300	-0,1
200	-10,9	8000	-1,1
250	-8,6	10 000	-2,5
315	-6,6	12 500	-4,3
400	-4,8	16 000	-6,6
500	-3,2	20 000	-9,3
630	-1,9		

Visuniversālākā fizioloģiskās atbilstības skala ir tā sauktā atbilstības skala A, kuru lieto vispārējā trokšņa (ekvivalentā trokšņa līmeņa) mērīšanai.

Sastopamas arī citas atbilstības skalas, tomēr tās parasti netiek izmantotas darba higiēnā. Starp tām var nosaukt atbilstības skalas B, C un D. Katrai no tām ir savs specifisks pielietojums.

Jāatzīmē, ja pie trokšņa frekvenču spektra līmeņiem, kuri mērīti decibelos, vai nu pieskaita vai arī no tiem atņem iepriekšminētās atbilstības vērtības un tādā veidā izmērītos līmeņus logaritmiski saskaita (tāpat kā rīkojas ar decibelu), tad kopējā

summas vērtība tiek izteikta dB(A) skalā.

Kā piemēru apskatīsim troksni, kura frekvenču spektrs ir šāds:

Hz	dB	At (A)	dB (At)
31,5	114,4	-39,4	75
63	108,2	-26,2	82
125	101,1	-16,1	85
250	94,6	-8,6	86
500	90,2	-3,2	87
1000	86	0	86
2000	58,8	+1,2	60
4000	54	+1,0	55
8000	41,1	-1,1	40
16 000	42,6	-6,6	36
Kopējais	115,5	-	92,5

Tas nozīmē, ka troksnim, kura vispārējais līmenis ir 115,5 dB, atbilst kopējais novērtētā trokšņa līmenis (A) 92,5 dB(A). Tālāk, kad runāsim par pētījumiem darba higiēnas jomā, mēs izmantosim dB(A). Divi vienāda akustiskā spiediena līmeņa trokšņi decibelos (dB) var būt ar dažādu kopējo skaņas spiediena līmeni (A), ja tiem ir dažādi frekvenču spektri. Aplūkosim troksni, kuram ir šāds frekvenču spektrs:

Hz	dB	At (A)	Dif.
31,5	65	-39,4	25,6
63	70	-26,2	43,8
125	75	-16,1	58,9
250	80	-8,6	71,4
500	85	-3,2	81,8
1000	90	0	90
2000	95	+1,2	96,2
4000	100	+1,0	101
8000	105	-1,1	103,9
16 000	110	-6,6	103,4
Kopējais	111	-	108

Troksnis ar vienādu skaņas spiediena līmeni decibelos, bet kura spektrā pārsvarā dominē zemās frekvences, atšķirībā no ie-

Hz	dB	At (A)	dB (At)
31,5	110	-39,4	70,6
63	105	-26,2	78,8
125	100	-16,1	8,9
250	95	-8,6	86,4
500	90	-3,2	8,8
1000	85	0	85
2000	80	+1,2	81,2
4000	75	+1,0	76
8000	70	-1,1	68,9
16 000	65	-6,6	58,4
Kopējais	111	-	101

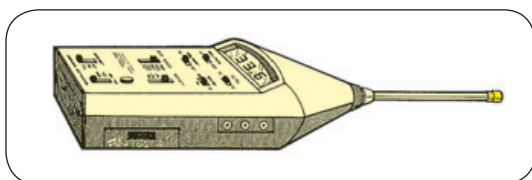
priekš aplūkotā, kura spektrā pārsvarā bija augstas frekvences, rezultātā būs ar atšķirīgu kopējo akustiskā spiediena līmeni dB(A).

Kā redzējam gadījumā ar troksni, kurā dominē augstas skaņas (augstas frekvences), atšķirība starp kopējiem līmeņiem dB un dB(A) nav liela – tikai 3 decibeli. Otrajā gadījumā, kad dominē zemas skaņas (zemas frekvences), atšķirība starp diviem kopējiem trokšņa līmeņiem ir daudz lielāka – 10 decibelu.

Starpība, kas pastāv starp kopējiem trokšņa līmeņiem dB un dB(A), raksturo īpašību, kas piemīt trokšņa frekvenču spektram. Samērā mazas atšķirības piemīt augstām skaņām, toties lielas atšķirības – zemām skaņām.

MĒRĪŠANAS IERĪCES UN MĒRĪJUMU VEIKŠANA

Troksni mēra ar kalibrētu mēraparatūru – skaņas līmeņa mērītāju (skaņas analizators).



Minētās iekārtas mēra akustiskā spiediena līmeni, uzrādot tā vērtības. Rezultātu var izteikt gan dB, gan dB(A). Ministru kabineta 04.02.2003. noteikumu Nr. 66 "Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret darba vides trokšņa radīto risku" 1. pielikums nosaka mērīšanas procedūru:

- trokšņa līmenim;
- trokšņa ekspozīcijai;
- ekvivalenta nepārtrauktā A-izsvartotā skaņas spiediena līmenim.

Trokšņa mērījumus vispirms veic darba vietās, kurās pēc sākotnējās (pirmreizējās) darba vietu pārbaudes konstatēts, ka troksnis rada vai var radīt risku nodarbināto drošībai vai veselībai. Par mērījumu precizitāti atbild trokšņa mērījumu veicējs. Pirms darbu uzsākšanas trokšņa mērījumu veicējs pārlicinās, vai lietotā mēraparatūra ir kalibrēta. Izmantojot kalibrētu akustisko mēraparatūru un ievērojot Ministru kabineta 04.02.2003. noteikumu Nr. 66 "Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret darba vides trokšņa radīto risku" 1. pielikumā noteikto trokšņa mērīšanas procedūru, trokšņa mērījumus veic speciālisti, kurus sertificējušas institūcijas, kas ir akreditētas valsts aģentūrā "Latvijas Nacionālais akreditācijas birojs" atbilstoši standartam LVS EN ISO/IEC 17024:2005 "Atbilstības novērtēšana – vispārīgās prasības personu sertificēšanas institūcijām" un par kurām Ekonomikas ministrija ir

publicējusi paziņojumu laikrakstā "Latvijas Vēstnesis", vai laboratorijas, kas ir akreditētas valsts aģentūrā "Latvijas Nacionālais akreditācijas birojs" atbilstoši standartam LVS EN ISO/IEC 17025:2005 "Testēšanas un kalibrēšanas laboratoriju kompetences vispārīgās prasības" un par kurām Ekonomikas ministrija ir publicējusi paziņojumu laikrakstā "Latvijas Vēstnesis" (turpmāk – trokšņa mērījumu veicējs).

Trokšņa mērījumos izmantotās metodes un mēraparatūru pielāgo konkrētajiem apstākļiem, it īpaši mērāmā trokšņa raksturam, tā ekspozīcijas ilgumam un darba vides faktoriem. Trokšņa mērījumos izmantotās metodes pielāgo arī mēraparatūras īpatnībām.

Trokšņa mērījumos izmantotās metodes ietver mērīšanas punktu izvēli atbilstoši konkrētajiem apstākļiem un situācijai, kādā nodarbinātais ir pakļauts troksnim ikdienas darbā (visas iekārtas un cits darba aprīkojums ir ieslēgts, nodarbinātie atrodas savās darba vietās kā parastā darba dienā). Trokšņa mērījumus veic, lai noteiktu trokšņa līmeni vidē, kā arī lai noteiktu trokšņa ietekmi uz cilvēku un viņa dzirdi. Veicot trokšņa mērījumus, izmanto videi atbilstošu trokšņa līmeņa raksturlielumu.

Trokšņa mērījumus veic atbilstoši:

- standartam LVS ISO 1996-1:2004 "Akustika. Vides trokšņa raksturošana, mērīšana un novērtēšana – 1. daļa: Pamatlielumi un novērtēšanas procedūras";
- standartam LVS ISO 9612:2007 "Akustika. Norādījumi darba vides trokšņa ekspozīcijas mērīšanai un novērtēšanai";
- standartam LVS ISO 1999:2007 "Akustika. Darba vides trokšņa ekspozīcijas noteikšana un trokšņa izraisītu dzirdes bojājumu prognozēšana";
- trokšņa mēraparatūras ražotāju tehnis-

kajai dokumentācijai (mēraparatūras darbības apraksti).

Lai novērtētu trokšņa radīto risku nodarbinātajiem, nosaka:

- pīķa skaņas spiedienu ($p_{pīķa}$) – trokšņa "C" frekvenču raksturlienes izsvartotā momentānā skaņas spiediena maksimālo vērtību (turpmāk – pīķa līmenis);
- ikdienas trokšņa ekspozīcijas līmeni ($L_{EX, 8st}$) (dB(A) attiecībā pret 20 μ Pa) – trokšņu ekspozīcijas līmeņu laikā izsvartoto vidējo vērtību astoņu stundu darba dienā (turpmāk – trokšņa līmenis) atbilstoši standartam LVS ISO 1999:2007 "Akustika. Darba vides trokšņa ekspozīcijas noteikšana un trokšņa izraisītu dzirdes bojājumu prognozēšana". Minētais trokšņa līmenis ietver visus trokšņus, kas ir darba vidē, tajā skaitā impulsveida troksni.

Ja darba nedēļas laikā vienā un tajā pašā darba vietā trokšņa līmenis pa dienām var būtiski atšķirties, darba devējs ir tiesīgs trokšņa līmeņa novērtēšanai ikdienas trokšņa ekspozīcijas līmeni aizstāt ar nedēļas trokšņa ekspozīcijas vidējo ikdienas līmeni (laikā izsvartotais vidējais trokšņa ekspozīcijas līmenis piecu dienu (40 stundu) darba nedēļai atbilstoši standarta LVS ISO 1999:2007 "Akustika. Darba vides trokšņa ekspozīcijas noteikšana un trokšņa izraisītu dzirdes bojājumu prognozēšana" 3.6. apakšpunktam), ievērojot šādas prasības:

- visu nedēļu tiek veikts nepārtraukts trokšņa līmeņa monitorings, un nedēļas trokšņa ekspozīcijas līmenis nepārsniedz ekspozīcijas robežvērtību 87 dB(A);
- trokšņa līmeņa monitoringa rezultātus un paskaidrojumus par šādas aizstāšanas nepieciešamību darba devējs iesniedz Valsts darba inspekcijā;
- darba devējs nodrošina atbilstošus darba

aizsardzības pasākumus, kas līdz minimumam samazina trokšņa radīto risku un nodrošina nodarbināto drošību un veselības aizsardzību.

Trokšņu mērījumu veicējs pirms trokšņa mērīšanas veic šādus sagatavošanās pasākumus:

- pēc attiecīgā pasūtījuma saņemšanas trokšņa mērījumu veicējs iepazīstas ar veicamo darbu saturu, mērījumu objektu (vietu) un tā tehnisko stāvokli, precizē organizatoriskos jautājumus (mērīšanas laiku, piekļūšanu objektam, mērījumu veikšanai nepieciešamos sagatavošanas pasākumus) un, ja nepieciešams, sadarbojas ar pasūtītāja (darba devēja) norīkotu atbildīgo nodarbināto (kontaktpersonu);
- veic mēraparatūras iestatīšanu, ieskaitot mikrofona akustisko pārbaudi;
- sagatavo mērījumu veikšanai nepieciešamos protokolus, paredzot tajos vietu attiecīgās informācijas ierakstīšanai.

Trokšņa mērījumos ievēro šādas prasības:

- mēraparatūras iestatīšanu un mikrofona akustisko pārbaudi veic pirms un pēc katras mērījumu sērijas;
- mērījumos izmantoto aparatūru un mērījumu laikā dominējošos apkārtējās vides apstākļus pieraksta mērījumu protokolā. Protokolu glabā divus gadus;
- mērījumu ilgums ir pietiekams, lai varētu veikt nepieciešamos trokšņa mērījumus un noteikt trokšņa iedarbību uz cilvēkiem;
- nepastāvīga trokšņa mērīšanas laika intervāls aptver vismaz vienu pilnu trokšņa avota raksturīgo darba ciklu, bet ne mazāku par 20 minūtēm;
- mērījumu ilgumu, vietas un veidu nosaka, ņemot vērā attiecīgā standarta ieteikumus. Mērījumu laikā ņem vērā apkārtējās vides stāvokļa (blakustrokšņi un vēja virziens) un trokšņa rakstura izmaiņas;

- ja pastāv aizdomas par mērāmā trokšņa tonālo vai impulsveida raksturu, nepieciešams veikt papildu pētījumus, izmantojot tercoktāvu vai impulsanalīzi.

Nosakot trokšņa mērpunktus, ņem vērā šādas prasības:

- mērpunktus nosaka atbilstoši izmantotās mērīšanas metodes ieteikumiem, lai apkārtējie priekšmeti neradītu mērījumu kļūdas;
- mērījumus telpās un teritorijās veic ne mazāk kā trijos mērpunktos, ievērojot vairākas prasības, kas tālāk minētas tekstā.

Nosakot trokšņa mērpunktus teritorijās, ņem vērā šādas prasības:

- 1) ja nepieciešams minimizēt atstarojumu ietekmi uz mērījumu rezultātiem, mērījumus, ja iespējams, veic vismaz 3,5 m attālumā no jebkādam atstarošām virsmām, izņemot zemes virsmu;
- 2) mikrofonu novieto 1,2–1,5 m augstumā virs zemes.

Nosakot trokšņa mērpunktus ēku tuvumā, ņem vērā šādas prasības:

- 1) mērījumus veic troksnim pakļauto ēku tiešā tuvumā;
- 2) mērījumus veic 1–2 m attālumā no ēkas fasādes un 1,2–1,5 m virs pētāmā ēkas stāva līmeņa.

Nosakot trokšņa mērpunktus telpās, ņem vērā šādas prasības:

- mērījumus veic telpās, kurās troksnis var radīt risku cilvēka drošībai un veselībai, jo īpaši dzirdei, vai kurās to ir pieprasījis trokšņa mērījumu pasūtītājs (darba devējs);
- mērījumus veic vismaz 1 m attālumā no sienām vai citām lielām atstarošām virsmām, 1,2–1,5 m virs grīdas un apmēram 1,5 m no logiem;
- ja nav citu norāžu, mērpunktu skaitu (N_M) telpās izvēlas, izmantojot šādu formulu:

$$N_M = 4 \times \lg \left(\frac{V}{50} + 2 \right) + 2,$$

kur:

V – telpas tilpums (m^3);

N_M – mērpunktu skaits, noapaļots līdz veselam skaitlim;

- mērpunktus trokšņa avota tuvumā pēc iespējas neizvēlas apgabalā, kas tuvāks par divkārtotu tā lielāko gabarītu;
- ja mērījumu rezultātu izkliede starp dažādiem mērpunktiem pārsniedz 7 dB (LpA), telpas vidējais skaņas līmenis nav izmantojams akustiskās situācijas novērtēšanai;
- simetriskās telpās neviens mērpunkts nedrīkst būt izvietots simetriski pret jebkuru citu mērpunktu attiecībā pret telpas asi vai centru.

Trokšņa mērījumu veikšanas laikā ievēro šādas prasības:

- ņem vērā minētajos standartos noteiktās prasības mikroфона novietojumam, mērāmos lielumus, analizējamo joslu platumu, mērījumu ilgumu un citas raksturīgas prasības;
- mērījumu apjomu un vietas parametrus nosaka ar darba devēju saskaņotā darba programmā;
- mērījumu protokolā pēc iespējas precīzi norāda, kādi trokšņa avoti darbojas mērījumu veikšanas laikā, to atrašanās vietas, mēraparatūras novietojumu un mikroфона virzienu, kā arī attālumus līdz trokšņa avotiem. Fona troksni mēra tajos pašos mērpunktos, kuros mēra pētāmo troksni;
- ja parādās nevēlami (pētāmajam trokšņu avotam neraksturīgi) blakustrokšņi, mērījumus pārtrauc;
- mērījumu protokolā, ja nepieciešams, pieraksta mērījumu rezultātus, mērījuma nosaukumu un mērījuma vietas, ko, ja nepieciešams, papildina ar skicēm vai fotogrāfijām;

- mērījumus pārtrauc, ja netiek ievēroti mērījumu veikšanai paredzētie apstākļi vai mērījumu vietu izvēles pamatprincipi. Ja nepieciešama cilvēku klātbūtne vai mērījumus veic, cilvēkiem pārvietojoties, mikrofonu novieto 0,10–0,01 m attālumā no cilvēka auss, kura saņem lielāko A – izsvaroto skaņas ekspozīciju vai ekvivalentu nepārtraukto A – izsvaroto skaņas spiediena līmeni.



Mērījumu vietās, kur iespējama meteoroloģisko apstākļu ietekme uz trokšņa līmeni, tas mērāms, ievērojot šādas prasības:

- mērot ilgtermiņa vidējo skaņas līmeni, laika intervālus izvēlas tā, lai tie aptvertu reālos meteoroloģiskos apstākļus mērījumu vietā;
- īpašos meteoroloģiskajos apstākļos mērījumu laika intervāli aptver rūpīgi izvēlētos meteoroloģiskos apstākļus. Izvēlētie apstākļi atbilst gadījumam, kad dominējošo vēju virziens sakrīt ar mērāmā trokšņa izplatīšanās virzienu.

Trokšņa mērījumu pārskatā ietver šādas ziņas:

- trokšņa mērījumu veicēja vārdu, uzvārdu vai nosaukumu, adresi un telefonu;

- norādi uz mērījumu vidi un vietu;
 - pārskata reģistrācijas datus (numurs vai nosaukums);
 - trokšņa mērījumu pasūtītāja (darba devēja) nosaukumu un adresi;
 - mērījumu uzsākšanas laiku;
 - mērījumu pabeigšanas laiku;
 - novirzes no mērīšanas procedūras (ja tādas rodas);
 - ziņas par mērījumu norisi:
 - mērījumu laika sadalījums pa mērpunktiem (mērīšanas ilgums un mērīšanas laika intervāls);
 - mērījumu vietu apraksts (shēmas, zīmējumi, fotogrāfijas), tajā skaitā apstākļi, kad telpas vai teritorijas iekārtojums atšķiras no normālā vai paredzētā;
 - mērījumu apstākļu aprakstu:
 - virsmas (starp trokšņa avotu un mērpunktiem) raksturojums;
 - trokšņa avotu emisijas (starojuma) īpatnības;
 - ja mērījumi veikti ārpus telpām un uz tiem atstāj ietekmi klimatiskie apstākļi, vēja ātrums un virziens, nokrišņi;
 - šādus rādītājus:
 - iespēja identificēt trokšņa avotu un noteikt tā izcelsmi;
 - trokšņa raksturojums;
 - blakus (fona) trokšņu mērījumi un pieraksti;
 - citus datus, kas ietekmē mērījumu rezultātus vai kurus ir pasūtījis darba devējs;
 - mērījumu un datu apstrādē iegūtos datus;
 - mērāmās vides un vietas parametrus mērīšanas laikā;
 - ziņas par izmantoto mēraparatūru (nosaukums, tips, ziņas par kalibrēšanu);
 - citas mērījumu veicēja piezīmes.
- Trokšņa mērījumus veic periodiski:
- reizi gadā, ja iepriekšējos mērījumos trokšņa līmenis darba vietā pārsniedza augstāko ekspozīcijas darbības vērtību (85 dB(A)) vai pīķa līmenis pārsniedza 140 dB;
 - reizi trijos gados, ja iepriekšējos mērījumos trokšņa līmenis darba vietā pārsniedza zemāko ekspozīcijas darbības vērtību (80 dB(A)), bet bija zemāks par augstāko ekspozīcijas darbības vērtību (85 dB(A)) un pīķa līmenis nepārsniedza 140 dB.
 - ja, pārbaudot darba vietas, konstatē, ka troksnis rada vai var radīt risku nodarbinātā drošībai un veselībai;
 - pēc darba aizsardzības pasākumu veikšanas, lai pārlicinātos, vai trokšņa radītais risks ir novērsts vai arī samazināts līdz pieļaujamajam līmenim;
 - ja veselības pārbaudē konstatē nodarbinātā dzirdes pasliktināšanos;
 - pēc nodarbināto vai uzticības personu pieprasījuma, ja ir pamats domāt, ka trokšņa līmenis ir palielinājies un tiek apdraudēta nodarbināto drošība un veselība;
 - ja noticis nelaimes gadījums darbā, kas saistīts ar trokšņa radīto risku.

NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI UN NORMATĪVI

Iepriekš minētie noteikumi nosaka šādas trokšņa ekspozīcijas robežvērtības un ekspozīcijas darbības vērtības:

ekspozīcijas robežvērtība:

$$L_{EX, 8st} = 87 \text{ dB(A)}$$

un attiecīgi $p_{pīķa} = 200 \text{ Pa}$ ($L_{pīķa} = 140 \text{ dB}$);

augstākā ekspozīcijas darbības vērtība:

$$L_{EX, 8st} = 85 \text{ dB(A)}$$

un attiecīgi $p_{pīķa} = 112 \text{ Pa}$ ($L_{pīķa} = 135 \text{ dB}$);

zemākā ekspozīcijas darbības vērtība:

$$L_{EX, 8st} = 80 \text{ dB(A)}$$

un attiecīgi $p_{pīķa} = 112 \text{ Pa}$ ($L_{pīķa} = 135 \text{ dB}$),

kur $p_{pīķa}$ ir pīķa skaņas spiediens (trokšņa "C" frekvenču raksturlīknes izsvartā momentānā skaņas spiediena maksimālā vērtība, bet $L_{EX, 8st}$ – ikdienas trokšņa ekspozīcijas līmenis ((dB(A) attiecībā pret $20 \mu\text{Pa}$), trokšņu ekspozīcijas līmeņu laikā izsvartā vidējā vērtība astoņu stundu darba dienā (turpmāk — trokšņa līmenis)).

Ja nodarbinātais veic dažādus darbus, tad nepieciešams aprēķināt 8 stundu ekspozīcijas līmeni, ko iespējams izdarīt ar trokšņa kalkulatora palīdzību. Interneta to iespējams atrast pēc šādas adreses: www.hse.gov.uk/noise/calculator.htm

Trokšņa kalkulatora paraugu skatīt attēlā.

Lai lietotu trokšņa kalkulatoru, darba vides riska novērtēšanas laikā darba aizsardzības speciālistam ir ļoti precīzi jāsavāc informācija par to, cik un kāda veida darbus attiecīgais nodarbinātais veic, kā arī cik ilgu laiku attiecīgais darbs tiek veikts. Tad, pamatojoties uz iegūto informāciju, kā arī uz veikto laboratorisko mērījumu rezultātiem, jāaizpilda tabula, kas automātiski sarēķina ikdienas trokšņa ekspozīcijas līmeni (sk. attēlu).

	Trokšņa līmenis (Leq dBA)		Ekspozīcijas laiks	
	Stundas	Minūtes	Stundas	Minūtes
Darbs vai process nr.1				
Darbs vai process nr.2				
Darbs vai process nr.3				
Darbs vai process nr.4				
Darbs vai process nr.5				
Darbs vai process nr.6				
Darbs vai process nr.7				
Darbs vai process nr.8				

Ikdienas trokšņa ekspozīcijas līmenis dBA

	Trokšņa līmenis (Leq dBA)		Ekspozīcijas laiks	
	Stundas	Minūtes	Stundas	Minūtes
Darbs vai process nr.1	95	2	30	
Darbs vai process nr.2	65	4	30	
Darbs vai process nr.3	86	1	0	
Darbs vai process nr.4	72	1	0	
Darbs vai process nr.5				
Darbs vai process nr.6				
Darbs vai process nr.7				
Darbs vai process nr.8				

Ikdienas trokšņa ekspozīcijas līmenis 90,2 dBA

DARBA APSTĀKĻU UZLABOŠANA UN NODARBINĀTO AIZSARDZĪBA

Lai samazinātu trokšņa iedarbību uz nodarbināto veselību, atkarībā no skaņas intensitātes darba devējam jāveic darba aizsardzības pasākumi.

- dzirdes pārbaudes nozīmei un dzirdes bojājuma pazīmēm, kā arī ziņošanai darba devējam par dzirdes pasliktināšanos;

Skaņas intensitāte, dB (A)	Veicamie pasākumi	Obligātās veselības pārbaudes	Drošības zīme	Dzirdes individuālie aizsardzības līdzekļi
<80	–	–	–	–
80-85	Apmācība	1 reizi 3 gados	–	+
85-87	+ Bīstamo vietu norobežošana	Katru gadu	+	+
>87	+ Nekavējoties jāveic pasākumi trokšņa līmeņa samazināšanai vismaz līdz 87 dB (A)	Katru gadu	+	+

Veicot nodarbināto un uzticības personu apmācību un instruēšanu par trokšņa radīto risku, īpaša uzmanība jāpievērš:

- trokšņa radītā riska raksturam un nodarbināto dzirdes un citu orgānu sistēmu riskam, kas varētu rasties trokšņa ietekmē;
- veiktajiem un veicamajiem darba aizsardzības pasākumiem trokšņa radītā riska novēršanai vai samazināšanai un apstākļiem, kādos šie pasākumi veicami, īpaši norādot pasākumus, kas jāveic pašiem nodarbinātajiem;
- trokšņa ekspozīcijas robežvērtībām un trokšņa ekspozīcijas darbības vērtībām;
- trokšņa radītā riska novērtējumam, mērījumu rezultātiem un paskaidrojumiem par to nozīmi un potenciālajiem riskiem;
- pareizai individuālo dzirdes aizsardzības līdzekļu lietošanai (t. sk. – kur un kā tos glabāt, kā apkopt u. c.);

- apstākļiem, kuros nodarbinātajiem ir tiesības uz veselības pārbaudēm, un šo pārbaudžu nozīmei;
- drošām darba metodēm, lai samazinātu pakļaušanu trokšņa iedarbībai.

Starp svarīgākajiem darba aizsardzības pasākumiem, kas vērsti uz trokšņa iedarbības samazināšanu, minami šādi:

- kolektīvo aizsardzības pasākumu veikšana (piemēram, trokšņa avota likvidācija, citu darba metožu vai aprīkojuma izvēle; trokšņa avotu ierobežošana, darbu organizēšana tā, lai ierobežotu trokšņainajās vietās pavadīto laiku, u. c.);
- individuālo aizsardzības līdzekļu lietošana.

Lai samazinātu trokšņa negatīvo ietekmi uz cilvēkiem, nepieciešams veikt virkni pasākumu, kas vērsti uz ikdienas

ekvivalentā trokšņa līmeņa samazināšanu. To var panākt ar dažādiem paņēmieniem: samazinot akustiskā spiediena līmeni tā rašanās avotā, samazinot akustiskā spiediena līmeni vidē, kurā troksnis izplatās no avota līdz receptoram, un samazinot akustiskā spiediena līmeni pie receptora (nodarbinātajam). Tomēr pats

svarīgākais katrā nozarē ir izpētīt, kas ir galvenie trokšņa avoti un kā ar dažādiem darba paņēmieniem iespējams samazināt trokšņa līmeni darba vietā, kas bieži nav nemaz dārgs pasākums. Tālāk skatāms piemērs no kokapstrādes, kas atzīstama par nozari, kur trokšņa līmenis ir viens no augstākajiem.

Mainīgais lielums	Attiecīgais faktors	Iespējamā ietekme
Koksne	Suga	Cietkoksne (ozols, dižskābārdis, osis u. c.) paaugstina trokšņa līmeni par aptuveni 2 dB (piemēram, ozolkoka zāģēšana salīdzinājumā ar priedes zāģēšanu).
	Platums	Plata kokmateriāla zāģēšana palielina trokšņa izplatīšanos lielākā telpas daļā (piemēram, zāģējot 20 cm platu dēli, trokšņa līmenis paaugstinās par apmēram 2 dB salīdzinājumā ar 10 cm plata dēļa zāģēšanu).
	Biezums	Plānāki dēļi vibrē vairāk, tāpēc palielina trokšņa līmeni (īpaši skaļa ir dēļu, kas plānāki par 20 cm, zāģēšana).
	Garums	Garu kokmateriālu zāģēšana pārvada troksni tālāk nekā īsu dēļu zāģēšana.
	Mitruma saturs	Sauss koks ir trausls un viegli vada skaņu.
Aprīkojums	Nepieciešamā zāģējuma platums	Trokšņa līmenis precīzi virs zāģa ripas palielinās tieši proporcionāli zāģējuma platumam.
	Zāģa asums	Lai nozāģētu ar neasiem nažiem, ilgstoši lietotiem asmeņiem un lentēm, jāpieliek lielāks spēks, tāpēc palielinās trokšņa līmenis.
	Naža/asmeņa izvirzījums	Jo lielāks ir griezējinstrumenta izvirzījums, jo lielāka gaisa pretestība iekārtai jāpārvar, tādējādi palielinās trokšņa līmenis (par katru izvirzījuma milimetru, kas lielāks par 1,5 mm, trokšņa līmenis pieaug vidēji par 2–3 dB).
	Ātrums	Jo lielāks ir kustīgā elementa rotācijas ātrums, jo augstāks ir trokšņa līmenis.
	Balansējums	Slikti balansētiem instrumentiem pieaug vibrācijas līmenis un attiecīgi arī trokšņa līmenis.
Darba aprīkojuma veids	Zāģmateriāla kontakts ar darbgaldū	Brīvs, gaisā pacelts kokmateriāls vibrē vairāk nekā materiāls, kas piespiests pie darbgalda virsmas.
Ventilācijas sistēma	Gaisa plūsma	Ventilācijas sistēmā, kur gaisa plūsma ir turbulenta, koka skaidas un putekļi uzkrājas; ja šīs sistēmas netiek tīrītas pietiekami bieži, paaugstinās trokšņa līmenis telpās.

Līdzīgus piemērus iespējams minēt arī metālapstrādē, piemēram:

- divu detaļu savienošanai labāk izmantot skrūvi nevis naglu, jo tad process ir mazāk trokšņains;
- metāla detaļu (plāksņu) locīšanai izmantojami šim nolūkam paredzētie palīglīdzekļi un instrumenti, nevis tas jādara ar sitienu palīdzību, piemēram, lietojot āmuru;
- metāla detaļas griešanai jāizmanto nevis perpendikulāri novietots grieznis, bet virzes kustība izdarāma ar slīpi novietotu griezni;
- piepildot metāla konteineru ar metāla detaļām, vēlams nemest tās vienkārši konteinerā, bet detaļu krišanas vietā nolikt materiālu, kurš absorbē troksni;
- jāatceras, ka labāk pieļaut neliela izmēra priekšmetu, nekā liela izmēra priekšmetu vibrāciju. Tādēļ labāk ir izmantot transportiera lenti, kuras pamats visā platumā veidots no vairākām, savstarpēji neatkarīgām joslām, nevis tādu lenti, kuras pamatā ir tikai viena josla.

Kopumā trokšņa ierobežošanas pasākumi ietver:

- darba aprīkojuma ar zemāku trokšņa līmeni izmantošanu;
- izvairīšanos no metāla triecieniem pa metālu;
- amortizācijas trokšņa mazināšanu vai vibrējošu detaļu izolāciju;
- preventīvās apkopes veikšanu: detaļām nodilstot, trokšņa līmeņi var mainīties;
- klusinātāju uzstādīšanu.

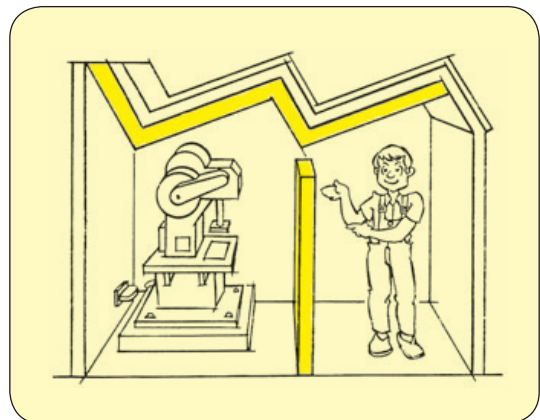
Kolektīvie pasākumi ietver:

- trokšņaino procesu izolēšanu un pieejas ierobežošanu tām ražotnes daļām, kur izvietotas daudzas iekārtas;
- trokšņu, kas izplatās gaisā, trajek-

torijas aizšķērsošanu, izmantojot trokšņa iežogojumus un sienas, kabīnes vai slēgtas pulsts ierīkošanu;

- absorbējošu materiālu izmantošanu sienām, griestiem un starpsienām, samazinot atstaroto troksni.

Lai panāktu akustiskā spiediena līmeņa samazināšanos trokšņa izplatīšanās laukā, ieteicams izmantot šādus divus paņēmienus: pirmkārt, novietot skaņu slāpējošas barjeras starp avotu un receptoru, otrkārt, maksimāli atvirzīt avotu un receptoru vienu no otra, palielinot attālumu.



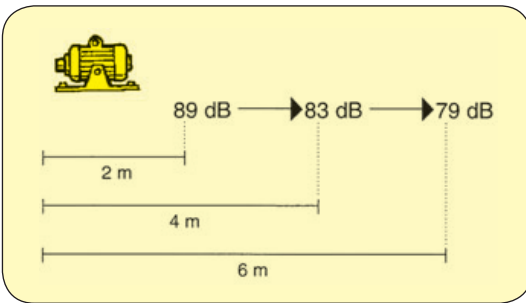
Pats vienkāršākais paņēmiens ir novietot starp nodarbināto un trokšņainu darbgaldu noteikta augstuma aizslietni, kurš absorbēs skaņu. Jāraugās, lai slāpējošā materiāla absorbējošās īpašības būtu maksimālas trokšņa dominējošo frekvenču robežās. Jāatceras – jo lielāka ir absorbējošā virsma, kuru mēs izvietojam trokšņa pārvades ceļā, jo lielāks būs trokšņa slāpēšanas efekts.

Sienu un griestu (vai vismaz – to daļas) apšūšana ar skaņu absorbējošiem materiāliem arī ir pietiekami efektīvs trokšņa samazināšanas paņēmiens tā izplatīšanās ceļā.

Nostiprinot trokšņainu un vibrējošu darbgaldu uz telpas grīdas ar speciālu vibrācijas slāpējošu paliktņu palīdzību, mēs

varam izvairīties no darbgalda tuvumā esošu virsmu iesaistīšanas vibrācijā.

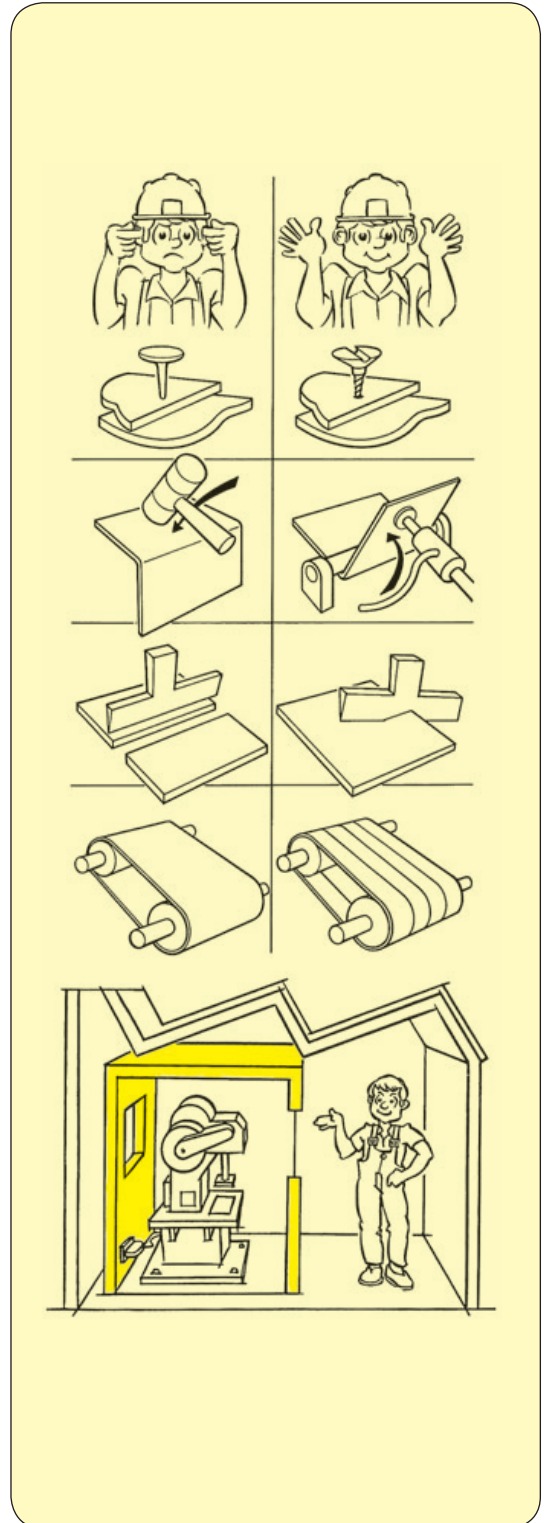
Jāpalielina attālums starp trokšņa avotu un receptoru, jo skaņas enerģija tiek vājināta uz pusi – proporcionāli attāluma kvadrātam. Piemēram, ja 2 metru attālumā no darbgalda trokšņa līmenis ir 89 dB, tad, novietojot šo darbgaldu 4 metru attālumā, trokšņa līmenis būs 83 dB, bet 8 metru attālumā – 79 dB.

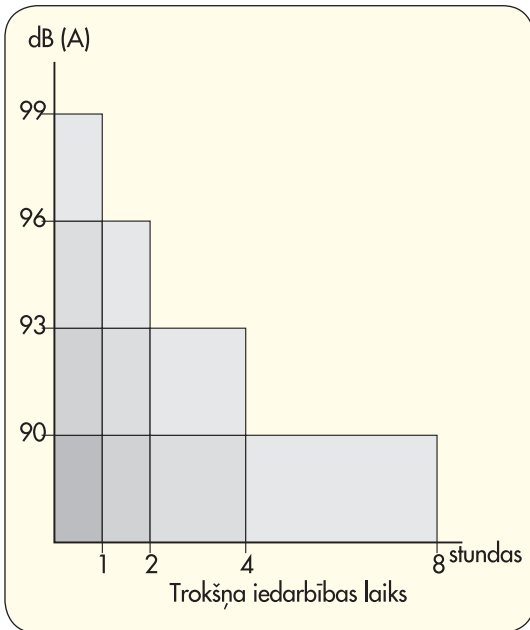


Pastāv gadījumi, kad nepieciešams izmantot daudz sarežģītākus inženiertehniskus risinājumus. Tādi, piemēram, var būt: speciālu izolatoru konstruēšana trokšņainiem darbgaldiem, kuri iespēju robežās izslēdz nodarbinātā atrašanos to iekšpusē; nepieciešamo aizsardzības pasākumu veikšana, ierobežojot trokšņa izplatīšanos tieši pa gaisu, atstarošanos no sienām, grīdām, griestiem un citām telpas virsmām; pasākumi, kas ierobežo trokšņa nokļūšanu pa grīdām un sienām citās telpās vai citās darba vietās.

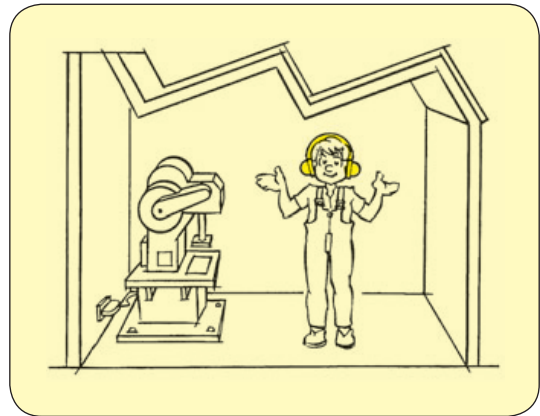
Starp organizatoriskajām metodēm minamas šādas:

- darbu organizēšana tā, lai ierobežotu trokšņainās vietās pavadīto laiku (sīkāk sk. nākamo tabulu);
- tāda trokšņaino darbu izpildes plānošana, lai pakļautu troksnim iespējami mazāk nodarbināto;
- tādu darba grafiku ieviešana, kas ierobežo pakļautību trokšņa ietekmei.





**TROKŠŅA LĪMEŅA PAAUGSTINĀŠANĀS
PAR 3 DECIBELIEM UZ PUSI SAĪSINA
MAKSIMĀLI PIEĻAUJAMO LAIKU, KURU
VAR PAVADĪT ŠAJĀ TROKSNĪ.**



**Pieļaujamais trokšņa ekspozīcijas ilgums atbilstoši trokšņa ekspozīcijas līmenim,
kas pārsniedz ekspozīcijas līmeņa robežvērtību 87 dB(A).**

Trokšņa ekspozīcijas līmenis	Pieļaujamais trokšņa ekspozīcijas ilgums		
	Stundas	Minūtes	Sekundes
87 dB(A) (0,447 Pa)	8 h 00 min	480	28800
88 dB(A) (0,502 Pa)	6 h 21 min	381	22860
89 dB(A) (0,564 Pa)	5 h 02 min	302	18120
90 dB(A) (0,632 Pa)	4 h 00 min	240	14400
91 dB(A) (0,710 Pa)	3 h 10 min	190	11400
92 dB(A) (0,796 Pa)	2 h 32 min	152	9120
93 dB(A) (0,893 Pa)	2 h 00 min	120	7200
94 dB(A) (1,002 Pa)	1 h 36 min	96	5760
95 dB(A) (1,125 Pa)	1 h 16 min	76	4560
96 dB(A) (1,262 Pa)	1 h 00 min	60	3600
97 dB(A) (1,416 Pa)	–	48	2880
98 dB(A) (1,589 Pa)	–	38	2280
99 dB(A) (1,782 Pa)	–	30	1800
100 dB(A) (2,000 Pa)	–	24	1440
101 dB(A) (2,244 Pa)	–	19	1140
102 dB(A) (2,518 Pa)	–	15	900
103 dB(A) (2,825 Pa)	–	12	720
104 dB(A) (3,170 Pa)	–	10	600
105 dB(A) (3,557 Pa)	–	8	480

Ja iepriekš minētos pasākumus nav iespējams īstenot tehnoloģisku vai citu pamatotu apsvērumu dēļ, darba devējs, lai nodrošinātu nodarbināto drošību un veselības aizsardzību, trokšņa radītā riska samazināšanai izmanto individuālos aizsardzības līdzekļus. Individuālie dzirdes aizsardzības līdzekļi jāizmanto kā pēdējais risinājums.

Šajā gadījumā, pirms tiek izdarīta noteiktu individuālo aizsardzības līdzekļu izvēle, nepieciešams zināt trokšņa frekvenču spektru un izmantošanai paredzētā individuālā aizsardzības līdzekļa slāpēšanas spektru. Atbilstoši Eiropas Savienības (ES) normām, jebkuram individuālajam dzirdes aizsardzības līdzeklim jābūt sertificētam iestādē, kura ir akreditēta ES. Tam jābūt marķētam ar nenomazgājamu sertifikāta numuru, kurš sastāv no sākuma burtiem "CE", aiz kuriem seko divi pēdējie gada cipari un vēl trīs viencipara skaitļi, kas atbilst sertifikāta izsniegšanas iestādei.

Dzirdes aizsardzības līdzekļu lietošanai ir jābūt noteiktai kā obligātai (piemēram, iekļaujot šādu prasību darba aizsardzības instrukcijā). Ļoti būtiski, lai darba devējs veiktu uzraudzību pār to, kā nodarbinātie ievēro noteiktās prasības. Dzirdes aizsardzības līdzekļiem jāatbilst darbam, trokšņa veidam un līmenim, tiem jābūt saderīgiem ar citiem aizsardzības līdzekļiem (piemēram, dzirdes aizsardzības līdzekļi nedrīkst traucēt elpceļu aizsardzības līdzekļu vai acu aizsardzības līdzekļu lietošanu). Nodarbinātajiem jāpiedāvā dažādi dzirdes aizsardzības līdzekļi, lai nodrošinātu iespēju izvēlēties ērtākos (piemēram, austiņas un ausu ieliktnus). Vietas, kurās jālieto dzirdes aizsardzības līdzekļi, jāapzīmē ar drošības zīmi Nr. 6.3. "Jālieto dzirdes aizsardzības līdzekļi", atbilstoši MK noteikumiem Nr. 400 (šādas zīmes var būt izvietotas gan pie attiecīgā darbgalda, gan uz telpas ieejas durvīm, ja telpā darbojas vairākas iekārtas).



8

VIBRĀCIJA

IEVADS

Vibrācija ir materiālo daļiņu (cietas vielas, šķidrums, gāzes) mehāniskas svārstības un to kustība infraskaņas un daļēji dzirdamo skaņu frekvenču diapazonā. Vibrācijas raksturošanai un higiēniskai novērtēšanai izmanto šādus parametrus:

- vibroātrums – V , m/s;
- vibropaātrinājums – Q , m/s²;
- vibronovirzes amplitūda – A , m.

DARBA HIGIĒNĀ PRAKTISKA NOZĪME IR VIBRĀCIJAI, KURAS SVĀRSTĪBU FREKVENCE IR ROBEŽĀS NO 1 LĪDZ 1500 HZ.

Vibrācijas pamatā ir nepietiekami nobalansētas rotācijas vai virzes kustībā esošās masas (daļas).

Cilvēks, saskaroties tieši ar vibrācijas svārstību avotu, uztver vibrāciju līdz 8000 Hz, bet vibrācija ar frekvenci 16–20 Hz rada troksni, un rezultātā nodarbinātais darba

vietā bieži vien ir pakļauts gan trokšņam, gan vibrācijas ietekmei.

Vibrāciju iedala:

- plaukstas–rokas vibrācija – tiek pārvadīta caur nodarbinātā rokām ar darba aprīkojumu, kura darbība ir balstīta uz sitieniem un rotāciju, radot risku nodarbināto drošībai un veselībai, jo īpaši asinsvadu, kaulu un locītavu, muskuļu un nervu sistēmas darbības traucējumus (agrāk zināma kā lokālā vibrācija), piemēram, darbs ar slīpmašīnu, darbs ar motorzāģi;
- visa ķermeņa vibrācija – tiek pārvadīta caur stāvoša vai sēdoša nodarbinātā atbalsta virsmām un pamatā skar visu ķermeni, radot risku nodarbināto drošībai un veselībai, jo īpaši mugurkaula jostas daļas slimību risku un mugurkaula traumas (agrāk zināma kā vispārējā vibrācija), piemēram, darbs uz autoiekrāvēja, darbs ar traktoru.

VIBRĀCIJAS IETEKME UZ ORGANISMU

Vibrācija var negatīvi ietekmēt nodarbināto. Vispirms parasti cieš tā ķermeņa daļa, uz kuru iedarbojas vibrācija. Iedarbības lielums ir proporcionāls vibrācijas amplitūdai (vibronovirzei).

Vibrācija var ietekmēt nodarbināto divējādi – izraisot vietējo (jeb lokālo) vibrācijas slimību vai vispārējo vibrācijas slimību. Viegļākos gadījumos nodarbinātie var izjust diskomfortu, tādējādi var tikt ietekmētas

VIBRĀCIJAS IETEKME UZ NODARBINĀTĀ ORGANISMU		
Vibrācijas frekvence	Mašīnas, iekārtas vai transportlīdzekļi, kas rada vibrāciju	Negatīvā ietekme uz organismu
Ļoti zema frekvence <1 Hz	Transportlīdzekļi: lidmašīnas, vilcieni, kuģi, automašīnas.	Iedarbojas uz vidusauss labirintu. Izraisa nelielus centrālās nervu sistēmas (CNS) traucējumus: galvas reiboni, sliktu dūšu un vemšanu.
Zema frekvence 1–20 Hz	Pasažieru un kravas pārvadāšanas līdzekļi. Rūpniecības transportlīdzekļi, vagonetes u. c. Traktori un lauksaimniecības mašīnas. Iekārtas un transportlīdzekļi, ko izmanto būvniecībā.	Lumbago, krika, bruka, disku trūce. Pastiprina muskuļu un skeleta sistēmas ievainojumus un noved pie patoloģiskām izmaiņām, kas saistītas ar atrašanos darba piespiedu pozā. Neiroloģiskie simptomi: cerebrālā ritma izmaiņas, līdzsvara traucējumi. Redzes orgānu traucējumi.
Augsta frekvence 20–1000 Hz	Rokas instrumenti, kas veic rotējošas vai pamīšus kustības un sitienus, piemēram, smalcināšanas, pulēšanas un ēvelēšanas darbarīki, kā arī motorzāģi un atskaldāmie āmuri.	Izmaiņas, ko nosaka ar rentgenoskopijas palīdzību, piemēram: elkoņa arthroze. Plaukstu pamatnes locītavas bojājumi, piemēram, pusemēness malācija vai plaukstu locītavas kaulu osteonekroze. Perifēriskās nervu sistēmas bojājumi izpaužas kā pazemināta taktīlā, vibrācijas, sāpju un temperatūras jūšana. Parādās «bālo pirkstu» sindroms vienai vai abām rokām. Paaugstināta kuņģa slimību iespējamība.

viņu darbības. Smagākos gadījumos atfistās arodslimības, kas skar nervu sistēmu, sirds–asinsvadu sistēmu un balsta–kustību sistēmu.

Tā kā ikviena cilvēka jutīguma sliekšnis ir atšķirīgs, tad minētos lielumus nedrīkstētu uzskatīt par stingru robežu starp drošo un bīstamo līmeni.

VIBRĀCIJAS MĒRĪJUMU VEIKŠANA

Latvijā vibrāciju darba vidē reglamentē Ministru kabineta 2004. gada 13. aprīļa noteikumi Nr. 284 "Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret vibrācijas radīto risku darba vidē". Šie noteikumi nosaka vispārējās prasības vibrācijas radītā riska novērtēšanai un mērīšanai, kā

arī vibrācijas radītā riska novēršanas un samazināšanas principus (t. sk. individuālo aizsardzības līdzekļu lietošanu un obligāto veselības pārbaūžu veikšanu).

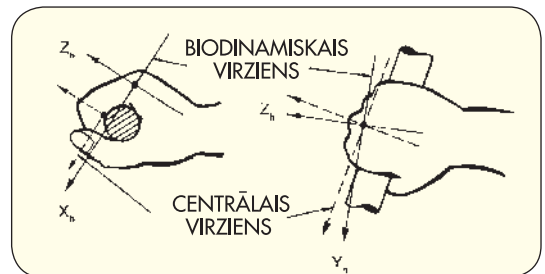
Ja darba vietu pārbaudē un pēc iepazīšanās ar darba iekārtu tehnisko dokumentāciju konstatēts, ka vibrācija rada vai var radīt



risku nodarbinātā drošībai un veselībai. Vibrācijas radīto risku papildus novērtē un vibrācijas līmeni mēra:

- pēc darba aizsardzības pasākumu veikšanas, lai pārliecinātos, vai vibrācijas radītais risks ir novērsts vai samazināts līdz pieļaujamam līmenim. Vibrācijas līmenis nav jāmēra, ja pēc atkārtotas riska novērtēšanas konstatē, ka risks nodarbināto drošībai un veselībai ir novērsts vai samazināts līdz pieļaujamam līmenim;
- ja nodarbinātā veselības pārbaudē viņam konstatēti veselības traucējumi vai noticis nelaimes gadījums darbā, kas saistīts ar vibrācijas ietekmi uz konkrētu nodarbināto;
- pēc nodarbināto vai uzticības personu pieprasījuma, ja ir pamats domāt, ka vibrācijas līmenis darba vidē ir palielinājies un tiek apdraudēta nodarbināto drošība un veselība. Vibrācijas līmenis nav jāmēra, ja pēc atkārtotas riska novērtēšanas konstatē, ka risks nodarbināto drošībai un veselībai ir novērsts vai samazināts līdz pieļaujamam līmenim.

Vibrāciju mēra šajā jomā sertificēti speciālisti, kā arī kompetentas institūcijas un akreditētas laboratorijas, izmantojot normatīvajos aktos noteiktajā kārtībā reģistrētu un kalibrētu mēraparatūru un ievērojot prasības, kas noteiktas standartos LVS EN ISO 5349-1:2002 "Mehāniskā vibrācija – Cilvēka roku pārvadītās vibrācijas mērīšana un novērtēšana – 1. daļa: Vispārīgās prasības"; LVS EN ISO 5349-2:2002 "Mehāniskā vibrācija – Cilvēka roku pārvadītās vibrācijas mērīšana un novērtēšana – 2. daļa: Praktiski norādījumi mērīšanai darba vietā"; LVS ISO 2631-1:2003 "Mehāniskās vibrācijas un triecieni – Cilvēka pakļaušanas visa ķermeņa vibrācijai novērtēšana – 1. daļa: Vispārīgās prasības" un LVS ISO 2631-2:2003 "Cilvēka pakļaušanas visa ķermeņa vibrācijai novērtēšana – 2. daļa: Ilgstošā un triecienu izraisītā vibrācija ēkās (1 līdz 80 Hz)".



Plaukstu un roku vibrācijas mērīšanā ievēro šādas prasības:

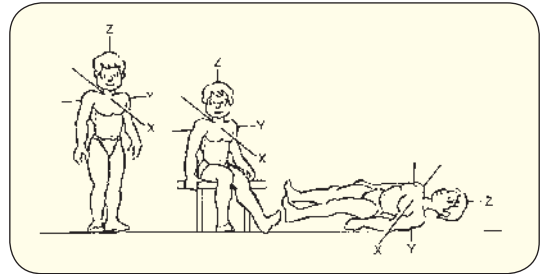
- izmantotās mērīšanas metodes ietver diskreto mērījumu noteikšanu, kuri raksturo attiecīgās vibrācijas individuālo ekspozīciju uz nodarbināto;
- izmantojamās mērīšanas metodes un aparatūru pielāgo mērāmās vibrācijas konkrētajiem parametriem, apkārtējās vides faktoriem un mēraparātu parametriem saskaņā ar standartu LVS EN ISO 5349-2:2002 "Mehāniskā vibrācija – Cilvēka roku pārvadītās vibrācijas mērīšana

un novērtēšana – 2. daļa: Praktiski norādījumi mērīšanai darba vietā”;

- ja darba aprīkojums ietver ar abām rokām, mērījumus izdara katrai rokai. Ekspozīciju nosaka, ņemot vērā lielāko vērtību no divām, sniedzot informāciju arī par otru roku;
- vibrāciju mēra secīgi katras ortogonālās ass virzienā;
- vibrācijas frekvenču spektra mērījumus un analīzi veic, ja, izstrādājot darba aizsardzības pasākumus, vibrāciju pēta padziļināti un šo mērījumu rezultātā netiek aprēķināta vibrācijas individuālā ekspozīcija uz nodarbināto.

Visa ķermeņa vibrācijas mērīšanā ievēro šādas prasības:

- izmantotās mērīšanas metodes ietver diskretu mērījumu noteikšanu, kuri raksturo attiecīgās vibrācijas individuālo ekspozīciju uz nodarbināto;
- izmantojamās mērīšanas metodes un aparāturu pielāgo mērāmās vibrācijas konkrētajiem parametriem,



apkārtējās vides faktoriem un mēraparātu parametriem saskaņā ar standartu LVS ISO 2631–2:2003 “Cilvēka pakļaušanas visa ķermeņa vibrācijai novērtēšana – 2. daļa: Ilgstošā un triecienu izraisītā vibrācija ēkā (1 līdz 80 Hz)”;

- vispārējā gadījumā vibrāciju novērtē ar izsvartotā paātrinājuma vidējās kvadrātiskās vērtības metodi (pamatmetodi);
- nestacionāru vibrāciju un vibrāciju, kas satur neregulārus, atsevišķus triecienus, novērtē ar vidējās kvadrātiskās (efektīvās) vērtības metodi.

VIBRĀCIJAS IEDARBĪBAS NOVĒRTĒŠANA UN PASĀKUMU NOTEIKŠANA

Latvijā ir noteiktas šādas vibrācijas ekspozīcijas robežvērtības un ekspozīcijas darbības vērtības:

- plaukstas un rokas vibrācijai:
 - standartizētā astoņu stundu atskaites perioda dienas ekspozīcijas robežvērtība ir 5 m/s^2 ;
 - standartizētā astoņu stundu atskaites perioda dienas ekspozīcijas darbības vērtība ir $2,5 \text{ m/s}^2$;
- visa ķermeņa vibrācijai:
 - standartizētā astoņu stundu atskaites perioda dienas ekspozīcijas robežvērtība ir $1,15 \text{ m/s}^2$;

- standartizētā astoņu stundu atskaites perioda dienas ekspozīcijas darbības vērtība ir $0,5 \text{ m/s}^2$.

Nodrošinot vibrācijas radītā riska novērtēšanu, darba devējs ņem vērā:

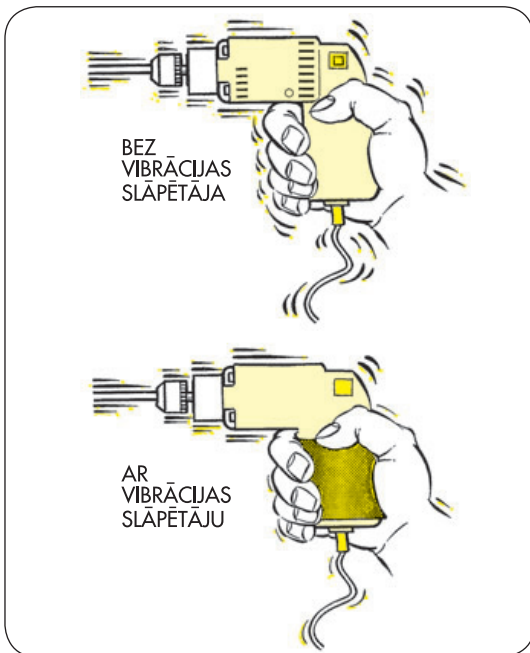
- vibrācijas ekspozīcijas mērījumu rezultātus, vibrācijas veidu un iedarbības ilgumu, kā arī jebkuru periodiskas vibrācijas vai atkārtotu triecienu iedarbību;
- ekspozīcijas robežvērtību un ekspozīcijas darbības vērtību;
- vibrācijas un darba vietas aprīkojuma vai citu iekārtu mijiedarbības netiešo ietekmi uz nodarbinātā drošību un veselību;

- darba aprīkojuma ražotāja sniegto informāciju par aprīkojuma radīto vibrāciju;
- tāda rezerves aprīkojuma esamību, kas paredzēts vibrācijas līmeņa samazināšanai;
- tāda visa ķermeņa vibrācijas ekspozīcijas laika ietekmi uz nodarbināto drošību un veselību, kas pārsniedz parasto darba laiku;
- specifiskus darba vides apstākļus un citu īpašu risku ietekmi uz nodarbināto drošību un veselību (piemēram, zema temperatūra, paaugstināts trokšņa līmenis, veselībai kaitīgas ķīmiskās vielas);
- obligāto veselības pārbažu rezultātus, kā arī uz zinātniskiem pētījumiem balstītu informāciju par vibrācijas ietekmi uz nodarbināto drošību un veselību;
- vibrācijas radītā riska ietekmi uz to nodarbināto drošību un veselību, kuri pieder pie īpaši jutīgas riska grupas (pusaudži, grūtnieces un sievietes pēcdzemdību periodā, invalīdi).
Līdzīgi kā novērtējot troksni, arī novērtējot vibrācijas iedarbību, iespējams izmantot vibrācijas kalkulatoru, kuru var atrast šādās interneta vietnēs:
 - plaukstu–rokas vibrācijai – www.hse.gov.uk/vibration/hav/hav.xls
 - visa ķermeņa vibrācijai – www.hse.gov.uk/vibration/wbv/wbv.xls
 Lai samazinātu vibrāciju iedarbību uz nodarbināto veselību, atkarībā no tās intensitātes darba devējam ir jāveic darba aizsardzības pasākumi (sk. apkopojumu tabulā).

Veicamie darba aizsardzības pasākumi atkarībā no mērījumu rezultātiem			
Vidējā dienas ekspozīcijas robežvērtība, m/s²	Veicamie pasākumi	Obligātās veselības pārbaudes	Individuālās aizsardzības līdzekļi, aukstuma un mitruma izturīgs darba apģērbs
VISA ĶERMEŅA VIBRĀCIJA			
<0,5	–	–	–
0,5-1,15	Nodarbināto informēšana un apmācība	1 reizi 3 gados	+
>1,15	+ Pasākumu plāns vibrāciju radītā riska samazināšanai + Pasākumu īstenošana	1 reizi gadā	+
PLAUKSTAS–ROKAS VIBRĀCIJA			
<2,5	–	–	–
2,5-5	Nodarbināto informēšana un apmācība	1 reizi 3 gados	+
>5	+ Pasākumu plāns vibrāciju radītā riska samazināšanai + Pasākumu īstenošana	1 reizi gadā	+

Lai samazinātu vibrācijas ietekmi, var veikt virkni pasākumu, kas samazinātu uz roku vai visu ķermeni novadīto vibrācijas paātrinājumu vai arī vibrācijas iedarbības laiku:

- novērst vibrācijas rašanos (nolietojušās virsmas, lielas spraugas, bojāti gultņi, rotoru ass nav nobalansēta u. c.);
- radīt traucējumus esošajā vibrācijā, mainot rezonanses frekvenci, veicot izmaiņas attiecīgā elementa masā vai cietībā;
- samazināt vibrācijas iedarbību uz cilvēku, izmantojot izolācijas materiālus vai vibrācijas slāpētājus (piemēram, īpašus paklājiņus).



Darba devējs nodrošina, lai nodarbinātie, kas pakļauti vibrācijas radītajam riskam darba vietā, un šo nodarbināto pārstāvji tiktu apmācīti un viņiem saprotamā formā saņemtu informāciju par:

- vibrācijas radīto risku nodarbināto drošībai un veselībai, kā arī par iespējamajiem ievainojumiem, ko var radīt lietotais darba aprīkojums;
- darba aizsardzības pasākumiem, īpaši

tiem, kas līdz minimumam samazina vibrācijas radītā riska ietekmi uz nodarbinātā drošību un veselību;

- vibrācijas ekspozīcijas robežvērtībām un ekspozīcijas darbības vērtībām;
- vibrācijas mērījumu un riska novērtēšanas rezultātiem;
- vibrācijas radīto veselības traucējumu pazīmēm, veselības traucējumu savlaicīgas atklāšanas nozīmi un rīcību veselības traucējumu gadījumā;
- apstākļiem, kādos nodarbinātajiem ir tiesības uz veselības pārbaudēm un šo pārbaudžu nozīmi;
- drošām darba metodēm, pareizu un drošu darba aprīkojuma lietošanu, lai izvairītos no vibrācijas radītā riska (piemēram, lietderīgi ir apmācīt nodarbinātos, kā pareizi izmantot muskuļu spēku un kādu ķermeņa stāvokli ieņemt, veicot viņam uzticēto darbu);
- nodarbināto rīcību, ja noticis nelaimes gadījums darbā, kas saistīts ar vibrācijas ietekmi uz nodarbināto.

Darba devējiem īpaša uzmanība būtu jāpievērš to darba aprīkojuma daļu ergonomiskam dizainam, ar kurām cilvēks nonāk tiešā saskarē (rokturi, stūre, platformas, sēdekļi u. c.), tāpēc šim jautājumam jāpievērš uzmanība jau darba aprīkojuma iegādes laikā.

Nodarbināto nedrīkst pakļaut tādai vibrācijai, kura pārsniedz noteiktās ekspozīcijas robežvērtības (t. i., plaukstas–rokas vibrācija nedrīkst pārsniegt $1,15 \text{ m/s}^2$, bet visa ķermeņa vibrācija – 5 m/s^2). Ja tiek pārsniegta vidējā dienas ekspozīcijas darbības vērtība, darba devējam jāizstrādā pasākumu plāns, lai līdz minimumam samazinātu vibrācijas iedarbību un ar to saistītos riskus. Pasākumu plānā paredz:

- citas darba metodes, kurās vibrācijas iedarbība ir mazāka, ja tehnoloģiskais process to atļauj;

- veicamajam darbam piemērotu darba aprīkojumu ar atbilstošu ergonomisku konstrukciju, kas rada vismazāko iespējamo vibrāciju;
- iespēju izmantot papildaprīkojumu, kas samazina vibrācijas ietekmi uz nodarbināto (piemēram, sēdekļi, kas efektīvi samazina visa ķermeņa vibrāciju, rokturi, kuri samazina vibrāciju, kas tiek pārvaidīta uz plaukstu un roku);
- darba vietu un darba aprīkojuma izvietojumu, kas samazina vibrācijas ietekmi uz nodarbināto;
- atbilstošu darba aprīkojuma un darba vietas iekārtojuma apkopi;
- atbilstošus darba grafikus ar pietiekamu atpūtas laiku;
- vibrācijas iedarbības ilguma un intensitātes ierobežošanu, lai darba laiks, kad uz nodarbināto iedarbojas paaugstināts vibrācijas līmenis, nepārsniegtu šo noteikumu pielikumā noteikto vibrācijas ekspozīcijas ilgumu.

Pieļaujamais plauksta un rokas vibrācijas ekspozīcijas ilgums, pārsniedzot standartizēto astoņu stundu atskaites perioda dienas ekspozīcijas robežvērtību 5 m/s²		
Nr. p. k.	Astoņu stundu atskaites perioda dienas ekspozīcijas vērtība* (m/s²)	Pieļaujamais vibrācijas ekspozīcijas ilgums
1.	5,0	8 h 00 min (480 min)
2.	6,0	5 h 33 min (333 min)
3.	7,0	4 h 05 min (245 min)
4.	8,0	3 h 07 min (187 min)
5.	9,0	2 h 28 min (148 min)
6.	10,0	2 h 00 min (120 min)
7.	11,0	1 h 39 min (99 min)
8.	12,0	1 h 23 min (83 min)
9.	13,0	1 h 11 min (71 min)
10.	14,0	1 h 01 min (61 min)
11.	15,0	53 min
12.	16,0	47 min
13.	17,0	42 min
14.	18,0	37 min
15.	19,0	33 min
16.	20,0	30 min

* Ja nodarbinātais lieto individuālos aizsardzības līdzekļus, ņem vērā individuālā aizsardzības līdzekļa nodrošināto vibrācijas vājinājumu.

Pieļaujamais visa ķermeņa vibrācijas ekspozīcijas ilgums, pārsniedzot standartizēto astoņu stundu atskaites perioda dienas ekspozīcijas robežvērtību 1,15 m/s²		
Nr. p. k.	Astoņu stundu atskaites perioda dienas ekspozīcijas vērtība* (m/s²)	Pieļaujamais vibrācijas ekspozīcijas ilgums
1.	1,15	8 h 00 min (480 min)
2.	1,23	7 h 00 min (420 min)
3.	1,33	6 h 00 min (360 min)
4.	1,45	5 h 00 min (300 min)
5.	1,63	4 h 00 min (240 min)
6.	1,88	3 h 00 min (180 min)
7.	2,30	2 h 00 min (120 min)
8.	3,25	1 h 00 min (60 min)
9.	4,60	30 min
10.	7,97	10 min

* Ja dienas ekspozīcijas vērtība atrodas starp tabulā noteiktajiem lielumiem, pieļaujamo vibrācijas ekspozīcijas ilgumu nosaka ar interpolācijas metodi.

Nodarbinātos, kas darba vietā tiek vai var tikt pakļauti vibrācijas radītam riskam, darba devējs bez maksas nodrošina ar pietiekamu daudzumu individuālo aizsardzības līdzekļu. Individuālos aizsardzības līdzekļus (piemēram, speciālos pretvibrācijas cimdus) izvēlas tā, lai, tos pareizi lietojot, vibrācijas radītais risks nodarbināto drošībai un veselībai tiktu novērsts vai samazināts līdz minimumam. Ieteicams lietot tādas darba metodes, kas veicina roku uzturešanu siltumā.

Starp svarīgākajiem individuālajiem aizsardzības līdzekļiem minams atbilstošs darba apģērbs (piemēram, apģērbs, kas vibrācijas ietekmei pakļauto nodarbināto pasargā no aukstuma un mitruma) un darba cimdi ar vibrāciju slāpējošu slāni. Individuāliem aizsardzības līdzekļiem ir jābūt piemērotiem konkrētam nodarbinātajam un viņa darba apstākļiem. Papildus tam darba devējam jānodrošina nodarbinātie ar sadzīves un atpūtas telpām, kas ir apsildāmas un kurās nodarbinātajiem ir iespēja atpūsties bez vibrācijas ietekmes radīta riska.



MIKROKLIMATS

MIKROKLIMATS UN CILVĒKA ORGANISMS

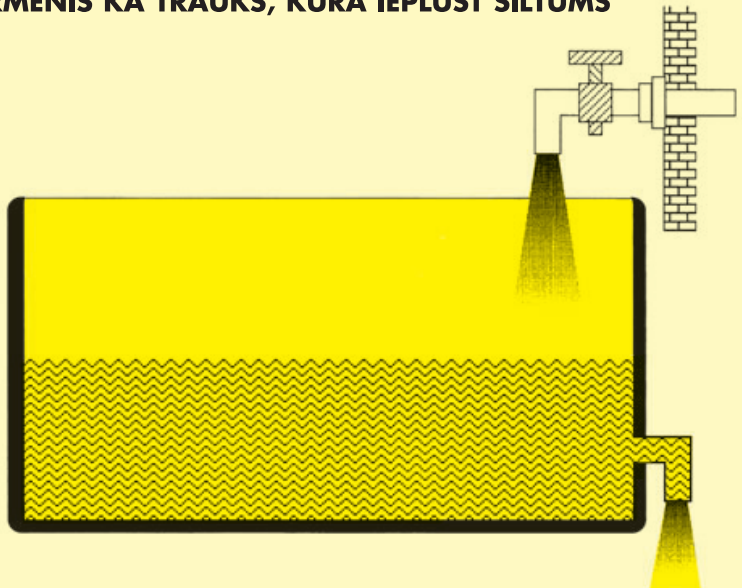
Cilvēka un apkārtējās vides siltuma savstarpējo iedarbību var aplūkot shematiski, pieņemot, ka cilvēka ķermenis ir trauks, kurā caur virkni mehānismu (kurus aprakstīsim turpmāk) ieplūst siltums, un no kura ar citu mehānismu palīdzību siltums vienlaikus arī aizplūst. Šo mehānismu savstarpējās iedarbības rezultātā organisma "siltuma līmenis" nostabilizējas noteiktā "augstumā". Lai arī šo shēmu var piemērot jebkuriem agresīviem vides apstākļiem vai vismaz lielākajai daļai šo apstākļu, cilvēka un mikroklimata savstarpējā ietekme atšķiras no tās, ko rada

citi apkārtējās vides iedarbības veidi, no kuriem šeit pētīsim trīs visnozīmīgākos.

Atkarībā no minētā "augstuma" mēs uztveram noteiktas sajūtas: izjūtam siltuma komfortu, aukstumu vai karstumu. Tā kā cilvēks ir siltasiņu būtne, lai izdzīvotu, ķermeņa iekšējai temperatūrai konstanti jābūt ļoti neliela intervāla robežās. Tādēļ cilvēka organismā darbojas spēcīgi regulēšanas mehānismi, kas ļauj šai iekšējai temperatūrai saglabāties gandrīz nemainīgai arī agresīvos apkārtējās vides apstākļos.

CILVĒKA ĶERMENIS KĀ TRAUKS, KURĀ IEPLŪST SILTUMS

BĪSTAMI! TERMISKAIS STRESS
KARSTUMA IZRAISĪTS DISKOMFORTS
KOMFORTS
AUKSTUMA IZRAISĪTS DISKOMFORTS
BĪSTAMI! HIPOTERMĪJA (APSAIDĒŠANĀS)



CILVĒKA ORGANISMS LABI SPĒJ PIEMĒROTIES TERMISKI AGRESĪVIEM APSTĀKĻIEM.

Cilvēka organisma un vides mikroklimateisko rādītāju savstarpējā ietekme atšķiras no citu apkārtējās vides faktoru ietekmes vēl kādā būtiskā aspektā. Cilvēka fiziskā aktivitāte rada siltumu, kas uzkrājas pašā organismā: šā siltuma daudzums var būt svarīgs gadījumā, kad indivīdam ir pastiprināta fiziskā slodze. Tas var ietekmēt organisma pielāgošanās spējas, jo iekšējās izcelsmes siltums neatšķiras no siltuma, kas ir ap indivīdu.

CILVĒKA FIZISKĀ AKTIVITĀTE IR NOZĪMĪGS FAKTORS, KAS VAR NEGATĪVI IETEKMĒT CILVĒKA ORGANISMU.

Šis fakts būtiski atšķiras no citiem faktoriem, kas var negatīvi ietekmēt indivīda organismu un kas jāņem vērā darba vietās. Lielākā daļa faktoru, kas var atstāt negatīvu ietekmi uz cilvēka organismu, atrodas apkārtējā vidē. Šā iemesla dēļ, veicot darba vides riska novērtēšanu nodarbinātajam, kurš strādā termiski agresīvos apstākļos, jāņem vērā gan mikroklimate parametri, gan arī veicamā darba intensitāte.

Trešais svarīgais aspekts, kas iezīmē atšķirību starp mikroklimate un citiem fakto-

riem, kas var negatīvi ietekmēt organismu, ir izraisīto seku raksturs. Citi faktori (piemēram, troksnis, vibrācija) lielākoties izraisa lēnu un progresējošu veselības pasliktināšanos, kas vairākumā gadījumu ir novēršama, ja vien tiek laikus atklāta; tas ir tipisks arodslimību un ar darbu saistīto slimību attīstības process. Karstuma izraisītos gadījumos sekas ir būtiski atšķirīgas. Pārmērīga siltuma iedarbība uz cilvēku neizraisa lēnu un progresējošu pasliktināšanos nevienā no dzīvībai svarīgām funkcijām; citiem vārdiem sakot, pēkšņas mikroklimate izmaiņas neizraisa arodslimību attīstību. Gluži pretēji, sekas parādās pēkšņi un tādā formā, kuru var nosaukt par akūtu situāciju. Par zināmāko piemēru var minēt gadījumus, kad karavīriem sardzē ilgstoši jāuzturas karstā saulē. To pašu var teikt par aukstuma izraisītām sekām, kad pastāv organisma atdzišanas un apsaldējumu risks.

KARSTUMS UN AUKSTUMS ORGANISMU IETEKMĒ NEKAVĒJOTIES, NEVIS ILGSTOŠĀ PERIODĀ.

Šajā nodaļā analizēsim situācijas, kad nelabvēlīgs mikroklimate (aukstums vai karstums) var būt bīstams nodarbinātajiem tādos apstākļos. Organisma komfortam nepieciešamo apstākļu sīkāku izpēti veic ergonomikas nozare.

SILTUMA APMAIŅA STARP CILVĒKU UN APKĀRTĒJO VIDI

Cilvēka ķermenis pastāvīgi saņem vai atdod siltumu apkārtējā vidē ar dažādu mehānismu starpniecību. Svarīgākie no tiem: svīšana, konvekcija un izstarošana.

Sviedru iztvaikošana

Sviedru iztvaikošana ir viens no karstuma mazināšanas mehānismiem; tie, izgarojot no ādas virsmas, paņem no ādas siltumu, kas nepieciešams šķidrums pārejai tvaika stāvoklī. Ir svarīgi atcerēties, ka sil-

tums samazinās tikai tad, kad notiek sviedru iztvaikošana, ļoti mitrā vidē, piemēram, var daudz svīst, bet, ja nenotiek sviedru iztvaikošana, svīšana nedarbojas kā organisma aizsargmehānisms.

Sviedru daudzums, kas var iztvaikot noteiktā laikā, ir atkarīgs no mainīgiem lielumiem apkārtējā vidē: no gaisa kustības ātruma un mitruma. Jo lielāks gaisa mitrums, jo grūtāk sviedriem iztvaikot; jo lielāks gaisa kustības ātrums, jo lielāks iespējamais sviedru iztvaikošanas daudzums. Tātad svīšana ir fizioloģisks mehānisms, kas aizsargā organismu no karstuma, un šā mehānisma efektivitāte ir atkarīga no apkārtējās vides apstākļiem.

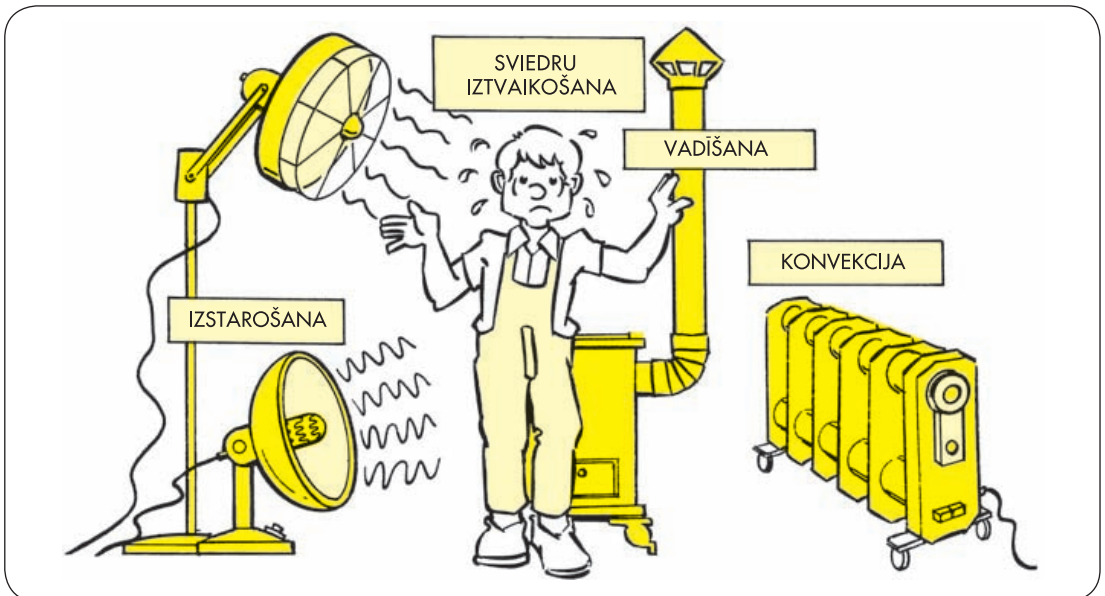
SVIEDRU IZTVAIKOŠANA IR ATKARĪGA NO GAISA KUSTĪBAS ĀTRUMA UN GAISA MITRUMA.

No tā izriet, ka svīšanas aizsargājošo spēju var mazināt tai nelabvēlīgi apkārtējās vides apstākļi. Sviedru iztvaikošana atšķirībā no citiem organisma aizsargmehānismiem, kam var būt divu veidu funkcijas, notiek tikai tādēļ, lai mazinātu organisma karstumu.

Konvekcija

Organisms var uzņemt vai zaudēt siltumu konvekcijas ceļā. Konvekcija ir mehānisms, kura funkcionēšanas rezultātā āda uzņem vai atdod siltumu apkārtējam gaisam, kad organisma un gaisa temperatūras ir atšķirīgas. Ja ādas temperatūra ir augstāka nekā apkārtējā gaisa temperatūra, āda izdala siltumu. Ja apkārtējā gaisa temperatūra ir augstāka nekā ādas temperatūra, notiek pretējs process – āda uzņem siltumu no apkārtējās vides. Tā kā ādas temperatūra var mainīties ļoti nelielā amplitūdā, konvekcijas ceļā notiekošā savstarpējā siltuma apmaiņa ir galvenokārt atkarīga no apkārtējās gaisa temperatūras; jo lielāks ir gaisa kustības ātrums, jo intensīvāk noris savstarpējā siltuma apmaiņa.

KONVEKCIJA IR ATKARĪGA NO GAISA TEMPERATŪRAS UN GAISA KUSTĪBAS ĀTRUMA.



Siltuma starojums

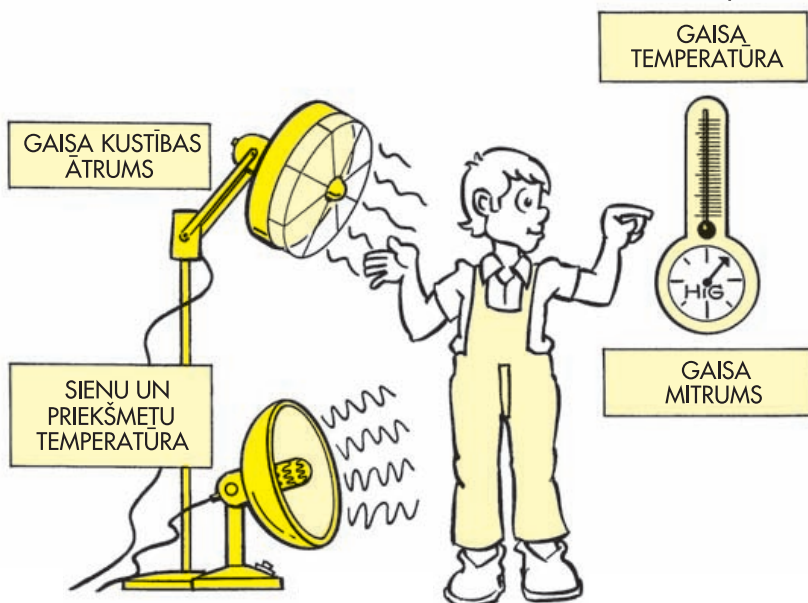
Vēl viens no savstarpējās iedarbības mehānismiem ir siltuma starojums. Tā ir siltuma apmaiņa, kas notiek starp jebkuriem cietiem ķermeņiem, kam ir dažādas temperatūras un kas atrodas cits cita ietekmes zonā. Šī parādība rodas tādēļ, ka jebkurš objekts, kam piemīt siltums, izstaro infrasarkanos starus (jo augstāka temperatūra, jo vairāk infrasarkano staru). Vienlaikus daļu infrasarkano staru, ko izstaro citi apkārtējie priekšmeti, šis objekts absorbē un daļu atstaro. Šādi var izskaidrot arī to, ka saule sasilda zemi un objektus, kas uz tās atrodas, jo infrasarkanie stari izplatās arī tukšumā. Ja nodarbinātā tuvumā atrodas nepietiekami izolētas virsmas ar ievērojami paaugstinātu temperatūru (krāsnis, dūmvadi u. c.), siltuma starojums veicina agresīvu termisko apstākļu rašanos. Šādos apstākļos siltuma starojums var būt tik intensīvs, ka kļūst par riska faktoru.

SILTUMA STAROJUMS IR ATKARĪGS NO APKĀRTĒJO PRIEKŠMETU TEMPERATŪRAS.

Jebkurš ciets ķermenis pastāvīgi izdala infrasarkanā starojuma daudzumu, kas ir atkarīgs no šā ķermeņa temperatūras un no tam apkārt esošo ķermeņu izdalītā infrasarkano staru daudzuma. Atkarībā no tā, vai šā ķermeņa temperatūra ir zemāka vai augstāka nekā tam apkārt esošo ķermeņu vidējā temperatūra, minētais ķermenis kļūst par siltuma devēju vai ņēmēju. Ķermenim apkārt esošo priekšmetu vidējo temperatūru (ko nosaka, ņemot vērā priekšmetu virsmas un attālumu no ķermeņa) sauc par siltuma starojuma intensitāti.

Izdarot kopsavilkumu, var teikt, ka siltuma apmaiņa starp cilvēku un apkārtējo vidi ir atkarīga no četriem mainīgiem lielumiem: gaisa temperatūras, gaisa mitruma, gaisa kustības ātruma un siltuma starojuma intensitātes. Novērtējot mikroklimatisko

MAINĪGIE LIELUMI, KAS NOSAKA SILTUMA APMAIŅU



apstākļu ietekmi, jāņem vērā četri mainīgie lielumi, iepriekš veicot mērījumus vai arī izmantojot vides novērtējuma indeksus, kas iekļauj visu vai dažu iepriekš minēto mainīgo faktoru iedarbību.

Siltuma metaboliskā ģenerēšana

Kā jau iepriekš minējām, cilvēka ķermeņa fiziskā aktivitāte kā subproduktu saražo siltumu, kas uzkrājas organismā. Var teikt, ka organisms, tāpat kā jebkurš mehānisms, derīgā darbā pārvērš tikai daļu izmantotās enerģijas, pārējo pārvēršot siltumā. Šajā gadījumā enerģijas avotu veido dažādas ķīmiskas vielas, ko organisms uzņem ar barību un kas tiek pārvērstas par "enerģētiskajām rezervēm".

Cilvēka ķermeņa mehāniskā atdeve lielākoties ir ļoti zema, t. i., no patērētās enerģijas daudzuma tikai neliela daļa tiek izmantota derīga darba veikšanai (paša ķermeņa vai citu objektu pārvietošanai), pārējā enerģija pārvēršas siltumā.

GANDRĪZ VISA ENERĢIJA, KURU MĒS PATĒRĒJAM, PĀRVĒRŠAS SILTUMĀ.

Ir tikai dažas aktivitātes (piemēram, kāpšana pa kāpnēm), kuru veikšanai nepieciešama 20% atdeve, lielākajā daļā ikdienas un darba aktivitāšu atdeves līmenis ir ļoti zems, dažos gadījumos pat nulle, kā tas ir iespējams dažos statistiskos darbos.

No iepriekšminētā izriet, ka, jo lielāka ir indivīda fiziskā aktivitāte, jo lielāks būs siltuma daudzums, kam būs jāsamazinās, lai termiskais līdzsvars varētu noturēties

ilgstoši. Siltumu mēra kilokalorijās (kcal); viena kalorija ir siltuma daudzums, kas nepieciešams, lai viena kilograma ūdens temperatūra palielinātos par vienu grādu.

Vienkāršā darbā, kas veicams, stāvot kājās, ar vidēju fizisko piepūli (piemēram, montāžas konveijers) organisma izmantotais siltuma daudzums kā fiziskās aktivitātes sekas (ko sauc arī par metabolisko termisko slodzi) ir vidēji 200 kcal/h. Dzīvības procesu nodrošināšanai nepieciešamas vidēji 60 kcal/h.

ORGANISMA SARAŽOTĀIS SILTUMS, VEICOT DAŽĀDAS AKTIVITĀTES	
Aktivitātes	Siltums kcal/h
GULĒŠANA	60
SĒDĒŠANA, NEKO NEDAROT	100
SĒDOŠS DARBS BIROJĀ	125
KLAVIERU SPĒLĒŠANA	150
VIEGLS DARBS (BANKĀ), STĀVOT KĀJĀS	150
DARBS, KUR NEDAUDZ JĀSTAIGĀ	175
ĒST GATAVOŠANA (STĀVOT KĀJĀS)	210
ĶIEĢEĻU KRAUŠANA	260
VEIKT 60 PIELIEKŠANĀS MIN	270
MAZGĀT MAŠĪNU	300
KLĀT GULTU	360
DEJOT VALSI	460

Parasti ikdienas darbā grūti atrast metaboliskas termiskās slodzes, kas visā darba dienas garumā pārsniegtu 330 kcal/h. Atsevišķos brīžos, protams, šis skaitlis var ievērojami palielināties, kā tas notiek, veicot kaut ko ar ārkārtīgi lielu piepūli, vai sportiskās aktivitātēs.

MIKROKLIMATA AGRESIVITĀTES RĀDĪTĀJI

Kā jau redzējām, siltuma apmaiņu starp cilvēku un vidi nosaka četri mainīgie faktori: gaisa temperatūra, gaisa mitrums, gaisa kustības ātrums un siltuma starojuma intensitāte. Šo mainīgo lielumu kopums nosaka apkārtējās vides mikroklimate ietekmi, bet strādāt ar četriem neatkarīgiem šo faktoru rādītājiem ir apgrūtināši, tāpēc jau daudzus gadus tiek veikti pētījumi, lai atrastu vienu indeksu, kurš ietvertu apkārtējās vides mikroklimate raksturojumu.

Ikdienā praktiski izmantojam gaisa temperatūras mērījumus. Ja vēlamies uz zināt, vai telpā ir aukstāks vai siltāks, mēs jautājam, kāda ir gaisa temperatūra; bet tāda prakse nav piemērojama darba vidē, kur šie faktori var izpausties ļoti intensīvā veidā, un, protams, ņemot vērā, ka gaisa temperatūra ir tikai viens no četriem vidi ietekmējošiem faktoriem. Veikt tikai temperatūras mērījumus ir tas pats, kas pārzināt tikai vienas automobiļa aizdedzes sveces stāvokli pirms došanās garā ceļojumā.

Sausa temperatūra

Sausa temperatūra ir temperatūra, kuru rāda parastais termometrs, kura korpuss ir pasargāts no starojuma, bet kuram apkārt brīvi cirkulē vides gaiss; šādus vienkāršus termometrus, ar kuru palīdzību var precīzi veikt šos mērījumus, ir iespējams iegādāties, bet termometru var arī izgatavot, izmantojot foliju. Ir svarīgi ņemt vērā izteiktos brīdinājumus, jo šis mērījums var būt kļūdainais iespējamā siltuma starojuma dēļ.

Normāla mitra temperatūra

Normāla mitra temperatūra ir temperatūra, ko rāda parastais termometrs, kura

corpuss ir ietīts mitrā muslīna audumā, nav pakļauts mākslīgās ventilācijas iedarbībai un nav pasargāts no siltuma starojuma. Šādos apstākļos veiktais mērījums ir atkarīgs no gaisa temperatūras, gaisa mitruma, gaisa kustības ātruma un siltuma starojuma intensitātes. Normāla mitra temperatūra ir lielums, kas uzrāda visu četrus mainīgos elementus ietekmi. Normāla mitra temperatūra, protams, ir mazāk jutīga attiecībā pret siltuma starojuma temperatūras izmaiņām.

Lodes temperatūra

Lodes temperatūra ir temperatūra, ko rāda parastais termometrs, kura korpuss ievietots metāla sfēras centrā, kuras diametrs ir 15 cm un kura ir nokrāsota ar melnu, matētu krāsu. Šādos apstākļos veiktais mērījums uzrāda lodes temperatūru, to ietekmē gaisa temperatūra, gaisa kustības ātrums un siltuma starojuma intensitāte. Izmantojot lodes termometru, īpaša uzmanība jāpievērš, lai tas būtu novietots tieši tajā vietā, kur darba laikā atrodas nodarbinātais, jo precīzi ir jānosaka siltuma starojums, pat ļoti nelieli atšķirības var radīt ievērojamas izmaiņas lodes temperatūras mērījumos. Birojā vai mājās, piemēram, lodes temperatūra parasti ir vienu vai divus grādus augstāka nekā sausā gaisa temperatūra.

**JO LIELĀKS IR STAROJUMS, JO
LIELĀKA IR ATŠĶIRĪBA STARP SAUSO
GAISA TEMPERATŪRU UN LODES
TEMPERATŪRU.**

SILTUMA RADĪTĀ STRESA NOVĒRTĒSANA

No teiktā izriet, ka riska novērtēšana attiecībā uz kaitējumu veselībai, ko var izraisīt termiskā stresa situācija, ir jāveic, **vienlaikus ņemot vērā divus neatkarīgus faktoros**. Tie ir, no vienas puses, **vides mikroklimata agresija**, ko mēs parasti nosakām ar vides rādītāju starpniecību, un, no otras puses, **individuālās fiziskās aktivitātes līmenis**.

Šajā sakarā visbiežāk uzdotais jautājums: kāda ir maksimālā temperatūra, pie kuras var strādāt, ir divkārt nepareizi noformulēts, tādēļ uz to nav iespējams atbildēt. Kā jau redzējam, vides mikroklimata iedar-

bību nosaka ne tikai temperatūra, tāpēc īpaši jāpievērš uzmanība precīzam datu izmantojumam, ja vides mikroklimatiskos apstākļus vēlas klasificēt tikai ar viena mērījuma palīdzību. No otras puses, uzdotajā jautājumā netiek ņemts vērā fakts, ka situācijas bīstamība nav atkarīga tikai no apkārtējās vides mikroklimata iedarbības, to ietekmē arī indivīda veiktās aktivitātes.

SILTUMA RADĪTAIS RISKS IR ATKARĪGS VIENLAIKUS NO APKĀRTĒJĀS VIDES IEDARBĪBAS UN NO FIZISKĀS SLODZES.

TERMISKĀ STRESA NOVĒRŠANA

Konkrētajā situācijā pastāvošā riska samazināšanu var panākt, gan samazinot nodarbinātā fizisko aktivitāti, gan optimizējot pastāvošos vides parametrus, vai arī vienlaikus iedarbojoties uz abiem faktoriem; katrā situācijā būtu jāanalizē katra faktora ietekme uz riska palielināšanos un atbilstoši jārikojas.

Parasti termiskā stresa situācija ir saistīta ar intensīvu siltumu izstarojošu avotu klātbūtni, tādēļ īpašu uzmanību vajadzētu pievērst to izolācijai, vai arī nodarbinātajiem izmantot speciālu, siltumu izolējošu apģērbu. Tomēr nav iespējams izstrādāt rīcības plānu, kas būtu piemērots visiem gadījumiem – katram gadījumam ir nepieciešama detalizēta riska iemeslu izpēte. Izmantosim piemēru par nodarbināto keramikas ražošanā. Fakts, ka lodes temperatūra ir par 12 °C augstāka nekā gaisa sausā temperatūra, norāda, ka šajā darba vietā ir

ievērojama siltuma starojuma intensitāte.

Kāda ir tā izcelsme? Bez šaubām, tuvmā esošās karstās virsmas, iespējams – krāsns, kas nav labi izolēta, vai arī tikko apdedzinātā keramika. Uzlabojot krāsns izolāciju un aizsargājot nodarbināto no karstās keramikas siltuma starojuma, samazināsies arī siltuma starojuma intensitātes līmenis un līdz ar to – lodes temperatūra.

No otras puses, ņemot vērā, ka gaisa sausā temperatūra ir zemāka nekā ādas temperatūra, var palielināt gaisa kustības ātrumu, līdz tiek sasniegts komforta līmenis; šādā veidā tiks palielināta karstuma samazināšanās iespēja iztvaikošanas un konvekcijas ceļā, kā arī pazemināsies lodes temperatūra un dabīgā mitrā temperatūra. Varbūt ir iespējams samazināt fizisko slodzi, izstrādājumu pārvietošanai izmantojot mehāniskus līdzekļus, vai arī saīsinot darba laiku un ieviešot rotācijas sistēmu.

Kā redzams, šī izpēte bija virspusēja, tādēļ ieteicams vērsties pie eksperta, kurš varētu palīdzēt izvēlēties pareizo risinājumu konkrētā situācijā.

Ir **ļoti svarīgi** ņemt vērā, ka **jebkuru nodarbināto nedrīkst pakļaut tādu lielumu ietekmei, kas ir tuvi maksimāli pieļaujamiem lielumiem**. Nodarbinātajiem, kuri strādā šādos apstākļos, jānodrošina iepriekšēja izmeklēšana pie ārsta, kas garantētu, ka veselības stāvoklis ir nevainojams, īpaši attiecībā par sirds darbību. Obligātās veselības pārbaudes jāveic regulāri, lai panāktu sākotnējā veselības stāvokļa saglabāšanos.

Aklimatizācija ir fizioloģiska parādība, kuras izcelsme ir maz pazīstama. Tās rezultātā cilvēkiem, kuri atrodas intensīva termiskā stresa apstākļos, uzlabojas organisma fizioloģiskās atbildes reakcijas uz agresīvajiem vides apstākļiem, kas uz viņiem iedarbojas. Piemēram, aklimatizējies indivīds strādā noteiktā situācijā ar lielāku sirdspukstu intervālu nekā pirms aklimatizēšanās, samazinās arī sāls koncentrācija sviedru sastāvā. Aklimatizācija tiek panākta īsā laika posmā (aptuveni nedēļas laikā), bet tikpat ātri arī tiek zaudēta. Tas jāņem vērā, ja nodarbinātais kaut kādu iemeslu dēļ ilgāku laiku ir

bijis prombūtnē. Lai aklimatizētos, iesaka pakāpeniski pagarināt darba laiku, līdz tiek sasniegts pilns darba dienas garums.

STRĀDĀT MAKSIMĀLI PIEĻAUJAMĀS TEMPERATŪRAS APSTĀKĻOS DRĪKST TIKAI TIE NODARBINĀTIE, KURI IR AKLIMATIZĒJUŠIES UN KURU VESELĪBAS STĀVOKLIS TIEK REGULĀRI PĀRBAUDĪTS.

NODARBINĀTAJIEM, KAS IR PAKĻAUTI PAAUGSTINĀTAI SILTUMA IEDARBĪBAI, JĀDZER DAUDZ ŪDENS.

Tā kā nodarbinātajiem, kas ir pakļauti iespējamam termiskajam stresam, pastiprināti izdalās sviedri, ir nepieciešams stimulēt zaudētā ūdens atgūšanu organismā, bieži dzerot siltu ūdeni, nedaudz sāļu ūdeni (1 g sāls uz 1 litru ūdens), izņemot gadījumus, ja nodarbinātie ir pietiekami aklimatizējušies vai pēc pašu vēlmes savā uzturā lieto daudz sāls.

Atgādinām, ka šeit minētais neder gadījumos, kad ir pieņemts, ka noteikto darbu nevar intensīvi strādāt visas darba dienas garumā. Tādos gadījumos jāveic detalizēta situācijas analīze, lai eksperts varētu noteikt maksimālo darba laiku un atpūtas ilgumu starp darba periodiem.

AUKSTUMA IEDARBĪBA

Cilvēkiem, kas strādā īpašos dabīga vai mākslīgi izraisīta aukstuma apstākļos, jābūt apmācītiem un jāzina, kādiem riska veidiem viņi ir darbā pakļauti, lai viņi varētu veikt nepieciešamos aizsardzības pasākumus. Galvenokārt riskam ir pakļauti nodarbinātie, kas strādā apstākļos, kad temperatūra ir zem 10 °C un ir paaugstināts gaisa mitruma līmenis. Minētais klimata veids pastāv gandrīz visā Eiropā, lielākajā daļā Ziemeļamerikas un Āzijā – īpaši Indijā, Ķīnas zieme-

ļos un Japānā. No tā izriet, ka gandrīz puse pasaules iedzīvotāju ir pakļauti riskam.

Aukstuma iedarbība pastāv arī darba vietās atsevišķās ražošanas sfērās, kur tehnisku iemeslu dēļ jāsauglabā ļoti zema temperatūra, dažreiz pat 50 °C zem nulles.

Intensīva aukstuma iedarbība pat īsā laika sprīdī var izraisīt apsaldēšanos. Apsaldēšanās parasti skar ķermeņa perifērās daļas; visvairāk no tās cieš deguns, vaigi un ausis, jo seju parasti neapsedz.

Arī roku un kāju pirksti var tikt apsaldēti.

Aukstums var izraisīt kāju apsaldēšanu arī grāvju rakšanā nodarbinātajiem, ja kājas ir pakļautas pastāvīgai aukstuma ietekmei, īpaši gadījumos, kad cilvēkam ilgstoši ir jāatrodas ūdenī ar nepiemērotiem apaviem.

Smagākās aukstuma iedarbības sekas ir t. s. hipotermija, kad cilvēka ķermenis zaudē savu siltumu. Šādās situācijās parādās uzmanības trūkums, koordinācijas zudums, nespēja saglabāt darba ritmu un miegainība. Ārkārtas gadījumos, lai arī tādi notiek reti, var iestāties nāve.

Aukstuma iedarbības risku nosaka divi mainīgi faktori: *gaisa temperatūra* un *vēja ātrums*. Jo zemāka temperatūra un jo lielāks vēja ātrums, jo lielāks risks. Tā, piemēram, $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ bezvējā un $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūra, ja

vēja ātrums ir 65 km/h , nav ļoti bīstama ar nosacījumu, ja ir atbilstošs apģērbs. Agresīvākos apstākļos ir jāsamazina darba dienas garums. Turklāt jāievēro regulāri pārtraukumi. Piemēram, nodarbinātais gāž kokus ar motorzāģi $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ salā, kad vēja ātrums ir 16 km/h . Četras stundas garai darba dienai maksimālais viena darba posma laiks ir 55 minūtes ar tam sekojošu 10 minūšu ilgu atpūtu. Ja darbs ir viegls, nevajadzētu strādāt vairāk par 40 minūtēm, pēc tam jābūtu 10 minūšu atpūtai.

Arī Latvijā ar 2010. gada 1. janvāri ir spēkā normatīvie akti, kas ierobežo laiku, ko nodarbinātie bez pārtraukuma var atrasties ārpus telpām. To nosaka Ministru kabineta 2009. gada 28. aprīļa noteikumi Nr. 359 "Darba aizsardzības prasības darba vietās".

PIELĀUJAMĀIS LAIKPOSMS DARBAM AUKSTUMĀ ĀRPUS TELPĀM

Nr. p.k.	Faktiskā gaisa temperatūra ($^{\circ}\text{C}$)*	Maksimālā nepārtrauktā aukstuma ekspozīcija (min)	Minimālais atpūtas laiks (min)
1.	-5 līdz -10	90	15
2.	-10 līdz -18	80	20
3.	-18 līdz -30	70	25
4.	Zem -30	60	30

* Nosakot faktisko gaisa temperatūru, ņem vērā individuālo aizsardzības līdzekļu (darba apģērba un apavu) lietošanas ietekmi, kā arī vēja ātrumu.

Ja, veicot darbu ārā, ir novērojams vējš, tas jāņem vērā, lai noteiktu maksimālo laiku, kādā var atrasties ārpus telpām (sk. tabulu). Tā, piemēram, ja ārā ir $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$

un vēja ātrums ir 5 m/sek , tad faktiskā temperatūra ir $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, kas nozīmē, ka maksimālais nepārtrauktais uzturēšanās ilgums ārpus telpām ir 80 minūtes.

TEMPERATŪRAS KOREKCIJAS TABULA ATKARĪBĀ NO VĒJA ĀTRUMA

Nr. p.k.	Vēja ātrums m/sek.	Gaisa temperatūra ārpus telpām ($^{\circ}\text{C}$)						
		0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
		Faktiskā temperatūra ($^{\circ}\text{C}$)						
1.	1,8	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
2.	2	-1	-6	-11	-16	-21	-27	-32
3.	3	-4	-10	-15	-21	-27	-32	-38
4.	5	-9	-15	-21	-28	-34	-40	-47
5.	8	-13	-20	-27	-34	-41	-48	-55
6.	11	-16	-23	-31	-38	-46	-53	-60
7.	15	-18	-26	-34	-42	-49	-57	-65

Pamatā aizsardzībai jābalstās uz piemērota apģērba izvēli, to nosaka, ņemot vērā trīs svarīgus faktoros: aukstums mēdz būt kopā ar vēju un mitrumu, slodze izraisa siltuma rašanos, un plats, neērts apģērbs apgrūtina kustības.

Piemērota apģērba izvēle, apziņa, ka aukstums ir saistīts ar risku, aukstuma iedarbības un apsaldēšanās simptomu un pazīmju savlaicīga pamanīšana, kā arī vei-

camais uzdevums, ir galvenie nosacījumi, lai darbs notiktu drošos apstākļos.

Ergonomikai darbam aukstā vidē jāietver atbilstošs iekārtu dizains, pievēršot uzmanību rokturu izvietojumam un izmēram, metālisko daļu izolācijai. Jāizvairās arī no asām šķautnēm. Ne mazāk svarīga ir uzdevumu samazināšana līdz piemērotam apjomam un slodzes palielināšana darbā, kur nepieciešama neliela fiziskā piepūle.

TELPU MIKROKLIMATS

Savukārt telpu mikroklimata galvenie rādītāji ir:

- gaisa temperatūra;
- gaisa relatīvais mitrums;
- gaisa plūsmas ātrums.

Mikroklimatu telpās ietekmē klimats, gadalaiks, dienas laiks, tehnoloģiskais process, darbā izmantojamās iekārtas, gaisa apmaiņa, darba telpu platība, nodarbināto skaits u. c. faktori. Komforta līmeni nosaka tādi faktori kā nodarbinātā vecums, dzimums, apģērbs un veicamā darba raksturs. Veicot fiziski smagu darbu, nodarbinātā muskuļiem tiek vairāk piegādāts skābeklis un barības vielas, vielmaiņa ir daudz aktīvāka. Tā rezultātā tiek producēts vairāk siltuma. Minētā iemesla dēļ darba telpas, kurās tiek veikts fizisks darbs, var būt vēsākas.

Darba raksturam un nodarbināto fiziskajai slodzei atbilstošs jeb optimāls mikroklimats ir tāds mikroklimats, kas 8 stundu darba dienas/maiņas laikā pie minimālas termoregulācijas sistēmas slodzes nodrošina vispārēju un lokālu siltuma komforta sajūtu, neizraisa nodarbināto veselības traucējumus un nodrošina augstas darbaspējas.

Prasībām telpu mikroklimatam jāatbilst Ministru kabineta 2009. gada 28. aprīļa noteikumiem Nr. 359 "Darba aizsardzības

prasības darba vietās", kuros noteikti mikroklimata normatīvie lielumi atbilstoši darba smaguma pakāpei un siltajam/aukstajam laika periodam.

Visbiežāk par nepiemērotu mikroklimatu sūdzas nodarbinātie, kas strādā birojos, it īpaši nesen remontētos birojos un samērā nesen celtās ēkās. Kā biežākās problēmas minams sauss gaiss, nepietiekams gaisa plūsmas ātrums un pārāk augsta gaisa temperatūra vasarā. Pārāk sauss gaiss bieži rada sūdzības par acīm – asarošanu, graušanas vai svešķermeņa sajūtu acīs, acu nogurumu vai apsārtumu, ko kopumā apzīmē par "sausās acs sindromu". Par netiešu pazīmi, ka telpās ir sauss gaiss, iespējams minēt faktu, ka istabaugiem, kas jālaista, ļoti ātri izkalst zeme. Šādas problēmas visbiežāk novērojamas birojos, kuros ierīkota ventilācijas un gaisa kondicionēšanas sistēma, bet nav paredzēta gaisa mitrināšana, kas ir relatīvi dārga. Šādos gadījumos iespējams lietot pārvietojamos gaisa mitrinātājus, bieži laistīt ziedus, izvietot telpās traukus ar lielu ūdens virsmu vai likt mitras lupatiņas uz radiatoriem. Ja birojos ir nomainīti logi un laikus nav padomāts par vēdināšanas iespējām, tad ļoti bieži gaisa plūsmas ātrums nav pietiekams, kas liecina,

MIKROKLIMATA PARAMETRI ATKARĪBĀ NO FIZISKĀS SLODZES

Gada periods	Darba kategorija*	Gaisa temperatūra (C°)	Gaisa relatīvais mitrums (%)	Gaisa kustības ātrums (m/s)
Gada aukstais periods (vidējā gaisa temperatūra ārpus darba telpām + 10 °C vai mazāk)	I	19,0–25,0	30–70	0,05–0,15
	II	16,0–23,0	30–70	0,1–0,3
	III	13,0–21,0	30–70	0,2–0,4
Gada siltais periods (vidējā gaisa temperatūra ārpus darba telpām vairāk par + 10 °C)	I	20,0–28,0	30–70	0,05–0,15
	II	16,0–27,0	30–70	0,1–0,4
	III	15,0–26,0	30–70	0,2–0,5

* I – darbs nav saistīts ar fizisku piepūli vai prasa ļoti nelielu vai nelielu fizisku piepūli (darbs lauksaimniecībā visbiežāk neatbilst šai kategorijai);

II – darbs, kas saistīts ar vidēji lielu vai lielu fizisko piepūli (piemēram, darbs, kas saistīts ar pastāvīgu vai ilgstošu pārvietošanos, smagumu līdz 10 kg cilāšana un pārvietošana, traktortehnikas operatoru darbs u. c.);

III – smags darbs (piemēram, darbs, kas saistīts ar pastāvīgu pārvietošanos, smagumu vairāk par 10 kg cilāšanu (piemēram, slaukšanas aparātu pārvietošana, teliņu celšana u. c.).

ka telpā vai kādā tās daļā nav pietiekamas gaisa apmaiņas. Šādos gadījumos ir ļoti svarīgi regulāri vēdināt telpu, lai nodrošinātu pietiekamu svaiga gaisa un skābekļa pieplūdi.

Ražošanas telpās biežāk novērojams caurvējš (piemēram, caur atvērtiem vārtiem) un pārāk zema gaisa temperatūra ziemās.

VIRSMU TEMPERATŪRA

Paaugstināta virsmu (piemēram, iekārtu daļas, saražotās detaļas, radiatoru virsmas u. c.) temperatūra ir riska faktors, un tieša saskarsme ar šādu virsmu cilvēkam var izraisīt ādas apdegumus. Siltās virsmas izstaro siltumu, tādējādi radot vienu no mikroklimate parametru – izstaroto siltumu.

Lai novērtētu risku, ko var radīt karstas virsmas, atbilstoši standartam LVS EN ISO 13732-1:2009 "Siltumvides ergonomika. Metodes, kā noteikt cilvēka ķermeņa reakciju uz saskari ar virsmām. 1. daļa: Karstas virsmas" jāņem vērā vairāki faktori:

- virsmas temperatūra;
- virsmas materiāls;
- kontakta ilgums starp virsmu un ādu;
- ādas īpašības: biezums, mitrums;
- pieskaršanās spēks.

Dažādiem materiāliem (piemēram, metālam, keramikai, stiklam, akmenim, plastmasai u. c.) ir noteiktas temperatūras (t. s. "apdeguma sliekšnis"), pie kurām rodas virspusējs daļējs ādas apdegums. Zinot konkrētās virsmas materiālu un tā "apdeguma sliekšni", izmērot virsmas temperatūru, iespējams noteikt, vai iespējamās cilvēka traumas (apdegumi), saskaroties ar šo virsmu. Virsmu temperatūru var izmērīt ar speciāli aprīkotu elektrisko termometru, kuram ir kontakta sensors.

Lai samazinātu vai novērstu apdeguma risku, ko var radīt saskarsme ar karstu virsmu, iespējams minēt dažādus pasākumus:

- individuālo aizsardzības līdzekļu lietošana (īpaši karstumizturīgi cimdi);
- aizsargnožogojumu ierīkošana;

- drošības zīmju izvietošana;
- nodarbināto informēšana;
- organizatoriskie pasākumi.

Taču jāņem vērā, ka šie pasākumi var būt ļoti dažādi, un ir jāizvērtē katras konkrētās situācijas specifika.



Drošības zīme Nr. 4.27.
"Uzmanību, karsta virsma".

10

NEJONIZĒJOŠAIS STAROJUMS

IEVADS

Maz ir to cilvēku, kas pilnīgi skaidri izprot un apzinās, ko nozīmē tādi vārdi kā jonizējošais un nejonizējošais starojums. Vārdu "starojums" (sinonīmi: radiācija, izstarojums) nereti saistām ar atomcentriem. Tādēļ jāsāk ar šo vārdu skaidrojumu.

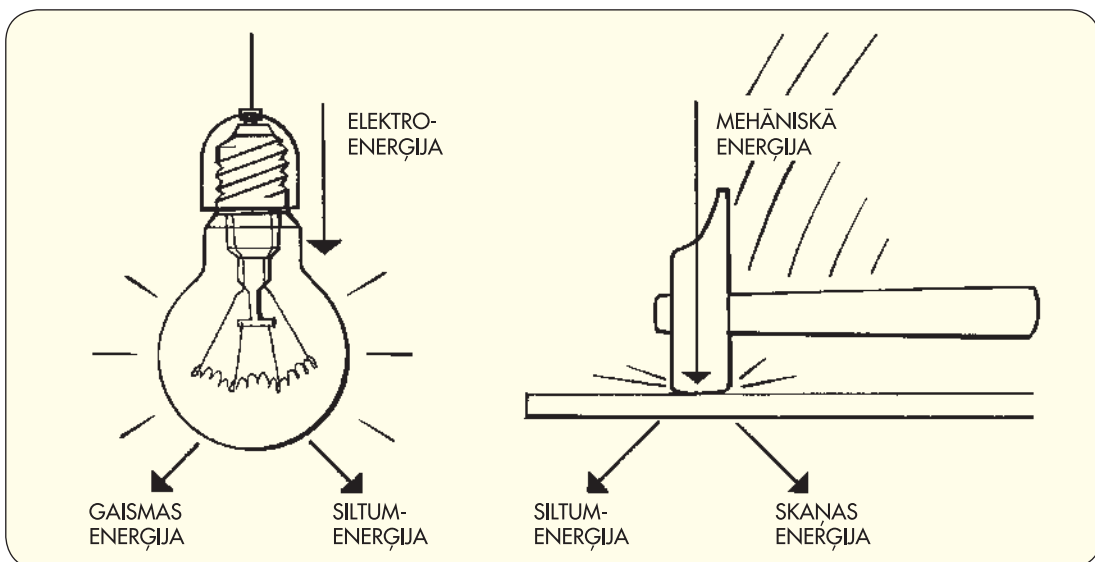
Enerģija, ko ieguldām kādā darbībā, var tikt pārvadīta dažādos veidos, un tālāk – atdeve var notikt citas enerģijas veidā. Aplūkosim dažus visiem zināmus piemērus.

Vienkāršs piemērs ir parādība, kas novērojama, iemetot mierīgā ūdenī akmeni. Redzam, ka veidojas apļveida "viļņi", kas izplatās, attālinoties no punkta, kur akmens iekritis ūdenī. Tātad akmens enerģija

(mehāniskā enerģija) tiek atdota ūdenim vibrāciju veidā (arī mehāniskā enerģija).

Aplūkosim mazliet sarežģītāku piemēru. Ar āmuru sitam pa dzelzs plāksni. Mehāniskā enerģija, kuru sitieni raida dzelzij, tiek atgriezta divās dažādās formās:

- 1) dzelzs plāksne vibrē (mehāniskā enerģija), vibrācija tiek pārvadīta uz gaisa molekulām, turpinās tālāk, kamēr tā nonāk līdz mūsu ausīm, un mēs dzirdam sitietu radīto troksni;
- 2) dzelzs plāksne sakarst, un izstarotais siltums (siltumenerģija) nonāk apkārtējā gaisā.



Vēl viens piemērs no ikdienas dzīves. Elektriskā spuldzīte, ja to ieslēdz, izstaro gaismu un vienlaikus arī sakarst. Tātad spuldzītes saņemtā elektroenerģija pārveidojas gaismas enerģijā un siltumenerģijā.

Minētie piemēri vēlreiz apstiprina teikto, ka, piešķirot enerģiju kādai darbībai vai priekšmetam, tā tiek atgriezta vai daļēji atgriezta, vienlaikus radot jaunas enerģijas formas.

Radiācija jeb starojums ir viena no šīm daudzajām formām.

Vispazīstamākais no starojumu veidiem ir redzamā GAISMA. Būtībā saules gaisma vai gaisma, ko izstaro mākslīgie apgaismo-tāji, ir elektromagnētisko viļņu starojums. Tāpat mēs pazīstam arī citus elektromagnētisko viļņu radītos starojumus, kas ikdienā atrodas mūsu acu priekšā (lai arī mēs tos neredzam), piemēram, radio un televīzijas antenu raidītie viļņi, starojums, kas rodas mikroviļņu krāsnīs, radaru raidītie super-augstfrekvences viļņi, rentgenstarojums.

Tāpat kā brāļi mēdz būt dažādi, arī starojums var būt dažāds. Pārsvārā visi starojumu veidi ir viens un tas pats fenomens, tikai cits no cita atšķiras ar frekvenci (svārstību skaitu sekundē).

Frekvence ir mērvienība, kuru lieto starojumu enerģijas noteikšanai. Frekvenci mēra hercos (Hz) un megahercos (MHz). Megahercs atbilst miljons herciem. Jo lielāka ir radioviļņu starojuma frekvence, jo lielāka ir tās enerģija. Bieži tiek runāts par starojuma viļņa garumu – tas ir savstarpēji saistīts lielums ar frekvenci: jo lielāks viļņu garums, jo mazāka ir starojuma frekvence, un otrādi.

JO LIELĀKA IR STAROJUMA FREKVENCE, JO LIELĀKA IR ENERĢIJA UN STAROJUMA BĪSTAMĪBA.

Augstfrekvences starojums, kuram ir liela enerģija, nonākot saskarē ar cilvē-

ka organismu, izraisa nopietnus un neatgriezeniskus šūnu bojājumus. Notiek šūnu sastāvdaļu jonizēšana, tādēļ šo radiāciju sauc par jonizējošo starojumu.

Visspilgtākais piemērs, kad cilvēki masveidā saskārās ar lielas intensitātes jonizējošo starojumu, ir atombumbu sprādzieni (Hirosima, Nagasaki). Šā starojuma iedarbības sekas, tādas kā staru slimība un leukēmija, visiem ir zināmas.

Turpretī nejoniējošā radiācija nespēj jonizēt organisma šūnas, un tās iedarbība ir daudz mazāk bīstama. Taču tas nenozīmē,

 AUGSTAS FREKVENCES	KOSMISKAIS STAROJUMS
	GAMMA STAROJUMS γ
	RENTGENSTAROJUMS
 VIDĒJAS FREKVENCES	ULTRAVIOLETAIS STAROJUMS
	REDZAMĀ GAISMA
	INFRASARKANAIS STAROJUMS
	MIKROVIĻŅI RADARU VIĻŅI F.M. DIAPAZONA RADIOVIĻŅI TELEVĪZIJAS VIĻŅI
 ZEMAS FREKVENCES	RADIOVIĻŅI
 ĻOTI ZEMAS FREKVENCES	ELEKTRISKIE LAUKI (AUGSTSPRIEGUMS)

ka tā neietekmē cilvēka veselību. Šajā nodaļā aplūkosim galvenos riskus un aizsardzības līdzekļus, kas saistīti ar zināmiem nejonzējošā starojuma veidiem.

Staru vai starojuma nosaukums veidots saistībā ar starojuma frekvenci (infrasarkanie un ultravioletie stari, mikroviļņi, radioviļņi utt.). Mikroviļņu, radara viļņu, radioviļņu un zemfrekvences elektrisko lauku starojumu mēdz dēvēt par elektromagnētiskajiem laukiem. Katram no šiem starojumiem ir savas īpašas pazīmes, kas rodas, saskaroties ar cilvēka ķermeni. To ietekme var būt daudzveidīga.

No normatīvo aktu viedokļa svarīgs ir optiskais starojums, kuru definē kā jebkuru elektromagnētisko starojumu ar viļņa garumu diapazonā no 100 nm līdz 1 mm. Ir šādi optiskā starojuma veidi:

- neviendabīgais starojums – jebkurš optiskais starojums, kas nav lāzera starojums:
 - ultravioletais starojums – optiskais starojums ar viļņa garumu no 100 nm līdz 400 nm. Ultravioletais diapazons iedalās UVA (315–400 nm), UVB (280–315 nm) un UVC (100–280 nm);
 - redzamais starojums – optiskais starojums ar viļņa garumu no 380 nm līdz 780 nm;
 - infrasarkanais starojums – optiskais starojums ar viļņa garumu no 780 nm līdz 1 mm. Infrasarkanais diapazons iedalās ISA (780–1400 nm), ISB (1400–3000 nm) un ISC (3000 nm–1 mm);
 - lāzera starojums – optiskais starojums no lāzera ierīces, ar ko var radīt vai pastiprināt elektromagnētisko starojumu optiskā starojuma viļņa garuma diapazonā, galvenokārt izmantojot kontrolētu stimulētu izstarojumu.
- Ministru kabineta 2009. gada 30. jū-

nija noteikumi Nr. 731 “Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret mākslīgā optiskā starojuma radīto risku darba vidē” nosaka darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret risku, ko darba vidē rada vai var radīt mākslīgā optiskā starojuma iedarbība uz nodarbinātajiem darba laikā, īpaši uz viņu acīm un ādu. Atbilstoši šo noteikumu prasībām darba devējam atbilstoši riska novērtējuma rezultātiem jāveic nepieciešamie pasākumi (tajā skaitā organizatoriskie – iedarbības laika samazināšana, atpūtas pauzes) optiskā starojuma radītā riska novēršanai vai samazināšanai līdz minimumam (zemākajam praktiski iespējamam līmenim), pamatojoties uz tehnisko progresu un izmantojot jaunākos līdzekļus optiskā starojuma radītā riska avota kontrolei. Ja, veicot darba vides riska novērtējumu, konstatē, ka ekspozīcijas robežvērtības var tikt pārsniegtas, darba devējs darba aizsardzības pasākumu plānā ietver šādus konkrētājos darba vietās veicamus organizatoriskus un tehniskus pasākumus:

- izmantot darba metodes, kas samazina optiskā starojuma radīto risku;
- izvēlēties darba aprīkojumu, kuram ir mazāks optiskā starojuma iedarbības līmenis, ņemot vērā veicamo darbu;
- veikt tehniskus pasākumus optiskā starojuma iedarbības līmeņa samazināšanai, ja nepieciešams, uzstādot aprīkojumu optiskā starojuma iedarbības līmeņa samazināšanai, tajā skaitā bloķēšanas ierīces, aizsargekrānu vai līdzīgas ierīces nodarbināto veselības aizsardzības nodrošināšanai;
- nodrošināt darba vietu iekārtojuma un darba aprīkojuma apkopi un uzturēšanu atbilstoši normatīvajiem aktiem par darba aizsardzības prasībām darba vietās un lietojot darba aprīkojumu;
- optimizēt darba vietu plānojumu un izvietojumu;

- ierobežot optiskā starojuma iedarbības ilgumu un līmeni;
- nodrošināt nodarbinātos ar piemērotiem individuālajiem aizsardzības līdzekļiem;
- veikt pasākumus saskaņā ar darba aprikojuma ražotāju norādījumiem.

ULTRAVIOLETAIS STAROJUMS

Ultravioletais starojums (UV) pēc elektromagnētiskā starojuma viļņa garuma spektra atrodas diapazonā starp jonizējošo un nejonizējošo starojumu. Pietiekami lielā ultravioletā starojuma enerģija ļauj šim starojumam izraisīt vielā tā sauktās fotoķīmiskās reakcijas. Savukārt ultravioletais starojums ar vislielāko enerģiju var izraisīt arī vielas atomu un molekulu jonizāciju, tādēļ tiek pieskaitīts pie jonizējošā starojuma.

Ikdienas dzīvē un darbā sastopami daudzi ultravioletā starojuma avoti. Saule ir lielākais ultravioletā starojuma avots, un visiem pazīstamas starojuma iedarbības sekas ir ādas apsārtums un iedegums.

Ultravioleto starojumu plaši lieto ražošanā (piemēram, kokapstrādē UV lakas, poligrāfijā UV krāsas u. c.). Pastāv virkne procesu, kuru rezultātā ultravioletais starojums rodas arī kā blakusprodukts.

Ultravioleto starojumu lieto dažādās ierīcēs un lampās. Piemēram, baktericīdās kvarca lampas, kuru izstarojuma spektrs ir ultravioletā starojuma diapazonā, lieto dezinficēšanas nolūkā slimnīcās, farmaceutiskajās laboratorijās u. c. Augsta spiediena dzīvsudraba lampas izmanto ielu apgaismes ķermeņos, fotoķīmisko reakciju paātrināšanā, minerālu identificēšanā, sauli imitējošās kabīnēs (solārijos), dažādu materiālu, piemēram, gleznu vai individuālo aizsardzības līdzekļu, novecošanās izpētē.

Ultravioleto staru relatīvā bīstamība dažādās frekvencēs

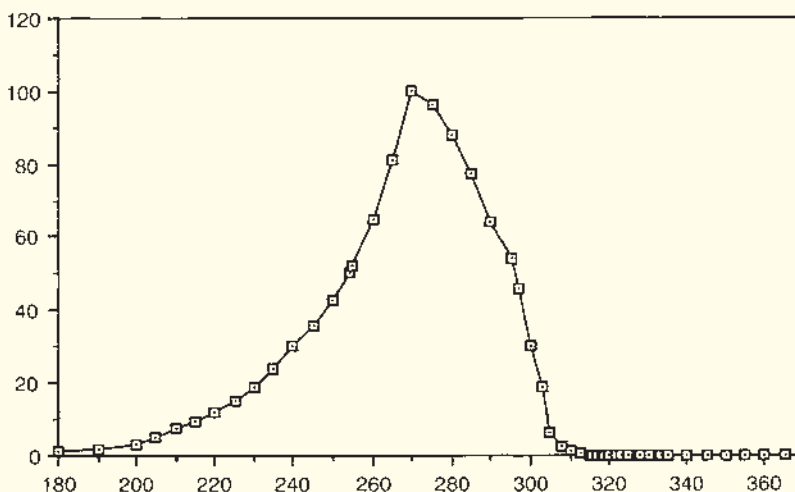
Pazīstamākais tehnoloģiskais process, kura rezultātā rodas "nevēlamie" ultravioletie stari, ir metināšana ar elektrisko loku. Intensīvo redzamo gaismu, kas rodas metinot, pavada spēcīgs ultravioletais starojums (kurš, protams, nav redzams, bet izraisa nevēlamu iedarbību uz cilvēka organismu). Patiesībā visus procesus, kuros rodas elektriskais loks, pavada aktīva ultravioleto staru veidošanās.

Ultravioletā starojuma efekti

Ultravioletajam starojumam jonizējošā starojuma viļņu diapazonā ir visaugstākā frekvence. Tāpēc tam piemīt spēcīgs bioloģiskais efekts.

Ultravioleto staru iedarbība visvairāk skar ādu. Par to mēs varam pārliecināties, kad esam pārāk ilgi uzturējušies saulē un ciešam no sāpīgiem ādas apdegumiem. Šādu staru ilgstošas iedarbības rezultātā āda iegūst neatgriezeniskus bojājumus un zaudē elastību. Pārāk stipra ultravioleto staru iedarbība veicina saslimstību ar ādas vēzi. Ozona slānis atmosfērā ir tas, kas mūs aizsargā no saules ietekmes sekām. Ozona slānim sarūkot, saules radītais ultravioletais starojums ļoti spēcīgi sāk iedarboties uz ādu un palielinās iespēja saslimt ar ādas vēzi (melanomu), kas atsevišķos gadījumos uzskatāms par aroda etioloģijas ļaundabīgo audzēju, piemēram, lauksaimniekiem, ceļu

ULTRAVIOLETO STARU RELATĪVĀ BĪSTAMĪBA DAŽĀDĀS FREKVENCĒS



būves strādniekiem u. c. Līdz ar šo jautājumu būtiski jādomā par to, kā pasargāt nodarbinātos, kas veic darbus ārpus telpām, no pārāk lielas ultravioletā starojuma iedarbības. Nepieciešams lietot individuālos aizsardzības līdzekļus (ķīmiskos aizsardzības līdzekļus (ādas krēmus), kas satur nepieciešamās UV starojumu absorbējošās sastāvdaļas, lina vai kokvilnas darba tērpus).

ULTRAVIOLETAIS STAROJUMS LIELĀKO KAITĒJUMU NODARA ĀDAI UN ACĪM.

Ja ilgstoši vērojam lokveida metināšanas procesu, neaizsargājot acis ar speciālām aizsargbrillēm, cieš acis. Pēc 2 līdz 24 stundām parādīsies konjunktivīts vai stipras sāpes acīs un asarošana. Šī parādība parasti ilgst 4–5 dienas. Parasti acu bojājumi ir īslaicīgi, tomēr ilgā laika posmā metinātājiem var attīstīties acs lēcas katarakta.

Ultravioletā starojuma novērtējums

Lai varētu aizsargāties pret ultravioleto starojumu, jāzina, kāda ir minimālā deva, kas izraisa eritēmu (ādas apdegumus) un fotokeratītu. Vēl joprojām nav pietiekami daudz pārliciecinātu kvantitatīvo datu, piemēram, par ādas vēzi, lai izstrādātu uz to attiecināmos ierobežojumus.

Ultravioletā starojuma mērīšanā izmanto šādas mērvienības:

- starojuma eritēmā plūsma F_{er} , er;
- eritēmā apstarojuma intensitāte E_{er} , er/m² (vai W/m²);
- eritēmā doza (eksponēcijas vai biodoza) D_{er} , (er • h)/m².

Ultravioletā starojuma eritēmās plūsmas etalons: 1 er rada starojums ar viļņa garumu 297 nm un jaudu 1 W (pie šā viļņa garuma novēro vislielāko starojuma iedarbības efektu); $mer = 10^{-2}$ er.

Drošības standartu izstrāde pamatota uz minimālo eritēmas devu veselīgiem cilvēkiem ar baltu ādas krāsu. Higijēniskā normēšana noteic, ka ultravioletā starojuma

maksimālā ekspozīcijas doza darba vidē pie viļņu garuma 280 nm nedrīkst pārsniegt 7,5 (mer • h)/m², bet maksimālā diennakts doza – 60 (mer • h)/m².

Eritēmais starojums, E _{er}	Maksimāli pieļaujamais ekspozīcijas laiks, t _{max}
mW/m ²	8h
2 mW/m ²	4h
4 mW/m ²	2h
8 mW/m ²	1h
17 mW/m ²	30 min
33 mW/m ²	15 min
50 mW/m ²	10 min
0,1 W/m ²	5 min
0,8 W/m ²	1 min
1 W/m ²	30 s
3 W/m ²	10 s
30 W/m ²	1 s
300 W/m ²	0,1 s

Lokālas ultravioletā starojuma dozas, kas nepieciešamas cilvēkam ārstnieciskos nolūkos, t. sk. kosmētiskajos, nosaka individuāli, ievērojot attiecīgo iekārtu jaudu un speciālās instrukcijas. Tā, piemēram, ultravioletā starojuma deficīta apstākļos atkarībā no ļaunžu kontingenta (zīdaiņi, bērni, pieaugušie) tiek ieteiktas biodozas 0,125...0,75 eritēmo dozu robežās (10...60 (mer • h)/m²).

Starptautiskā radiācijas aizsardzības asociācija (IRPA) iesaka UV starojuma avotu apkalpojošā personāla aizsardzībai šādas normas, kuras nedrīkst pārsniegt (sk. tabulu).

Ultravioletā starojuma iedarbības kontrole

Tā kā ultravioleto starojumu viegli absorbē dažādi materiāli, tad to kontrole nav sarežģīta. Cilvēka aizsardzību pilnīgi nodrošina jebkuru brīļļu vai sejas aizsardzības līdzekļu un jebkura aizsargtērpa lietošana.

INFRASARKANAIS STAROJUMS UN REDZAMĀ GAISMA

Par infrasarkano starojumu mēs saucam elektromagnētisko starojumu, kura viļņa garums svārstās robežās no 750 nanometriem līdz 1 mm. Diapazonu no 750 līdz 1400 nanometriem sauc par "tuvāko infrasarkano starojumu", bet garākus viļņus – par "tālāko infrasarkano starojumu".

Infrasarkanajam starojumam piemīt mazāka enerģija nekā ultravioletajam starojumam, jo tam ir zemāka frekvence. Tādēļ infrasarkanie stari nevar izraisīt ķīmiskas reakcijas organismā. Līdz ar to iespējami tikai termiska rakstura kaitējumi, kas parādās uz ādas un acīm.

Visi priekšmeti mums apkārt (ieskaitot mūsu ķermeni) rada mērenu infrasarkano

starojumu. Problēmas rodas, ja šis starojums pārsniedz noteiktas robežas.

Redzamā gaisma gaiši zilā krāsā (viļņa garums 400–750 nanometri) nodara fotoķīmiskus bojājumus acs tīklenei. Tādēļ šo viļņu frekvences un iedarbība tiek pielīdzināta infrasarkanajiem stariem.

Infrasarkanā starojuma un redzamās gaismas iedarbība

Infrasarkanā starojuma un redzamās gaismas bīstamība ir neliela, izņemot īpašus gadījumus. Viens no šiem īpašajiem gadījumiem ir tieša saules vērošana tās aptumsuma laikā. Šajā laikā redzamā gaisma un in-

viļņa starojumu, nevis to sajaukumu kā parastā gaismā), koherence (vairāku svārstībuprocesu vai viļņprocesu saskaņotība laikā) un tiešā virzība (gaismas kūļa formā).

Ar lāzera starojumu enerģija tiek novadīta uz audiem un iedarbojas, tos strauji iztvaicējot, bet netraumējot apkārtējos audus. Medicīnā lāzerus lieto ķirurģijā (lāzerķirurģijā). Lāzera enerģija spēj novērst gan daudzveidīgus patoloģiskus ādas un zemādas veidojumus, gan kosmētiskus defektus, to izmanto oftalmoloģijā (piemēram, kataraktas ārstēšanai), dermatoloģijā, varikoza vēnu ārstēšanā u. c.

Lāzerus raksturo trīs pamatelementi:

- 1) radītā viļņa garums;
- 2) viļņa raidīšanas ilgums, kas var būt nepārtraukts vai pārtraukts (raidot impulsus, tas nedarbojas līdz nākamajam impulsam); katra impulsa ilgums var svārstīties no dažām nanosekundēm līdz vairākiem desmitiem milisekunžu, mainot atkārtotas frekvences no miljoniem impulsu sekundē līdz dažiem impulsiem stundā;
- 3) lāzera jauda vai enerģija, kas lāzerus raksturo kā vidēji spēcīgus, un to enerģija ir robežās no mikrovatiem līdz dažiem kilovatiem. Impulsa lāzera gadījumā enerģiju nosaka pēc impulsa jaudas, kas svārstās starp milidžouliem un simtiem džoulu.

Lāzerstarojuma iedarbība

Tiem piemīt plaša spektra jaudas, un sakarā ar dažādu iedarbības ilgumu un viļņa garumu ir grūti runāt par viendabīgu riska grupu.

Lāzera starojuma iedarbība uz acīm var izpausties, sākot ar nepatīkamām sajūtām līdz pat smagiem acs tīklenes bojājumiem. Nodarītais kaitējums līdzinās infrasarkanā starojuma, redzamās gaismas un ultravioleto staru izraisītam kaitējumam. Tomēr lāzeram piemītošās īpatnības var radīt sevišķi nopietnus draudus veselībai.

Lāzera starojuma iedarbība ir kompleksa. Šā starojuma kaitējumi var būt termiski, fotoķīmiski, elektromagnētiski un mehāniski.

Lāzerstarojuma iedarbības kontrole

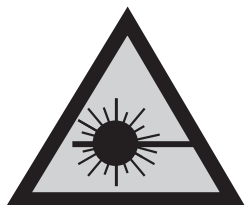
Lāzeru daudzveidība ir saistīta ar to izraisīto veselības risku. Tāpēc viens no profilaktiskiem pasākumiem ir lāzeru klasificēšana pēc bīstamības pakāpes. Lāzeri tiek klasificēti šādi:

- 1. KLASE. Konstruktīvi nekaitīgi (nepārsniedz maksimāli pieļaujamo iedarbības līmeni vai arī to izmantošanas drošību darbā garantē lāzera konstrukcija);
- 2. KLASE. Lāzeri ar mazu jaudu, kas ģenerē redzamo starojumu un funkcionē pastāvīgā vai pulsējošā režīmā. Parasti lāzers ar šādām pazīmēm nav bīstams, jo acīm piemīt paš aizsardzības mehānismi;
- 3. KLASE. Kopumā var teikt, ka šā tipa (vidējas jaudas) lāzera kūlis ir bīstams redzei gan tiešā skatījumā, gan tiešā atstarojuma veidā. Tā atstarotais izkliedētais stars nav bīstams.
- 4. KLASE. Lielas jaudas lāzeri (virs 0,5 W nepārtrauktas darbības lāzeriem), kuru tiešais staru kūlis ir bīstams acīm un ādai, kā arī bīstams var būt to izkliedētais atstarotais stars. Lielās jaudas dēļ tie var kļūt arī par ugunsgrēka cēloni. Parasti jebkurai iekārtai, kuras sastāvā ir lāzers, ir jābūt marķējumam. Tas norāda,

**VISVAIRĀK LĀZERA IEDARBĪBAS
RISKAM IR PAKĻAUTAS ACIS,
BET RETĀK – ĀDA.**

pie kuras klases minētais lāzers pieder. Lietojot 3. un 4. klases lāzeru, nepieciešams veikt virkni drošības pasākumu. Par vienu no galvenajiem drošības pasākumiem jāmin atslēgas kontrole, lai izvairītos no neatļautas to lietošanas un staru kūļa raidītāja nejaušanas ieslēgšanas.

Starp svarīgākajiem aizsardzības pasākumiem, kas veicami, lai nodrošinātu, ka nodarbinātie tiek aizsargāti pret lāzera iedarbību, jāmin tieša lāzera stara iedarbības novēršana. Jātceras, ka lāzera stars var labi atstaroties no dažādām virsmām, tāpēc arī pēc atstarošanās var iedarboties vai nu uz nodarbinātā ādu vai acīm. Minētā iemesla dēļ visām darba virsmām jābūt tādām, kas neatstaro lāzera starus. Saskaņā ar Ministru kabineta 2009. gada 30. jūnija noteikumiem Nr. 731 "Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret mākslīgā optiskā starojuma radīto risku darba vidē" darba devējs nodrošina bīstamo zonu norobežošanu un ierobežotu piekļūšanu šīm zonām, ja pakļaušana optiskā



Drošības zīme Nr. 4.10. "Lāzera stars".

starojuma radītajam riskam ir pamatota un ierobežojumi ir tehniski iespējami (piemēram, izvietojot īpašas starpsienas, aizkarus). Darba vietās, kur iespējama lāzera iedarbība, darba devējs izvieto drošības zīmes (saskaņā ar MK noteikumiem Nr. 400).

Ugunsnedroši materiāli jāuzglabā tā, lai uz tiem nenokļūst lāzera stars (piemēram, konteineros). Ja iespējams, jānodrošina, ka laikā, kad lāzeriekārta darbojas, ieslēdzas signāls, kas brīdina par iekārtas darbību. Nodarbinātie jānodrošina ar aizsargbrillēm, kas piemērotas darbam ar lāzeru, cimdium un apģērbu. Darba vietām jābūt labi apgaismotām, lai pēkšņas gaismas iedarbības rezultātā acs zilītes nepašāinās un lāzera stars neiekļūst acī.

No lāzerstarojuma var pasargāt arī aizsargbrilles. Pirms tās lieto, jāpārlicinās, ka tās paredzētas attiecīgo viļņu garumiem. Cita garuma viļņiem paredzētas brilles pilnībā zaudē savas aizsardzības spējas. Darba vietai jābūt labi apgaismotai, lai izvairītos no acs zilītes bojājuma. Vēlams īpaši apzīmēt tās iekārtas, ar kurām strādājot, aizsargbrilles nav nepieciešamas.

Speciālistam jāizdara pareiza aizsargbrillju izvēle. Izvēlētajām aizsargbrillēm jābūt aprīkotām ar sānu aizsargiem, lai izvairītos no staru kūļa atstarošanās no telpas sienām vai griestiem.

ELEKTROMAGNĒTISKAIS STAROJUMS

EML ir viens no biežākajiem darba vidē sastopamajiem fizikālajiem faktoriem, jo faktiski tas pastāv jebkurā darba vietā. Taču tā lielumi ir samērā nelieli, tādēļ nav nepieciešams veikt speciālus pasākumus, kas samazinātu šā lauka ietekmi.

Daudzās tautsaimniecības nozarēs nodarbinātie ir pakļauti EML ietekmei. EML

intensitāte var būt ļoti dažāda un ir atkarīga no iekārtu jaudas – jo lielāka ir iekārtas jauda, jo lielāks ir magnētiskais lauks iekārtas darbības laikā. Biežāk sastopamās situācijas minētas tabulā.

EML frekvence	EML avots	Pakļauto nodarbināto piemēri
0 Hz līdz 30 kHz, piemēram, mikroviļņi, radioviļņi	<input type="checkbox"/> Mikroviļņu sakari	Radio un televīzijas raidītāju apkalpojošais personāls
	<input type="checkbox"/> Mikroviļņu diatermija	Veselības aprūpē nodarbinātie Fizioterapeiti
	<input type="checkbox"/> Radars (piemēram, meteoroloģiskie radiolokatori, lokatori lidostās)	Lokatoru apkalpojošais personāls Policijas darbinieki
	<input type="checkbox"/> Radiosakaru nodrošināšana	Nodarbinātie, kas nodrošina navigāciju jūrā Nodarbinātie, kas nodrošina gaisa satiksmes kontroli Nodarbinātie, kas nodrošina policijas, ugunsdzēsēju, ātrās palīdzības sakarus
	<input type="checkbox"/> Metalurģija	Metalurģijā nodarbinātie
no 30 kHz līdz 300 GHz	<input type="checkbox"/> Mobilie telefoni	Mobilo telefonu bāzes staciju apkalpojošais personāls
	<input type="checkbox"/> Elektropārvade (gaisvadu linijas, kabelinijas, sadales skapji, transformatori u. c.)	Elektromontieri, dispečeri, remontstrādnieki Elektrotransporta vadītāji (tramvaji, trolejbusi, vilcieni)
	<input type="checkbox"/> Procesī, kas saistīti ar elektriskā loka veidošanos	Elektrometinātāji
	<input type="checkbox"/> Tērauda un alumīnija ražošana	Metalurģijā nodarbinātie
	<input type="checkbox"/> Indukcijas sildītāji	Apkalpojošais personāls

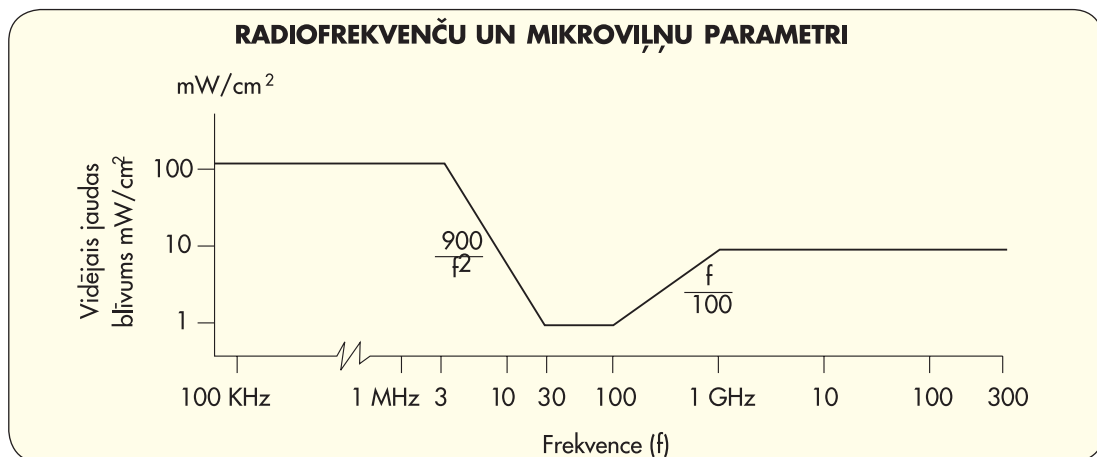
MIKROVIĻŅI UN RADIOFREKVENCES VIĻŅI

Jau kopš seniem laikiem cilvēks izmantojis starojuma veidus, kas rodas no saules un vēja un rada spēcīgu elektrisko lauku (piemēram, pērkona un negaisa laikā). Saņemtās enerģijas daudzums tad bija nenozīmīgs. Strauji attīstoties komunikācijas sistēmu tehnoloģijām (radiosakari, televīzija, radara staru izmantošana lidmašīnu un citu transporta veida radiolokācijā), krasi palielinājusies apkārtējās vides piesārņojuma ar elektromagnētiskajiem starojumiem

bīstamība. Tie ir tādi starojumi, kam atšķirībā no dabīgajiem piemīt enerģija, kas var izrādīties bīstama, it sevišķi šo viļņu ģenerācijas avotu tuvumā.

MIKROVIĻŅU UN RADIOFREKVENČU TERMISKĀS IEDARBĪBAS EFEKTI IR SAMĒRĀ MAZ IZPĒTĪTI.

Mikroviļņi ir starojums, kura frekvenču diapazons ir no 300 MHz līdz 300 GHz.



Radiofrekvences ir starojums, kura frekvenču diapazons ir no 100 kHz līdz 300 MHz. Mikroviļņus plaši lieto gan telekomunikāciju sistēmās, gan kā siltuma avotus.

Mikroviļņu un radiofrekvenču iedarbība

Mikroviļņiem un radiofrekvencēm ir divu veidu iedarbība – termiskā un ar siltumu nesaistītā iedarbība.

Termiskās iedarbības rezultātā galvenokārt cieš tie orgāni, kuriem ir maz asinsvadu (acis un sēklinieki). Mikroviļņi, radio un radara viļņi ietekmē nervu sistēmu, sirds un asinsvadu sistēmu, redzi un dzirdi, endokrīno, asinsrades, ģenētisko un reproduktīvo sistēmu.

Ar siltumu nesaistītā iedarbība ir daudz mazāk pētīta. Tā tieši ietekmē bioelektriskās parādības organismā un ģenētiskās informācijas pārvadi.

Mikroviļņu un radiofrekvenču iedarbības novērtējums

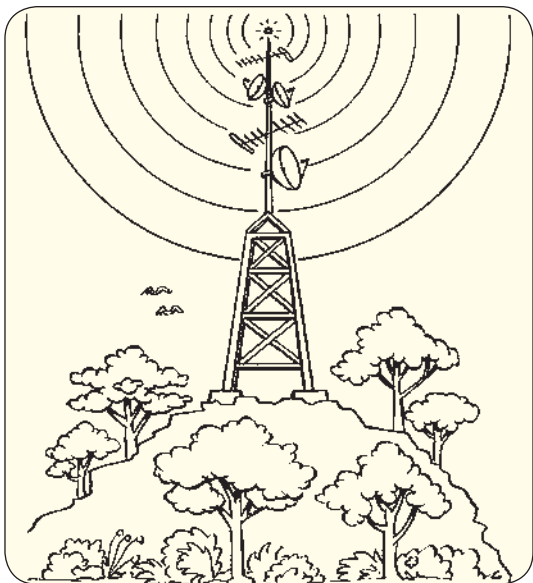
Starptautisko standartu pieņemtie limiti ierobežo ķermeņa absorbēto enerģijas daudzumu ("speciālais absorbēšanas rādītājs") un pieļauj 0,4 vatus uz vienu kilogramu

ķermeņa svara. Atkarībā no starojuma frekvences saņemtie enerģijas lielumi laika vienībā ir dažādi. Normatīvos norādīts, ka jāizvairās no jebkāda veida mikroviļņu un radiofrekvenču kaitīgas iedarbības.

Arī Latvijā ir pieņemts standarts LVS EN 50413:2009 "Pamatstandarts procedūrām, kā mērīt un aprēķināt cilvēka pakļautību elektriskajiem, magnētiskajiem un elektromagnētiskajiem laukiem (0 Hz–300 GHz)". Šis standarts adaptēts no Eiropas standarta (EN), kurš ir spēkā vairākumā Eiropas valstu. Standarts ierobežo elektromagnētisko lauku intensitāti vietās, kur atrodas cilvēki, un nosaka atšķirīgas ierobežojumu robežvērtības (pamatlīmeņus): nodarbinātajiem un iedzīvotājiem.

Mikroviļņu un radiofrekvenču iedarbības kontrole

Mikroviļņu un radiofrekvenču gadījumā, pēc ekspertu domām, absolūta priekšroka ir dodama kolektīviem aizsardzības līdzekļiem. Šie aizsargpasākumi var būt šādi: radaru antenu orientācijas ierobežojumi, lai samazinātu izstarojumu zemes līmenī, vai pilnīga radiācijas avotu ekranēšana, kā tas notiek, piemēram, mikroviļņu krāsnīs. Ja nodarbinātais, veicot darba pienākumus,



saskaras ar mikroviļņiem, nepieciešams veikt šādus pasākumus: informēt par iespējamo kaitējumu, nodrošināt ar ekrānu, aizsargnožogojumu, marķēt ierīces, lai novērstu nejaušu iekārtu iedarbināšanu. Turklāt nodarbinātais jānodrošina ar speciālu aizsargtērpu no neilona tīkla ar sudraba pārklājumu, un pirms tā lietošanas detalizēti jāizpēta starojuma avota intensitāte, lai pārlicinātos, ka tas nepārsniedz aizsargtērpa aizsardzības spējas.

ĪPAŠI ZEMAS FREKVENES ELEKTRISKIE LAUKI

Ierīces, kas patērē elektroenerģiju, vai arī elektriskie kabeli ģenerē starojumu, ko sauc par elektrisko lauku. Vienīgā elektriskā lauka atšķirība no mikroviļņiem ir frekvences lielums. Elektriskajos vadus ģenerācijas frekvence ir 50 Hz (ASV un Kanādā 60 Hz).

Pēdējā laikā presē parādījušās publikācijas par vēža saistību ar dažāda veida starojumiem. Minētie pētījumi nav pietiekami, lai izdarītu tālejošus secinājumus, jo trūkst tiešu pierādījumu par zemo vai augsto frekvenču starojuma kaitīgumu. Patiesībā elektroenerģijas universālās lietošanas dēļ sabiedrībā nav cilvēka, kuru vairāk vai mazāk nebūtu skāris šis starojums. Tādēļ šiem pētījumiem jābalstās uz dažādu lauka iedarbības līmeņu skarto salīdzināšanu.

Minētās iedarbības daudzveidības dēļ daudzi pētījumi veikti, ņemot vērā cilvēkus, kas dzīvo augstsprieguma līniju tiešā tuvumā. Apsekojumu un izmeklējumu rezultāti liecina, ka par šo problēmu joprojām trūkst

informācijas, lai varētu apstiprināt vai noliegt elektriskā lauka kancerogēno (vēzi izraisošo) ietekmi uz cilvēku.

No arodveselības viedokļa elektriskā lauka bīstamība vairāk iespējama nodarbinātajiem, kas labo elektriskos vadus vai strādā tiešā elektrības līniju tuvumā. Daži pētnieki (bet ne visi) norāda, ka šiem nodarbinātajiem iespējamās smagākas leikēmijas formas nekā tiem, kas nav tikuši pakļauti elektriskā lauka iedarbībai.

ELEKTROMAGNĒTISKO LAUKU IEDARBĪBA LĪDZ ŠIM VĒL IR MAZ IZPĒTĪTA.

Kopsavilkumā par šo tematu jāsecina, ka "elektrisko profesiju" saistība ar asins un galvas smadzeņu vēzi ir pārāk konsekvanta, lai uzskatītu to par nejaušu gadījumu. Galvenais ir noskaidrot, vai šī saistība attiecas tikai uz elektromagnētisko lauku

vai arī uz citiem riska faktoriem darbvietā.

Starptautiskās normas nosaka atsevišķus lielumus atsevišķām elektromagnētiskā lauka sastāvdaļām (elektriskajam un magnētiskajam laukam), jo to savstarpējās attiecības konkrētos gadījumos var būt ļoti dažādas.

Ministru kabineta 2006. gada 5. septembra noteikumi Nr. 745 "Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret elektromagnētiskā lauka radīto risku darba vidē" nosaka darba aizsardzības

prasības nodarbināto aizsardzībai pret risku, ko darba vidē rada vai var radīt elektromagnētisko lauku iedarbība. Minētajos noteikumos ir pilnībā pārņemtas Direktīvas 2004/40/EK prasības, kas nosaka darba devēja pienākumus attiecībā uz nodarbināto, kuri pakļauti elektromagnētisko lauku ietekmei, drošību un veselības aizsardzību, kā arī ekspozīcijas robežvērtības un darbības vērtības mainīgiem elektriskiem, magnētiskiem un elektromagnētiskiem laukiem, kuru frekvence ir no 0 līdz 300 GHz.

IEVADS

Mūsdienās radioaktīvās vielas un jonizējošā starojumu avotus izmanto vairākās nozarēs – kodolfizikā, atomenerģētikā, radioķīmijā, radiācijas ķīmijā, radiobioloģijā un medicīnā. Latvijā arvien lielāku nozīmi iegūst jonizējošā starojuma izmantošana medicīnā, piemēram, staru terapijā, diagnostikā (rentgendiagnostikā, datortomogrāfijā), radioimunoloģijas pētījumos u. c.

Jonizējošais starojums ir enerģijas plūsma daļiņu vai elektromagnētisko viļņu veidā, kas spēj radīt jonizāciju tiešā vai netiešā veidā, piemēram, alfa daļiņas ir He atomu kodoli ar lādiņu +2, tādēļ tās audos spēj radīt pozitīvi un negatīvi lādētus jonus, veicot tiešo jonizāciju, bet rentgenstarojums ir starojums bez masas un lādiņa, tāpēc tas nespēj tieši radīt jonus. Elektromagnētiskā starojuma bremsēšanās gadījumā no atoma orbītas var tik izsists elektrons, kura lādiņš ir negatīvs un kurš ir saņēmis lielu enerģiju, tāpēc var radīt gan pozitīvos, gan negatīvos jonus. Tādēļ elektromagnētisko starojumu sauc par netieši jonizējošo starojumu.

Par JSA uzskata radioaktīvās vielas, kodolmateriālus, radioaktīvos atkritumus vai ierīces, kas satur šos materiālus, piemēram, Pu saturoši dūmu detektori. Visas iekār-

tas, kas spēj ģenerēt jonizējošo starojumu (piemēram, rentgeniekārtas, tomogrāfi) vai arī spēj radīt radioaktīvas vielas no neradioaktīviem materiāliem, tos apstarojot ar daļiņām (piemēram, neitronu ģeneratori) vai augstas enerģijas gamma starojumu, ir JSA. Par JSA ir uzskatāmas arī jonizējošā starojuma ģenerēšanas tehnisko iekārtu nozīmīgas daļas, piemēram, rentgenlampsas.

Ja darbībā ar jonizējošā starojuma avotiem (JSA) netiek ievēroti nepieciešamie aizsardzības pasākumi, tad jonizējošais starojums var būt ļoti bīstams veselībai, tādēļ lielākajā daļā valstu, tajā skaitā Latvijā, jonizējošā starojuma izmantošana tiek pakļauta stingriem likumiem. Profilaktiskie pasākumi saistībā ar jonizējošā starojuma izmantošanu Latvijā stingri pakļaujas likumam "Par radiācijas drošību un kodoldrošību (07.11.2000.), Ministru kabineta noteikumiem Nr. 149 (09.04.2002.) "Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu" un Ministru kabineta noteikumiem Nr. 97 (05.03.2002.) "Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu medicīniskajā apstarošanā".

Ķīmiskā elementa atoms sastāv no kodola, ko veido protoni un neitroni, un elek-

tronu apvalka jeb elektronu čaulas. Protonu skaits nosaka kodola elektrisko lādiņu, protonu un neitronu kopējais skaits – kodola masu. Ķīmiskā elementa atoma paveidus, kuru kodoliem ir atšķirīgs neitronu skaits, sauc par izotopiem. Izotopi iespējami visiem ķīmiskajiem elementiem. Izotopi var būt stabili un nestabili. Ja ķīmisko elementu atomu kodoli nav stabili, tie sabrūk, izstarojot daļiņas vai elektromagnētisko starojumu, tādējādi kļūstot stabilāki. Šādus izotopus sauc par radioizotopiem vai radionuklīdiem.

Vielas, kas satur radionuklīdus, sauc par radioaktīvām vielām. To aktivitāte ir atkarīga no atomu kodolu sabrukšanas straujuma. Jo vairāk kodolu sabrūk vienā laika vienībā, jo intensīvāka ir daļiņu plūsma. Laiku, kurā atomu kodolu skaits samazinās divas reizes, sauc par pussabrukšanas periodu. Dažādu izotopu pussabrukšanas periods mainās plašās robežās – no sekundes daļām (piemēram, hēlijam ^8He - 0,122 s) līdz miljardiem gadu (piemēram, urānam ^{238}U – $4,5 \times 10^9$ gadu).

Jonizējošajam starojumam izšķir vairākus veidus, kas savā starpā atšķiras ar enerģiju un caurspiešanās spēju, bet no vides un sabiedrības veselības viedokļa visbiežāk sastopami šādi starojuma veidi:

- 1) korpuskulārais jeb daļiņu starojums:
 - α -daļiņas ir hēlija atoma kodoli, kuras var aizturēt papīra lapa, 5 cm gaisa slānis, ūdens, apģērbs, tādēļ arī ādas raga slānis to spēj aizturēt, taču, ja radionuklīdi, kas izstaro α -daļiņas, tiek ieelpoti, tie var jonizēt atomus dzīvajās šūnās un radīt nopietnus orgānu bojājumus (piemēram, radons var izraisīt plaušu vēzi). Raksturīgākie α -starotāji ir polonija, rādija, radona, urāna, svina u. c. smago elementu izotopi;
 - β -daļiņas ir elektroni, kas spēj noskriet gaisā pat 10 m un spēj pat penetrēt caur 2 cm biezu dzīvu audu slāni, bet,

ilgstoši atrodoties uz ādas, spēj izraisīt ādas apdegumu. Tās spēj aizturēt alumīnija ekrāns, kura biezums ir vismaz pāris milimetru. Lielākā daļa ķīmisko elementu izotopu ir β -radioaktīvi. Ja radionuklīdi, kas izstaro β -daļiņas, tiek ieelpoti, tad, līdzīgi kā α -starojuma gadījumā, tās var jonizēt atomus vai molekulas dzīvajās šūnās un radīt nopietnus orgānu bojājumus, jo starojums spēj iedarboties pat dažādu centimetru dziļumā;

- neitronu starojums ir neitrālu daļiņu plūsma ar lielu caurspiešanās spēju. Ejot cauri videi, tā var veidot lādētās daļiņas, kuras var jonizēt atomus un molekulas dzīvajās šūnās. Neitroni var izspiesties cauri ķermenim, tādējādi radot visu ķermeņa orgānu apstarojumu. Neitroni var izraisīt arī kodolreakcijas, ja neitronus var absorbēt vides atomu kodoli, tādējādi kļūstot nestabili un paši sabrūkot; šo procesu sauc par neitronu aktivāciju, un to izmanto ļaundabīgo slimību ārstēšanā;
- 2) fotonu jeb elektromagnētiskais starojums:
 - γ -starojums ir lielas enerģijas elektromagnētiskā starojuma veids ar ļoti lielu caurspiešanās spēju, kas atkarīga no starojuma enerģijas. Tās spēj iet cauri cilvēka organismam, tādējādi radot visu ķermeņa orgānu apstarojumu. Intensīvs γ -starojums var izraisīt dažādus veselības traucējumus, tādēļ vietās, kur iespējama saskarsme ar šā starojuma veidu, nepieciešama bioloģiskā aizsardzība; rentgenstarojums, kurš savukārt iedalās cietajā starojumā (ar viļņu garumu zem 100 pm, ko iegūst ar elementārdaļiņu paātrinātāja palīdzību) un mīkstajā starojumā (ar viļņu garumu no 10 nm līdz 100 pm, ko iegūst

ar rentgenlampu palīdzību, šis viļņu garums pārklājas ar γ staru viļņa garumu). Dažāda blīvuma audi rentgenstarus absorbē dažādi, uz šo staru īpašību

balstās plašā rentgenstaru izmantošana medicīnā, bet it īpaši – diagnostikā, piemēram, traumatoloģijā).

JONIZĒJOŠĀ STAROJUMA AVOTI

Pēc izcelsmes jonizējošā starojuma avotus iedala dabīgajos un mākslīgajos. Dabisko radioaktivitāti rada dabiskie jonizējošā starojuma avoti, kas atrodas gan uz Zemes, gan galaktikā. Dabiskā radioaktivitāte ir neatņemama Zemes sastāvdaļa, un vairākiem cilvēkiem tā arī ir lielākais starojuma avots (ņemot vērā darba tēmu, literatūras apskatā dabiskā radioaktivitāte plašāk netiks aplūkota). Kā svarīgākais avots minams radioaktīvās vielas Zemes garozā.

Mākslīgie jeb tehnogēnie jonizējošā starojuma avoti ir cilvēku radītas ierīces, radioaktīvās vielas, kodolmateriāli, radioaktīvie atkritumi vai iekārtas, kas spēj ģenerēt jonizējošo starojumu. Kā svarīgākie avoti minami jonizējošā starojuma izmantošana medicīnā, kuras rezultātā tiek eksponēti gan pacienti, gan personāls (ārsti, rentgenlaboranti u. c.), un vides piesārņojums pēc pasaulē veiktajiem kodolieroču izmēģinājumiem vai notikušajām kodolavārijām. Attīstoties atomenerģijai, tika uzsākta dažādu mākslīgo radioaktīvo izotopu iegūšana, galvenokārt realizējot kodolreakcijas atomu reaktoros. Mākslīgie radionuklīdi ir iegūti katram stabilajam elementam. Tos izmanto gan medicīnā (piemēram, instrumentu sterilizācijā), gan zinātnē (piemēram, kodolreaktoros), gan rūpniecībā (piemēram, industriālajā radiogrāfijā, lai konstatētu metāla konstrukciju iekšējos defektus), kā arī elektrības ražošanai atomelektrostacijās u. c. Mākslīgās radioaktīvās vielas atrodas arī atmosfērā, kur tās nonāk no dažā-

diem rūpniecības objektiem (piemēram, no atomelektrostacijām, kodoldegvielas ieguves un pārstrādes rūpnīcām), pēc kodolieroču izmēģinājumiem (piemēram, stroncijs (^{90}Sr), cēzijs (^{137}Cs) u. c.) un kodolavāriju rezultātā. Pie mākslīgajiem jonizējošā starojuma avotiem pieder ne tikai radioaktīvās vielas, bet arī dažādas iekārtas, piemēram, rentgeniekārtas.

Turklāt jonizējošā starojuma avotus iedala slēgtos un vaļējos. Ar terminu “slēgts starojuma avots” saprot jonizējošā starojuma avotus, kas satur radioaktīvās vielas un kuru struktūra (jeb konstrukcija) neļauj radioaktīvajām vielām nokļūt atklātā vidē (piemēram, kobalta ^{60}Co γ -starojuma iekārtas, rentgenstaru ģeneratori, elektronu paātrinātāji u. c.). Savukārt ar terminu “vaļējs starojuma avots” saprot jebkuru radioaktīvu vielu, kura nav slēgta starojuma avota veidā (piemēram, jonizējošā starojuma izmantošana dažādu slimību diagnostikā – $^{99\text{m}}\text{Tc}$ vai ^{131}I vairogdziedzera slimību diagnostikā u. c.).

Nodarbinātie darba vidē var būt pakļauti gan dabīgajam jonizējošajam starojumam, gan mākslīgajam jonizējošajam starojumam, kurš rodas no cilvēku veidotiem jonizējošā starojuma avotiem, kā arī gan slēgtiem, gan vaļējiem jonizējošā starojuma avotiem. Nosacīti visus pakļautos nodarbinātos var iedalīt vairākās grupās atkarībā no tā, kādi jonizējošā starojuma avoti tiek izmantoti un kāda ekonomikas nozare tiek pārstāvēta:

- kodolrūpniecībā (kodoldegvielas ražo-

šanā, pārstrādē, enerģijas ražošanā atom-
elektrostacijās u. c.) nodarbinātie;

- medicīnā nodarbinātie (rentgenologi, radiologi, rentgenlaboranti, medicīnas māšas, māsu palīgi u. c. speciālisti, izņemot zobārstniecību un veterināro medicīnu);
- zobārstniecībā nodarbinātie;

- veterinārajā medicīnā nodarbinātie;
- zinātnē nodarbinātie;
- rūpniecībā (radioaktīvo medikamentu ražošanā, transportēšanā u. c.) nodarbinātie;
- citi (nodarbinātie, kas nepieder pie nosauktajām grupām, – muiža, policija, lidosta u. c.).

JONIZĒJOŠĀ STAROJUMA MĒRĪŠANAS METODES

Jonizējošā starojuma mērīšanai izmanto šādus dozimetru veidus:

- jonizācijas kameras, kuru darbība pamatojas uz jonizējošā starojuma spēju izraisīt gaisa molekulu jonizāciju, brīvo elektronu veidošanos, kā rezultātā gaisa kļūst par elektriskās strāvas vadītāju; šīs strāvas lielums ir proporcionāls starojuma intensitātei, un to var izmērīt;
- Geigera-Millera skaitītāji, kas sastāv no jonizācijas kameras ar inertas gāzes (piemēram, argona) pildījumu, kas palielina jonizējošā starojuma detektēšanas efektivitāti;
- scintilācijas skaitītāji, kuru darbības pamatā ir luminoforo pārklājumu spīdēšana jonizējošā starojuma iedarbībā;
- proporcionālie skaitītāji, kurus pamatā izmanto α -daļiņu un neitronu plūsmas noteikšanai, kas tieši nosaka korpuskulārā daļiņu absorbēto enerģiju;
- ķīmiskie detektori, kuri balstās uz ķīmiskām reakcijām, kuru rezultātā notiek, piemēram, fotofilmu nomelnēšana, izmaiņas polimēru struktūrā, ķīmisko vielu oksidēšanās šķīdumos, krāsas izmaiņas u. c.:
 - plastmasas plēvju monitori, kas gatavoti no polivinilhlorīda ar skābuma noteikšanas krāsu indikatora piedevu (jonizējošā starojuma ie-

darbības rezultātā rodas ūdeņraža un hlora radikāļi, kas savienojoties veido sāļsskābi);

- dzelzs sulfāta šķīduma dozimetri (jonizējošā starojuma iedarbības rezultātā notiek divvērtīgo dzelzs jonu oksidēšanās par trīsvērtīgajiem dzelzs joniem, kuru daudzumu šķīdumā var noteikt ar optiskās spektrometrijas metodēm);
- termoluminiscentie dozimetri – galvenokārt, individuālie dozimetri, kas tiek izmantoti, lai noteiktu jonizējošā starojuma absorbētās vai ekspozīcijas dozas visam ķermenim vai lokālām ķermeņa daļām. Agrāk tika izmantoti kasešu tipa fotofilmu dozimetri, kuru izmēri ir aptuveni 5 x 5 cm, un pildspalvas izmēra jonizācijas kameras. Šobrīd Latvijā tiek lietoti tikai termoluminiscentie dozimetri tablešu veidā, kuros par aktīvo vielu kalpo litija fluorīds, kurā jonizējošais starojums rada kristāliskā režģa defektus un elektronu lokalizāciju metastabilā stāvoklī. Karšējot pie noteiktas temperatūras, notiek rekombinācijas procesi, elektronu pāreja uz zemāku enerģētisko līmeni, kā rezultātā tiek emitēta redzamā gaisma, kuras intensitāti ar jutīgu fotoelektronu pavairotāju palīdzību var izmērīt.

JONIZĒJOŠĀ STAROJUMA IEDARBĪBAS CEĻI UN IZRAISĪTIE VESELĪBAS TRAUCĒJUMI

Iedarbības ceļi

Jonizējošā starojuma iedarbība var būt divējāda – ārējā un iekšējā. Ārējās iedarbības gadījumā jonizējošā starojuma avoti atrodas ārpus cilvēka organisma, un lai, iedarbotos uz iekšējiem orgāniem, starojumam jāiet cauri ādai, kurā daļa enerģijas absorbējas. Kā ārējās iedarbības piemērs minams jebkurš veiktais rentgen-uzņēmums vai datortomogrāfijas uzņēmums. Iekšēja iedarbība iespējama, ja radionuklīdi nokļūst organismā (ieelpojot gaisu, kas satur radioaktīvus materiālus, norijot materiālu, kas satur radioaktīvas vielas, caur ādas bojājumiem – brūcēm, izsitumiem, reti – caur veselu ādu) un tur emitē jonizējošo starojumu. Kā piemēru var minēt medicīnas procedūras, kad pacientiem diagnostikas vai ārstēšanas nolūkos parenterāli tiek ievadītas radiofarmaceitiskās vielas (piemēram, ^{99m}Tc vairogdziedzera slimību gadījumā). Līdzīgi uz organismu iedarbojas arī radons, kurš tiek ieelpots, un tā sabrukšanas produkti uzkrājas organismā gar elpceļiem un emitē α -, un β -starojumus. Atsevišķās situācijās iespējama arī kombinēta iedarbība, piemēram, nodarbinātajiem radioterapijas nodaļās, kur ārējo starojumu rada radioaktīvās vielas šķīdums šļircē, bet iekšējo – gaistošais ^{131}I , kurš izvaiko no šī šķīduma un kuru ieelpo nodaļā strādājošie.

Patogēnēze

Jonizējošā starojuma izraisīto efektu pamatā ir dezoksiribonukleīnskābes (DNS) bojājums, kas rada mutācijas un hromosomu izmaiņas (hromosomu translokācijas,

inversijas, delēcijas u. c.), nosakot gan pārmantojamo ģenētisko bojājumu, gan ļaundabīgo audzēju attīstību. 35% gadījumos DNS bojājums ir tiešs (t. i., bojājumus izraisa tieša jonizējošā starojuma iedarbība), bet aptuveni 65% – netiešs (jonizējošais starojums jonizē molekulas, kas atrodas tiešā DNS tuvumā, piemēram, ūdens molekulas, izraisot brīvo radikāļu rašanos; radušies radikāļi tālāk iedarbojas uz DNS, izraisot tās bojājumus). DNS bojājuma rezultātā var attīstīties šūnas transformācija (piemēram, ļaundabīgā šūnā) vai iestāties šūnu bojāeja, taču to attīstību nosaka ne tikai bojājuma veids un plašums, bet arī šūnas un specifisko enzīmu (piemēram, DNS polimerāzes, ligāzes, glikosilāzes, endonukleāzes, fosfodiesterāzes u. c.) reparatīvās īpašības un aktivitāte. Ķīmiskās reakcijas jonizējošā starojuma izraisītie šūnas bojājumi ir identiski spontānajiem šūnu bojājumiem. DNS bojājums var būt:

- vienkāršs, ja tiek bojāta viena no dubultspirāles ķēdēm un to galvenokārt izraisa rentgenstarojums vai γ -starojums;
- salikts, ja tiek bojātas abas ķēdes;
- komplekss, ja bojātas dubultspirāles abas ķēdes vairākās vietās, un bojājumu vietas atrodas tuvu cita citai. Šādos bojājumus visbiežāk izraisa α -daļiņas; komplekss, ja bojātas dubultspirāles abas ķēdes vairākās vietās, un bojājumu vietas atrodas tuvu cita citai. Šādos bojājumus visbiežāk izraisa β -daļiņas.

Jonizējošais starojums var izraisīt:

- gēnu jeb punktveida mutācijas, kas skar tikai atsevišķu gēnu un kļūst redzamas pēc organisma ģenētiskās analīzes;
- hromosomu mutācijas, kas saistītas ar

dzīlām ģenētiskā materiāla izmaiņām un atsevišķu hromosomas daļu bojāeju;

- hromosomu skaita izmaiņas.

Minētās gēnu mutācijas var notikt gan somatiskajās šūnās, gan dzimumšūnās. Situācijās, kad DNS tiek atjaunota precīzi, šūna atgūst savu struktūru un atjauno savas normālās funkcijas, tādēļ normālai reparatīvo struktūru darbībai ir ļoti svarīga nozīme. Literatūrā aprakstīta paaugstināta jutība pret jonizējošo starojumu, kas izpaužas kā neadekvāti plaši audu bojājumi pēc salīdzinoši nelielām starojuma dozām (piemēram, ļoti plašs veselo audu bojājums pēc radioterapijas ar standartdozām), un patoģenēzes pamatā ir to gēnu defekts, kas atbildīgi par DNS struktūras atjaunošanu. Kā plašāk aprakstīto sindromu iespējams minēt autosomāli recesīvi pārmantojamo teleangiektātisko ataksiju, kurai raksturīga smadzenīšu ataksija, neiromuskulāra deģenerācija, paplašināti acu asinsvadi (teleangiektāzijas), imunodeficīts, hromosomu nestabilitāte un izteikti paaugstināts vēžu un asinsrades orgānu ļaundabīgo slimību (limfocitārās leikozes un ne-Hodžkina limfomas) biežums. Uzskata, ka šādiem pacientiem šūna ir aptuveni 2,7 reizes jutīgāka pret jonizējošo starojumu salīdzinājumā ar normālu šūnu.

Faktorus, kas ietekmē cilvēka šūnu radiojutību, var iedalīt trīs grupās:

- fizikālie faktori;
- fizioloģiski bioķīmiskie faktori;
- bioloģiskās struktūras faktori.

Pie fizikālajiem faktoriem pieder apstarojuma doza un apstarojuma veids, un tie lielā mērā ietekmē apstaroto šūnu izdzīvošanu un nāves iestāšanās laiku. Pie šīs grupas pieder arī apstarošanas plašums jeb kopējais apstaroto šūnu daudzums, apstarošanas veids (vietēja vai vispārēja apstarošana), kā arī apstarojuma raksturs (akūts vai hronisks apstarojums).

Fizioloģiski bioķīmisko radiojutības faktoru iedarbības pamatā ir likums, kurš nosaka, ka šūnu un audu radiojutība ir tieši proporcionāla šūnu dalīšanās intensitātei un apgriezti proporcionāla šūnu diferenciācijas pakāpei. Ļoti liela radiojutība ir visiem orgāniem un audiem, kuros notiek aktīva šūnu dalīšanās un augšana. Minēto iemeslu dēļ arī jauno organismu (piemēram, mazu bērnu) audu jutība pret jonizējošo starojumu ir lielāka. Organisma rezistence pieaug līdz ar vecumu un sasniedz maksimumu pilnbrieduma periodā, kad visas organisma sistēmas ir nostabilizējušās. Mūža otrajā pusē samazinās reģenerācijas procesu intensitāte, un līdz ar to radiojutība atkal palielinās.

Bioloģiskās struktūras faktori ir saistīti ar atšķirībām šūnu un audu struktūrelementos. Šūnu radiojutība variē plašās robežās, un, balstoties uz šo radiojutību, visas šūnas tiek iedalītas septiņās grupās (piemēri sakārtoti jutības samazināšanās secībā):

- nobrieduši limfocīti, eritroblasti, spermatogoniji;
- olnīcu folikuli, kaulu smadzeņu mielocīti, zarnu trakta kriptu šūnas, epidermas bazālās šūnas;
- kuņģa dziedzeru un kapilāru endotēlija šūnas;
- osteoblasti, osteoklasti, hondroblasti, spermatocīti;
- granulocīti, osteocīti, dziedzeru parenhīma;
- fibrocīti, hondrocīti un fagocīti;
- muskuļu un nervu šūnas.

Audu un orgānu jutība ir atkarīga no to šūnu grupām, kas veido audu un orgānu struktūru. Tā, piemēram, audi, kas sastāv no 1. un 2. grupas šūnām (zarnu trakts, asinsrades orgānu audi, dzimumorgāni, matu folikuli) ir ļoti jutīgi pret apstarojumu.

Lai gan šūnu spēja izdzīvot ir kvantitatīvs rādītājs, tomēr to nevar uzskatīt par jutīgāko starojuma iedarbības pazīmi. Pēc ap-

starošanas šūnu mitoze aizkavējas uz laiku, taču šim aizkavējumam ir raksturīga viļņveidība – tūlīt pēc apstarošanas šūnu dalīšanās krasi samazinās, tad seko pastiprināta dalīšanās (šūnas aktīvi “cīnās” ar starojuma izraisītajiem bojājumiem un daļēji spēj atveseloties), tad atkal seko depresija.

Jonizējošā starojuma izraisītos audu bojājumus iedala deterministiskajos un stohastiskajos. Deterministiskais efekts rodas situācijās, kad tiek bojāts pietiekami liels šūnu skaits un cilmes šūnas zaudē savas spējas pilnvērtīgi atjaunot gan audu struktūru, gan funkciju. Situācijās, kad ekspozīcijas dozas ir lielākas par sliekšņa dozu, šādu traucējumu attīstības risks ir ļoti augsts un bojājuma pakāpe ļoti liela. Ņemot vērā organisma reģeneratīvās spējas, traucējums var būt pārējošs. Stohastiskais efekts rodas gadījumos, ja šūnas netiek nonāvētas, bet tikai kādā veidā pārveidotas. Stohastiskajiem efektiem piemīt trīs raksturīgas īpatnības:

- bioloģiskā reakcija uz mazām starojuma dozām ir divfāžu – tā sākas ar funkcijas stimulēšanu, kas pēc laika pāriet vai pāriet negatīvā reakcijā;
- mazas apstarojuma dozas praktiski ne-

bojā audu struktūru, bet iedarbojas tikai uz to funkcijām;

- jonizējošais starojums iedarbojas tikai uz jutīgākajiem orgāniem un audiem (centrālo nervu sistēmu, gremošanas traktu, asinsrades orgāniem), izjaucot organismu dažādo sistēmu mijiedarbības kompleksu.

Tomēr nepieciešams atzīmēt, ka situācijās, kad apstarotajām šūnām piemīt ļaundabīgs potenciāls un organisms nespēj bojājumu eliminēt, var attīstīties ļaundabīgas slimības. Minēto iemeslu dēļ mazu apstarojuma dozu izraisītie stohastiskie efekti ir grūti novērtējami, kā rezultātā, lai precīzi varētu izvērtēt efektu atkarību no saņemtajām jonizējošā starojuma dozām, nepieciešams veikt daudzus pētījumus ar lielu ekspozīcijas cilvēku grupām un precīzi zināmām dozām. Starptautiskās radiācijas aizsardzības komisijas (*International Commission on Radiological Protection – ICRP*) mērķi ir novērst deterministisko efektu attīstību, kā arī sekot, lai tiek izpildīti visi iespējamie pasākumi, kas nodrošinātu attiecīgajos apstākļos minimāli iespējamās jonizējošā starojuma dozas (*ALARA* princips – *as low as reasonably achievable* princips).

VESELĪBAS TRAUCĒJUMI

Lielu jonizējošā starojuma dozu iedarbība

Akūts (ap)starojuma sindroms attīstās cilvēkiem, kuri ir saņēmuši lielas jonizējošā starojuma dozas īsā laika posmā, parasti dažu minūšu laikā.

Turklāt saņemtā starojuma veidam ir jābūt penetrējošam un jāapstaro viss ķermenis vai lielākā tā daļa. Ar minēto sindromu saprot specifiskas kompleksas izmaiņas

apstarotā organisma audos, kas attīstījušās 30 dienu laikā pēc apstarojuma. Minētais sindroms attīstījās daudziem cilvēkiem Japānā pēc Hirosimas un Nagasaki bombardēšanas, kā arī ugunsdzēsējiem, kas piedalījās sākotnējos glābšanas darbos pēc Černobīļas AES avārijas. Akūta (ap)starojuma sindroma klīnisko ainu nosaka to šūnu dalīšanās traucējumi, jo lielas jonizējošā starojuma dozas nomāc šūnu mitozī, un tādējādi jaunas šūnas neveidojas. Aktīvākā

Jonizējošā starojuma dozas, kas izraisa akūtus veselības traucējumus	
Starojuma doza (mSv)	Veselības traucējumi
5000–10 000	Fatāli akūti veselības traucējumi visiem, kas saņēmuši šādas starojuma dozas.
2500–5000	Pietiekama doza, lai turpmāko 60 dienu laikā nomirtu 50% no visiem, kas saņēmuši šādas starojuma dozas.
Aptuveni 1000	Slišķīga doza, kas izraisa akūtus veselības traucējumus.

mitoze notiek gremošanas traktā un asinsrades orgānos, tādēļ arī klīniskā dominēs kuņģa–zarnu trakta traucējumi (slikta dūša, vemšana, caureja), kā arī iekšēja asiņošana (nomākta trombocītu veidošanās) un infekcijas (nomākta leukocītu veidošanās) (visos gadījumos traucējumus iespējams novērot pie aptuveni 5–15 Gy lielas starojuma dozas). Turklāt var novērot arī ādas bojājumus (dedzināšanas sajūtu, apsārtumu līdzīgi kā pēc pārmērīgi ilgas uzturēšanās saulē, kā arī ādas matiņu bojāeju – jonizējošā starojuma ietekmē mats pārstāj augt un nolūst), acs lēcas priekšējās sienas apduļķošanās, kā arī pārejošu sterilitāti vīriešiem. Prognozes akūta (ap)starojuma sindroma gadījumā ir tieši atkarīgas no saņemtā starojuma dozas; nāve kaulu smadzeņu funkcijas nomākuma dēļ iestājas viena vai divu mēnešu laikā, bet kuņģa–zarnu trakta problēmu dēļ – 10–20 dienu laikā pēc apstarošanas. Saņemot vienreizēju akūtu apstarojumu, kura doza ir mazāka par 2 Gy, nāve var neiestāties, taču organismā attīstīsies būtiskas izmaiņas, ko apzīmē ar terminu “staru slimība”.

Hronisku mazu jonizējošā starojuma dozu iedarbība

Mazu jonizējošā starojuma dozu bioloģiskajai iedarbībai ir raksturīgs ilgstošs starplaiks starp organisma apstarošanu un atbildes reakciju. Starojuma vēlinā ietekme saglabājas tikai somatiskajās šūnās un pēc latentā perioda var izpausties kā šūnu ļaundabīga proliferācija, šūnu sklerotiskas izmaiņas vai deģeneratīvās izmaiņas iekšējos orgānos, acīs, nervu sistēmā.

Jonizējošā starojuma spēja izraisīt ļaundabīgos audzējus pie augstām ekspozīcijas dozām ir zināma jau daudzus gadus, taču šobrīd ir aktuāls jautājums par ilgstošu mazu dozu iedarbību. Starptautiskā vēžu pētniecības aģentūra (*International Agency for Research on Cancer – IARC*) ir atzinusi jonizējošo starojumu par 1. grupas kancerogēnu, t. i., nepārprotami kancerogēnu cilvēkam. Epidemioloģiskie pētījumi, kas sniedz pietiekamus pierādījumus šādai klasifikācijai, ir pētījumi par cilvēkiem, kuri:

- pārcietuši atombumbu sprādzienus Japānā;
- piedalījušies kodolieroču testēšanā;
- saņēmuši lielas jonizējošā starojuma dozas medicīnisku indikāciju dēļ;
- saņēmuši lielas jonizējošā starojuma dozas atomelektrostaciju avāriju rezultātā;
- darba vidē ir bijuši pakļauti jonizējošā starojuma iedarbībai.

Atbilstoši Starptautiskās vēžu pētniecības aģentūras apkopotajiem datiem jonizējošais starojums spēj izraisīt multiplo mielomu, leikozes, ne-Hodžkina limfomu, plakanšūnu ādas vēzi, krūts vēzi sievietēm, plaušu vēzi, kā arī vairogdziedzera vēzi.

Jonizējošā starojuma izraisītie ļaundabīgie audzēji visbiežāk attīstās pēc salīdzinoši gara latentā perioda. Lielu dozu gadījumā par minimālo latentu periodu leikozēm uzskata 2–5 gadus, vairogdziedzera vēzim

bērniem – 4–5 gadus, bet vēžiem, ja tikuši eksponēti pieaugušie, – 10–40 gadi.

Pēc pasaulē veiktajiem aprēķiniem, tādas jonizējošā starojuma dozas, kādām ir pakļauts vairākums pasaules iedzīvotāju, izraisa tikai aptuveni 1% no visām ļaundabīgajām slimībām. Tādējādi risks saslimt ar letālu audzēju jonizējošā starojuma iedarbības dēļ ir daudzas reizes zemāks nekā mirt no kādas smēķēšanas vai alkohola izraisītas slimības vai iet bojā satiksmes negadījumā. Atbilstoši Starptautiskās radioloģiskās aizsardzības komisijas datiem iedzīvotājiem risks nomirt no vēža ir 5% uz katru zīvertu, kas saņemts papildus dabiskajam jonizējošajam starojumam.

Jonizējošais starojums un iedzimtība

Pasaulē plaši tiek apspriests jautājums par jonizējošā starojuma ietekmi uz augli grūtniecības laikā. Atkarībā no jonizējošā starojuma dozas un grūtniecības laika auglis var iet bojā vai viņam var tikt novēroti stohastiski efekti (ļaundabīgo audzēju attīstība līdz 15 gadu vecumam, pārmantotu slimību, iedzimtu anomāliju attīstība) un deterministiski efekti (embrija un augļa nāve, malformācijas, attīstības traucējumi, smadzeņu attīstības traucējumi ar smagu garīgo atpalicību). Galvenie patoģenētiskie mehānismi saistāmi ar ģenētiskajām mutācijām, kas notikušas dzimumšūnās.

Grūtniecības laikā saņemtās jonizējošā starojuma minimālās dozas (mGy), kas var izraisīt augļa bojāeju, smagas malformācijas vai garīgo atpalicību			
Grūtniecības laiks (nedēļās)	Augļa bojāeja	Smagas malformācijas	Garīgā atpalicība
0.	Nav sliekšņa dozas	Nav sliekšņa dozas	–
1.	100	Nav sliekšņa dozas	–
2.–5.	250–500	200	Efekts netiek novērots līdz 8. nedēļai
5.–7.	500	500	Efekts netiek novērots līdz 8. nedēļai
7.–21.	>500	Tiek novērotas reti	Nav sliekšņa dozas no 8. līdz 15. nedēļai, pēc tam lineāra attiecība
Pēc 21.	>1000	Tiek novērotas reti	Efekts netiek novērots

Lai samazinātu jonizējošā starojuma ietekmi uz grūtniecības iznākumu, sievietēm reproduktīvajā vecumā diagnostiskās procedūras, kurās tiek izmantots jonizējošais starojums, ieteicams veikt menstruālā cikla pirmo 10 dienu laikā, kad varbūtība, ka iestājusies grūtniecība, ir samērā zema. Turklāt mediķiem jāuzdod jautājumi par grūtniecības iespējamību, un šādu jautāju-

mu nepieciešams uzdot arī meitenēm, kas jaunākas par 18 gadiem. Savukārt, ja grūtniece vai sieviete pēcdzemdību periodā, kas ar krūti baro bērnu, darba vietā ir pakļauta jonizējošā starojuma iedarbībai, darba devējam ir jānodrošina, lai jonizējošā starojuma doza nepārsniedz 1 mSv (atbilstoši MK noteikumiem Nr. 149 "Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu" (pie-

ņemti 09.04.2002.)), bet, ja tas nav iespējams, šādu sievieti nepieciešams pārcelt citā darbā, kurā nebūtu jonizējošā starojuma

iedarbības (MK noteikumi Nr. 660 "Darba vides iekšējās uzraudzības veikšanas kārtība" (pieņemti 02.10.2007.)).

JONIZĒJOŠĀ STAROJUMA DOZIMETRIJA

Jonizējošā starojuma raksturlielumi. Dozu aprēķināšana

Jonizējošais starojums mijiedarbībā ar vielu (dzīvajiem organismiem, dažādiem materiāliem u. c.) vienmēr rada tajā pārmaiņas. Galvenokārt šīs pārmaiņas ir saistītas ar starojuma jonizējošo darbību.

Jonizējošā starojuma avotu raksturo tā **aktivitāte** un apstarošanas doza/deva, ko saņem viela, uz kuru krīt starojums. Latviski tiek lietoti abi termini (doza un deva) – normatīvajos aktos biežāk tiek lietots termins doza, bet literāri precīzāks ir termins deva.

Jonizējošā starojuma aktivitātes SI vienība ir *bekerels* (Bq). Vienu bekerelu liela aktivitāte ir tādām radioaktīvā izotopa avotam, kurā ik sekundi sabrūk viens atoms.

Absorbētā doza ir masas vienībā absorbētā jonizējošā starojuma enerģija. Tās SI sistēmas mērvienība ir grejs (Gy), kas atbilst vienam džoulam uz vienu kilogramu.

Ekspozīcijas (apstarojuma) doza (X) ir elektriskais lādiņš q, kas rodas gaisa masas vienībā pie apstarotā priekšmeta.

$$x = \frac{q}{m_g},$$

kur:

m_g – gaisa masa.

SI sistēmā ekspozīcijas dozas mērvienība ir kulons uz kg (C/kg), bet novecojusi ārpusstēmas vienība ir rentgens (R).

Fotonu un dažādu korpuskulāro starojumu bioloģiskais efekts ir dažāds, jo abiem

starojumu veidiem ir ļoti atšķirīgs jonizācijas blīvums un enerģija. Šo efektu novērtē ar bezdimensionālu koeficientu – kvalitātes faktoru (Q), kas parāda, cik reizu dotais jonizējošais starojums ir bioloģiski efektīvāks (kaitīgāks) par fotonu starojumu. Rentgenstarojumam un gamma starojumam $Q = 1$, bet, piemēram, α -starojumam $Q = 20$.

Ekvivalentā doza ir absorbētā doza kādā atsevišķā orgānā vai audos (T) atbilstoši jonizējošā starojuma veidam (R) un enerģijas diapazonam (kvalitātei). Ekvivalentās dozas mērvienība ir džouls uz kilogramu, tās nosaukums – zīverts (Sv). Ekvivalento dozu aprēķina, izmantojot šādu formulu:

$$H_{T,R} = W_R W_R D_{T,R},$$

kur:

$H_{T,R}$ – ekvivalentā doza;

$D_{T,R}$ – absorbētā attiecīgā veida jonizējošā starojuma (R) doza audos vai atsevišķā orgānā (T);

R – attiecīgais jonizējošā starojuma veids;

$W_R W_R$ – attiecīgā veida jonizējošā starojuma (R) ietekmes faktors attiecīgajam enerģijas diapazonam.

Jonizējošā starojuma lauku veido dažāda veida jonizējošais starojums ar atšķirīgiem ietekmes faktoriem w_R , kopējo ekvivalento dozu (H_T) aprēķina, summējot katru atsevišķā starojuma veida radīto ekvivalento dozu kādā atsevišķā orgānā vai audos:

$$H_T = \sum_R W_R D_{T,R}$$

Audi vai orgāns	Ietekmes faktors, $W_R W_R$
Dzimumdziedzeri	0,20
Sarkanās kaula smadzenes, taisnā zarna, plaušas, kuņģis	0,12
Urīnpūslis, piena dziedzeri, aknas, barības vads, vairogdziedzeris	0,05
Āda, kaulu virsma	0,01
Virsnieru dziedzeris, smadzenes, resnās zarnas augšupejošā zarna, tievā zarna, nieres, muskuļi, aizkuņģa dziedzeris, liesa, tīmuss un dzemde	0,05 ¹

¹Ja viens orgāns saņēmis ekvivalento dozu, kas pārsniedz jebkura minētā orgāna augstāko dozu, attiecīgajam orgānam piemēro ietekmes faktoru 0,025.

*Avots: MK noteikumi Nr. 149 "Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu" (pieņemti 09.04.2002.).

Visām trīs iepriekš minētā starojuma dozām lieto arī jēdzienu **dozas jauda**, kas ir dozas lielums laika vienībā. Piemēram, izplatīts ir ārpussistēmas fona ekspozīcijas

dozas lielums laika vienībā – mikrorentģenos stundā.

Lai novērtētu visu ķermeņa audu un orgānu ārējās un iekšējās apstarošanas ekvivalento dozu summu, ja cilvēks ir saņēmis gan ārējo, gan iekšējo apstarojumu, aprēķina **efektīvo dozu**. Efektīvā doza ir visu ķermeņa audu un orgānu ārējās un iekšējās apstarošanas ekvivalento dozu summa, ņemot vērā jonizējošā starojuma ietekmes faktoru uz audiem. To aprēķina, izmantojot formulu:

$$E = \sum W_T H_T = \sum W_T \sum W_R D_{T,R},$$

kur:

H_T – audos un orgānā (T) absorbētā ekvivalentā doza;

w_T – jonizējošā starojuma ietekmes faktors uz audiem vai atsevišķiem orgāniem (T).

Efektīvās dozas maksimāli pieļaujamo lielumu sauc par **pamatlimitu**. No normatīvo aktu viedokļa uzmanību nepieciešams pievērst arī **pakārtotajiem limitiem**. Pakārtotie limiti rāda maksimāli pieļaujamo ekvivalento dozu atsevišķām ķermeņa daļām, piemēram, acs lēcai, 1 cm² lielai ādas virsmai u. c. (sk. tabulu). Arī efektīvās dozas mērvienība ir džouls uz kilogramu, tās nosaukums – zīverts (Sv).

Jonizējošā starojuma dozu limiti iedzīvotājiem un nodarbinātajiem, kas darba vidē ir pakļauti jonizējošā starojuma iedarbībai*			
Dozas limits	Iedzīvotājiem ¹ (mSv/gadā)	Nodarbinātajiem (mSv/gadā)	Mācekļiem vai studentiem (mSv/gadā)
Efektīvās dozas pamatlimits	1	20	6
Ekvivalentā doza acs lēcai	15	150	50
Ekvivalentā doza jebkurai 1 cm ² lielai ādas virsmai	50	500	150
Ekvivalentā doza plaukstām, apakšdelmiem, pēdām un potītēm	50	500	150

¹ Neieskaitot apstarojumu no dabiskajiem jonizējošā starojuma avotiem un medicīniskās apstarošanas laikā.

* Atbilstoši MK noteikumiem Nr. 149 "Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu" (pieņemti 09.04.2002.).

Ņemot vērā aizsardzības principus pret jonizējošo starojumu, Eiropā ir noteikti jonizējošā starojuma dozu limiti gan iedzīvotājiem (neieskaitot apstarojumu no dabiskajiem jonizējošā starojuma avotiem un medicīniskās apstarošanas laikā), gan nodarbinātajiem, gan mācekļiem vecumā no 16 līdz 18 gadiem, gan studentiem, gan grūtniecēm, un šie limiti ir spēkā arī Latvijā. Minētie dozu limiti šobrīd tiek reglamentēti ar LR MK noteikumu Nr. 149 "Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu" (pieņemti 09.04.2002.) palīdzību. Šie noteikumi arī paredz, ka iespējama īpaši atļauta plānveida apstarošana kādu specifisku darbību veikšanai vai apstarošana radiācijas avārijas gadījumā, lai glābtu cilvēku

dzīvību (nedrīkst pārsniegt 200 mSv vienā apstarošanas reizē) vai aizkavētu daudzu iedzīvotāju apstarošanu, vai saglabātu lielas materiālās vērtības (nedrīkst pārsniegt 50 mSv vienā apstarošanas reizē). Tā nedrīkst būt ilgāka par pieciem gadiem.

Kolektīvā doza rāda iedzīvotāju vai nodarbināto grupas kopējo apstarojuma dozu, un to izteic cilvēkzīvertos (cv-Sv jeb man-Sv). Parasti šo dozu aprēķina vienam gadam, summējot iekšējā un ārējā starojuma dozas, kuras konkrētā iedzīvotāju vai nodarbināto grupa ir saņēmusi dotajā laikā. Kolektīvās dozas nepilnība ir tā, ka, to nosakot, netiek ņemts vērā apstaroto iedzīvotāju vecums, dzimums, kā arī radioaktīvo starotāju īpatnības.

AR JONIZĒJOŠĀ STAROJUMA IEDARBĪBU SAISTĪTAIS RISKS. AIZSARDZĪBA PRET JONIZĒJOŠO STAROJUMU

Jonizējošā starojuma risks ir atkarīgs no virknes dažādu faktoru: radiācijas avota veida (slēgtie vai atklātie avoti), aktivitātes un pussabrukšanas perioda, kā arī starojuma specifiskām īpašībām.

Darbs ar JSA jāorganizē tā:

- lai saņemtā doza būtu maksimāli pamatota;
- lai saņemtā doza būtu minimāli iespējamākā, veicot nepieciešamo darbu;
- lai saņemtā doza nepārsniegtu limitus.

Apskatīsim galvenās problēmas, kas jāievēro darba vietās, kurās izmanto jonizējošā starojuma avotus.

Pirmkārt, jebkura cilvēka darbība, kas var palielināt nodarbināto vai iedzīvotāju apstarošanu no mākslīgajiem vai dabiskajiem JSA tādos procesos, kuros tiek izmantotas radionuklīdu radioaktīvās, kodoldalīšanās vai kodolpārvērtību īpašības, ir darbības ar JSA. Darbības ar JSA ir ne tikai minēto avotu ražošana, transportēša-

na, iegāde, izmantošana, pārdošana, bet arī remontēšana un glabāšana, piemēram, demontētas rentgeniekārtas uzglabāšana. Darbībām ar jonizējošā starojuma avotiem jāsaņem speciāla atļauja (licence) vai atļauja. Par attiecīgās atļaujas īpašnieku var būt gan fiziska, gan juridiska persona (operators). Šo atļauju (licenci) vai atļauju katrā valstī izdod speciāla institūcija, kuras kompetencē ir radiācijas drošības un kodoldrošības valsts uzraudzība un kontrole. Latvijā minētā institūcija ir Valsts vides dienesta Radiācijas drošības centrs (RDC).

Otrkārt, operatora kontrolētajā zonā darbības ar jonizējošā starojuma avotiem jāvada darbu vadītājam. Par darbu vadītāju var būt cilvēks, kura kvalifikācija dod tiesības vadīt darbus ar JSA. Darbu vadītājs ir atbildīgs par radiācijas drošības un kodoldrošības prasību ievērošanu kontrolētajā zonā, nodrošina, ka visi nodarbinātie, kas strādā ar jonizējošā starojuma avotiem (ie-

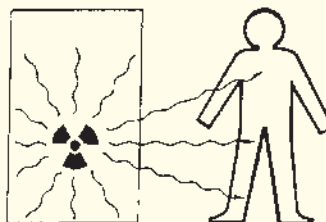
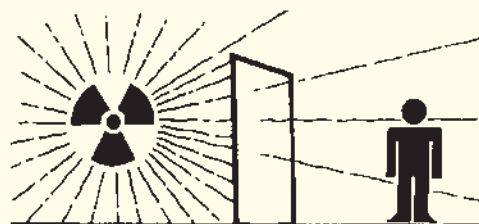
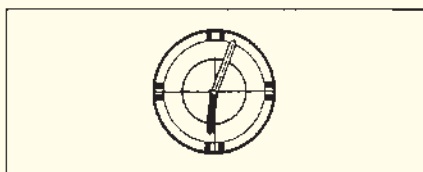
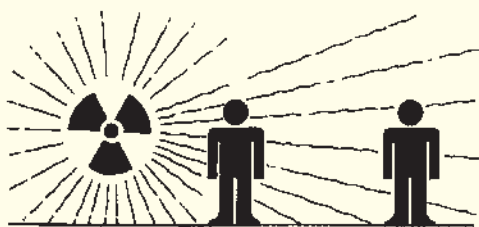
kārtām), ir apguvuši drošas darba metodes un zina radiācijas drošības un kodoldrošības kvalitātes nodrošināšanas programmu, kā rīkoties ārkārtas situācijās. Darbu vadītājam ir jānorīko nodarbinātie, kas atbildīgi par konkrētajām darbībām (piemēram, par radioaktīvo vielu, atkritumu uzskaiti) ar jonizējošā starojuma avotiem (iekārtām). Darbu vadītājs ir atbildīgs par radiācijas monitoringa tādu apstākļu izpēti un novēršanu, kas var negatīvi ietekmēt radiācijas drošību un kodoldrošību operatora kontrolētajā zonā.

Treškārt, operatora kontrolētajā zonā jābūt radiācijas drošības ekspertam, kura kvalifikācija ļauj novērtēt jonizējošā starojuma dozas, radiācijas drošību, kodoldrošību, lai veiktu nepieciešamos mērījumus. Šādu darbu veikšanai vai vadīšanai nepieciešama atbilstoša izglītība un pieredze. Atsevišķos gadījumos (pēc saskaņošanas ar RDC) operators var uzdot darbu vadītājam veikt minēto ekspertu funkcijas.

Ceturtkārt, darbu vadītājs kopā ar radiācijas drošības ekspertu izstrādā radiācijas drošības un kodoldrošības kvalitātes nodrošināšanas programmu jonizējošā starojuma avota testēšanā, lietošanā, uzglabāšanā un pārbaudē. Kvalitātes nodrošināšanas programmai jāsaturs prasības:

- JSA (uzskaite, identifikācija, avotu uzglabāšana, avotu pasūtīšana, norakstīšana);
 - mērinstrumentiem, kas tiks izmantoti, JSA vai kontroles zonas testēšanai;
 - testēšanas veidam un biežumam;
 - testēšanas rezultātu kvalitātei;
 - nodarbinātajiem:
 - par veselības pārbaudēm (pirms nodarbinātā pieņemšanas darbā);
 - par apmācībām, kvalifikācijas pārbaudēm;
 - par saņemto dozu novērtējumu un uzskaiti;
 - u. c.;
 - neatbilstības kvalitātes prasībām novēršanai (piemēram, JSA beidzies kvalitātes sertifikāts, tādēļ nav iespējams veikt paredzēto darbu ar minēto JSA. Ir izveidojusies JSA kvalitātes neatbilstība. Neatbilstības novēršanas plānā jāparedz:
 - kas un kādā veidā panāks sertifikāta atjaunošanu;
 - kādi būs preventīvie pasākumi, lai tas neatkārtotos);
 - informācijas uzglabāšanai.
- Ārējās apstarošanas gadījumā, kad nav tieša kontakta ar radiācijas avotu, jonizējošā starojuma dozas lielums ir atkarīgs no: avota radioaktivitātes, attāluma līdz tam, iedarbības laika un aizsardzības materiāla veida. Saskaņā ar šiem faktoriem jāizvēlas atbilstoši aizsardzības veidi :
- aizsardzība ar attālumu, piemēram, palielinot attālumu līdz JSA divas reizes, saņemta doza samazinās četras reizes;
 - aizsardzība ar laiku, piemēram, samazinot uzturēšanās laiku JSA tuvumā 2 reizes, saņemta doza samazināsies divas reizes;
 - aizsardzība ar materiālu. Lai izvēlētos pareizo aizsardzības materiālu, nepieciešams labi zināt dažādu starojuma veidu iedarbību ar vielu. Aizsardzībai no beta starojuma parasti izmanto organiskā stikla ekrānus, lai nerastos bremzējošais rentgenstarojums, bet gamma starojuma gadījumā – svinu vai svina stiklu..
- Jāatceras, ka vienmēr, ja tas iespējams, jāizvēlas vismazākās aktivitātes avots. Jo mazāka JSA aktivitāte, jo mazāka saņemta doza.
- Efektīvai aizsardzībai pret jonizējošo starojumu visbiežāk izmanto dažādu aizsardzības veidu kombinācijas.
- Atsevišķās reizēs izmanto **ķīmisko aizsardzību** pret jonizējošo starojumu. Ķīmiskā aizsardzība pamatojas uz aizsarg-

AIZSARDZĪBA PRET ĀRĒJO APSTAROJUMU



vielas ievadišanu. Aizsargvielas iedala divās lielās grupās – radioprotektoros un radioterapeitiskās vielās. **Radioprotektori** ir savienojumi, kas jāievada šūnās pirms apstarošanas, jo tie tieši vai netieši spēj uzņemt jonizējošā starojuma enerģiju un pārvērst to dzīvajam organismam nekaitīgā ķīmiskā enerģijā. **Radioterapeitiskās vielas** ir vielas, kas atstāj aizsargefektu, ja tās ievada pēc apstarojuma. Radioterapeitiskās vielas iedarbojas uz potenciālu vai arī jau radušos starojuma bojājumu. Šā tipa savienojumi darbojas kā šūnas, audu vai vesela organisma reģenerācijas procesu veicinātāji un ir cieši saistīti ar organisma vielmaiņu.

Ja darbs jāveic ar atklātiem starojuma avotiem, kad ir tiešs kontakts ar radioaktīvām vielām, nodarbinātais blakus ārējam apstarojumam var saņemt iekšējo apstarojumu no radioaktīvām vielām, kas var nonākt organismā caur muti, elpošanas ceļiem vai caur ādu. Šāds risks pastāv radioķīmiskās laboratorijās, radioaktīvo atkritumu pārstrādes vietās, kodolmedicīnas pētījumu centros u. c.

Lai veiktu darbus ar atklātām radioaktīvām vielām, vispirms jāveic darba telpu un darba vietu atbilstoša iekārtošana. Prasības darba telpu iekārtošanai ir atkarīgas no izmantojamiem radionuklīdiem, to aktivitātēm, darba rakstura, paraugu veidiem, laboratorijas atrašanās vietas utt. Darba telpas jānodrošina:

- ar atbilstošu, efektīvu ventilācijas sistēmu, kas nodrošina darba telpu gaisa attīrīšanu no radioaktīviem aerosoliem;
- ar ūdens padevi un kanalizācijas sistēmu;
- ar gludām, viegli dezaktivējamām darba virsmām (piemēram, pārklātām ar teflonu);
- ar grīdām un sienām, pārklātām ar viegli dezaktivējamu, ķīmiski izturīgu materiālu;
- ar radioaktīvo atkritumu savākšanas (uzglabāšanas) vietām;
- ar inventāru, kas nepieciešams radioaktīvu vielu pārvietošanai un uzglabāšanai (konteineri, distanču instrumenti, paplātes, pincetes, seifi, pudeles utt.);

- ar mēriekārtām, kas dod iespēju novērtēt radiācijas un kodoldrošību darba telpās;
- ar individuāliem aizsardzības līdzekļiem (spectērpiem, gumijas cimdiem, respiratoriem u. c.) un kolektīviem aizsardzības līdzekļiem, ja tas nepieciešams;
- ar parastiem mazgāšanas līdzekļiem un dezaktivācijas līdzekļiem, kurus izvēlas, zinot attiecīgo radioaktīvo vielu ķīmiskās īpašības;

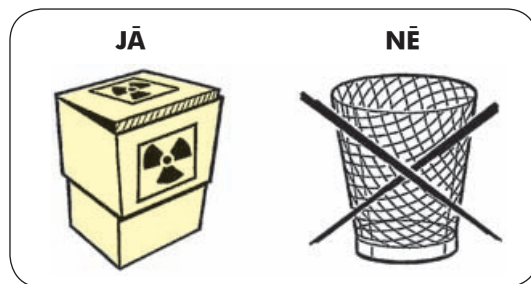
Lai plānotu kādu darbu ar radioaktīvām vielām, iepriekš:

- jānoskaidro, kāds radionuklīds nepieciešams darbam;
- jāizvērtina aktivitāte dotajā brīdī;
- jāizvērtina darbam nepieciešamā kopējā radioaktivitāte (piemēram, Bq) un īpatnējā radioaktivitāte (piemēram, Bq/ml);
- jāizvērtina nepieciešamā vielas masa/tilpums, kas jāņem, lai iegūtu nepieciešamo kopējo radioaktivitāti;
- jāizvērtina nepieciešamais atšķaidījums, lai iegūtu nepieciešamo īpatnējo radioaktivitāti;
- zinot sabrukšanas veidu un daļiņu/kvantu enerģiju, jānovērtē aizsardzības nepieciešamība un jāizvēlas aizsardzības veids.

Tālāk nepieciešams sagatavot darba vietu. Ja darbs ir nepazīstams (agrāk nav veikts), tiek rekomendēts veikt vispirms "tukšo" eksperimentu, t. i., izdarīt noteiktā secībā visu veicamo procedūru, ņemot radioaktīvās vielas vietā attiecīgu neradioaktīvu savienojumu. Kad visi darba gaitas posmi ir skaidri un labi izplānoti, darbu turpina ar radioaktīvo vielu.

Kad darbi ar radioaktīvām vielām ir pabeigti:

- radioaktīvās vielas novieto seifā;
- savāc radioaktīvos atkritumus;
- sakārto darba vietu;
- veic virsmas piesārņojuma, apģērba, apavu, roku pārbaudi;
- mērījumu rezultātus saglabā, kā norādīts attiecīgajā kvalitātes nodrošināšanas programmā.



RISKA ZONU NOTEIKŠANA UN APZĪMĒJUMI

Vietas un telpas, kurās strādā ar radioaktīvām vielām, ir precīzi jāierobežo un jāapzīmē, lai būtu skaidri saprotami atsevišķie riski. Saskaņā ar MK noteikumiem Nr. 149 "Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu" tiek noteiktas vairākas zonas un apakšzonas atkarībā no iespējamās saņemtās radiācijas devas (atbilstoši novērtētai paredzamai jonizējošā starojuma dozai gadā):

1) *kontroles zona – teritorija operatora*

kontrolētajā zonā, kurā jonizējošā starojuma doza var pārsniegt 2 mSv gadā;

2) *pārraudzības zona – teritorija ārpus kontroles zonas, kurā jonizējošā starojuma doza var pārsniegt efektīvās dozas pamatlimitu 1 mSv/gadā.*

Kontroles zona ir paredzēta, lai kontrolētu apstarošanu, novērstu radioaktīvo piesārņojumu un novērstu vai ierobežotu paredzamo apstarošanu.

Pārraudzības zonā kontrolē radioaktīvo piesārņojumu un jonizējošo starojumu, lai novērtētu kvalitātes nodrošināšanas programmas efektivitāti un paredzamo apstarošanu radiācijas avārijas gadījumā.

Ja nepieciešams, operators kontroles zonā var izveidot vairākas apakšzonas:

- radiācijas teritorija – telpa vai teritorija, kurā nodarbinātais var saņemt dozu, kas lielāka par 0,05 mSv/stundā. Izmanto radiācijas brīdinājuma zīmi ar vārdiem “KONTROLES ZONA. RADIĀCIJAS TERITORIJA”;
- augstas radiācijas teritorija – telpa vai teritorija, kurā nodarbinātais var saņemt dozu, kas lielāka par 0,1 mSv/stundā. Izmanto radiācijas brīdinājuma zīmi ar vārdiem “KONTROLES ZONA. AUGSTAS RADIĀCIJAS TERITORIJA”;
- ļoti augstas radiācijas teritorija – telpa vai teritorija, kurā nodarbinātais var saņemt dozu, kas lielāka par 5 mSv/stundā. Izmanto radiācijas brīdinājuma zīmi ar vārdiem “KONTROLES ZONA. ĻOTI AUGSTAS RADIĀCIJAS TERITORIJA”.

Vietu kontroles zonā, kur lieto vai glabā radioaktīvo materiālu, marķē ar radiācijas brīdinājuma zīmi (radiācijas simbols un vārdi “RADIOAKTĪVIE MATERIĀLI”).

**VIETĀM UN TELPĀM, KURĀS STRĀDĀ
AR RADIOAKTĪVĀM VIELĀM, JĀBŪT
PRECĪZI NOROBEŽOTĀM UN ATBILSTOŠI
APZĪMĒTĀM.**

Veselības aizsardzība

Ja nodarbinātie ir pakļauti jonizējošā starojuma iedarbībai, obligātās veselības pārbaudes jāveic P. Stradiņa KUS Aroda un radiācijas medicīnas centrā. Visiem A kategorijas nodarbinātajiem (efektīvā doza var pārsniegt 6 mSv gadā) jāveic ikgadēja obligātā veselības pārbaude, bet B kategorijas nodarbinātajiem (efektīvā doza nedrīkst pārsniegt 6 mSv gadā) jāveic veselības pārbaude vismaz reizi divos gados, lai noteiktu nodarbināto atbilstību attiecīgo darba pienākumu izpildei.

**PAR KATRU STRĀDĀJOŠO AR
JONOZĒJOŠO STAROJUMU JĀBŪT
PILNĪGAI INFORMĀCIJAI, KURĀ
ATSPOGUĻOTI DATI PAR SAŅEMTO
RADIĀCIJAS DEVU.**

IEVADS

Atšķirībā no ķīmiskajiem un fiziskajiem piesārņotājiem bioloģiskie piesārņotāji ir dzīvas būtnes, organismi ar noteiktu dzīves ciklu, kuri, iekļūstot cilvēka organismā, izraisa infekcijas slimības vai parazitāras saslimšanas.

Bioloģiskie piesārņotāji var izraisīt dažādu veidu saslimšanas, kuras daudzos gadījumos cilvēkam nodod vai nu citi cilvēki

vai dzīvnieki. Daži piemēri bioloģisko aģentu izraisītām slimībām ir stingumkrampji, B hepatīts, ērcu encefalīts u. c.

**VĪRUSA NĒSĀTĀJS (CILVĒKS/DZĪVNIĒKS)
RADA PIEMĒROTUS APSTĀKĻUS
(TEMPERATŪRU, MITRUMU, BARĪBU)
PATOĢĒNU BIOLOĢISKO AĢENTU
ATTĪSTĪBAI.**

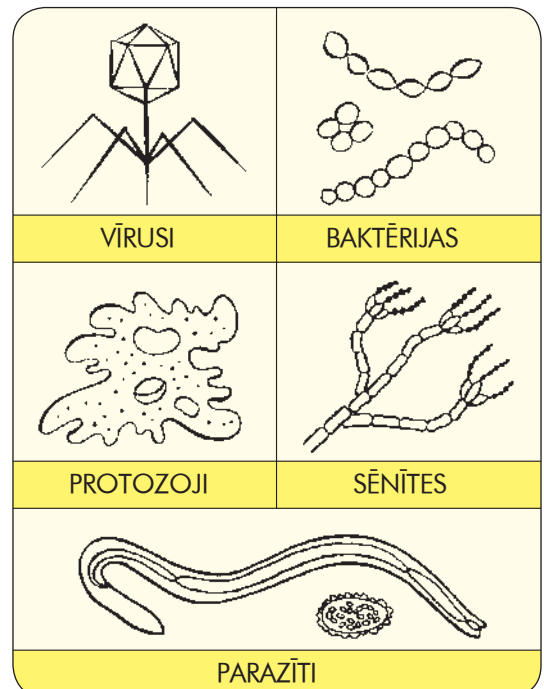
KLASIFIKĀCIJA

Bioloģiskos aģentus pēc to īpašībām var iedalīt piecās galvenajās grupās:

- vīrusi;
- baktērijas;
- protozoji;
- sēnītes;
- parazīti (helmini u. c.).

Vīrusi

Vīrusi ir ārkārtīgi maza izmēra visvienkāršākā dzīvības forma. Vīrusu dzīvības cikla nodrošināšanai ir obligāti nepieciešams nēsātājs. Tas nozīmē – lai vīrusi spētu vairoties, tiem ir nepieciešams iekļūt kādā dzīvā organismā. Vīrusi ir nervu sistēmu bojājošās trakumsērgas un aknas bojājošā hepatīta B izraisītāji.



Baktērijas

Baktērijas ir nelieli organismi, kas ir ne- daudz sarežģītāki par vīrusiem, un atšķirībā no tiem ir spējīgi dzīvot noteiktā vidē bez nēsātāja starpniecības.

Pie šīs grupas pieder arī tie aģenti, kas izraisa stinguma krampjus (izraisa stingumu muskuļos) un tuberkulozi (pirmkārt skarot plaušas).

Ir jāatzīmē dažu baktēriju spējas veidot sporas, tas nozīmē – radīt dzīvības formas, kas ir izturīgas pret nelabvēlīgiem ārējās vides apstākļiem. Šādas dzīvības formas pat gadiem ilgi var pārciest sausumu un barības vielu trūkumu, tāpat īsos laika periodos arī augstas temperatūras, vēlāk veidojot jaunas baktērijas, kurām, nonākot kontaktā ar cilvēka organismu, piemīt spēja inficēt. Piemēram, baktērijas, kas veido sporas, ir stingumkrampju baktērijas.

Protozoji

Protozoji pārsvarā ir vienšūnu organismi, kas spēj brīvi izplatīties, bet daži no tiem dzīvo kā mugurkaulnieku parazīti, un dažiem no tiem pilnīgai attīstībai nepieciešami vairāki nēsātāji. Šai grupai ir pieskaitāmi aģenti, kas izraisa amebiāzi (zarnu infekcijas) un toksoplazmozi (īpaši smaga

grūtnieču infekcija, kas var izraisīt augļa patoloģiju). Atsevišķos gadījumos aģentu transportēšana no viena nēsātāja uz otru var notikt ar insektu starpniecību.

Sēnītes

Sēnītes ir mikroskopiska dzīvības forma, kas izpaužas kā veģetatīva struktūra, saukta par micēliju, kam ir pavedienvēidīga struktūra. To parastā dzīvības vidē ir augsne, bet daži šīs grupas komponenti ir tiklab augu, kā dzīvnieku un, protams, arī cilvēka parazīti. Par piemēru var minēt kandidas grupas sēnīti (parazītveida rauga sēnīti, kas bojā ādu).

Parazītveida tārpi

Tie ir daudzšūnu dzīvnieki, kam raksturīgi sarežģīti dzīvības cikli un dažādas attīstības fāzes. Bieži tie katru atsevišķo attīstības fāzi (ola, kāpurs, pieaudzis parazīts) izdzīvo dažādos nēsātājos (dzīvnieki/cilvēki), un pārnesšanu no viena nēsātāja uz otru notiek pa atšķirīgiem ceļiem (izkārnījumi, ūdens, barības vielas, insekti, grauzēji u. c.).

Šīs dzīvās būtnes var nonākt cilvēka organisma iekšienē pa dažādiem iekļūšanas ceļiem.

AR BIOĻĢISKAJĪEM PIESĀRNOTĀJIEM SAISTĪTAIS RISKS UN PREVENTĪVIE PASĀKUMI

Bioloģiskajiem faktoriem var būt pakļauti dažādu nozaru nodarbinātie. Kā piemēri ir minami: darbs pārtikas uzņēmumos; darbs lauksaimniecībā; darbi, kuros pastāv kontakts ar dzīvniekiem un/vai dzīvnieku izcelsmes produktiem; sanitārās aprūpes darbi; atkritumu pārstrāde; darbi ūdens attīrīšanas iekārtās un rūp-

niecības procesi, kuros ir iesaistīti bioloģiskie aģenti.

JA NODARBINĀTAIS DARBA VIDĒ NONĀK KONTAKTĀ AR DZĪVIEM ORGANISMIEM, KAS TIEK DĒVĒTI PAR BIOĻĢISKAJĪEM AĢENTIEM, TIE VAR IZRAISĪT SASLIMŠĀNU AR INFEKCIJĀM UN PARAZITĀRĀM SLIMĪBĀM.

IEKĻŪŠANAS CEĻI ORGANISMĀ	
IEELPOJOT	Caur degunu, muti, plaušām
ĀDAS KONTAKTA CEĻŠ	Caur ādu
GREMOŠANA	Caur muti un barības vadu
PARENTERĀLAIS CEĻŠ	Caur brūcēm, nelieliem ievainojumiem, skrambām u. c.

Šis punkts iekļauj visu no tām profesionālajām aktivitātēm izrietošo riska faktoru kopumu, kurās nodarbinātie tiek vai var tikt pakļauti bioloģisko aģentu iedarbībai: mikroorganismiem, šūnu kultūrām un iekšējiem parazītiem, kas ir spējīgi izraisīt jebkura veida infekciju, alerģiju vai toksisku iedarbību. Ir būtiski norādīt uz diviem svarīgiem apstākļiem:

1) uz šīm profesionālajām aktivitātēm ir attiecināma Direktīvā 2000/54/EC noteiktā bioloģiskā aģenta definīcija un piemērojami MK noteikumi Nr. 189 (21.05.2002.) "Darba aizsardzības prasības, saskaroties ar bioloģiskajām vielām";

2) par bioloģiskajiem aģentiem tiek uzskatīti arī tādi ģenētiski modificēti mikroorganismi, kas var izraisīt kādu no iepriekšminētajiem kaitīgajiem efektiem.

Riska novērtēšana

Ja rodas aizdomas par iespēju profesionālas aktivitātes laikā tikt pakļautam kāda bioloģiskā aģenta iedarbībai, ir jāveic ar minēto aktivitāti saistīto riska faktoru identifikācija un novērtēšana, ņemot vērā bioloģiskā aģenta riska grupu. Bioloģiskie aģenti, vadoties pēc to iedarbībai pakļauto personu inficēšanās riska pakāpes, tiek iedalīti četrās grupās:

1. GRUPA: bioloģiskais aģents, kura spēja izraisīt veselības traucējumus ir maz ticama un pret kura iedarbību iespējami efektīvi preventīvie pasākumi un ārstēšana.

2. GRUPA: bioloģisks aģents, kas var iz-

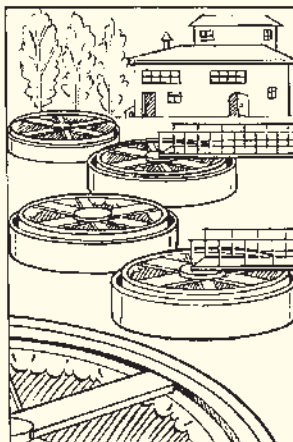
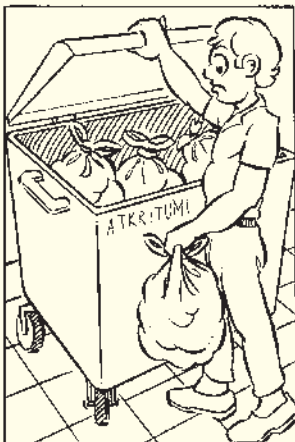
raisīt veselības traucējumus un var būt bīstams nodarbinātajiem, bet ir maz ticams, ka tas spētu izplatīties sabiedrībā. Ir pieejami efektīvi preventīvie vai ārstniecības pasākumi.

3. GRUPA: patogēns bioloģisks aģents, kas spēj izraisīt smagus veselības traucējumus un ir bīstams nodarbinātajiem. Pastāv izplatīšanās risks sabiedrībā. Ir pieejami efektīvi preventīvie vai ārstniecības pasākumi.

4. GRUPA: patogēns bioloģisks aģents, kas var izraisīt smagus veselības traucējumus un ir bīstams nodarbinātajam. Tā izplatīšanās sabiedrībā ir ļoti iespējama. Parasti nav pieejami efektīvi preventīvie vai ārstniecības pasākumi.

BIOLOĢISKĀ AĢENTA BĪSTAMĪBAS PAKĀPI NOSAKA TĀ SPĒJA IZRAISĪT SASLIMŠANU, TĀ IZPLATĪŠANĀS SPĒJA SABIEDRĪBĀ UN EFEKTĪVU ĀRSTNICĪBAS PASĀKUMU EKSISTENCE.

Pēc bioloģiskā aģenta piederības atbilstošai grupai nosaka tā bīstamības pakāpi; sākot ar 1. grupu, kurai pieder ošo aģentu spējas izraisīt cilvēka saslimšanu ir maz ticamas, līdz pat 4. grupai, kurā ir iekļauti paši bīstamākie bioloģiskie aģenti. Eiropas Savienība ir paredzējusi sagatavot bioloģisko aģentu sarakstu, kurā tiktu iekļauts katra aģenta nosaukums, sadalot tos kategorijās (parazīti, sēnītes, vīrusi, baktērijas un līdzīgi), pievienojot atbilstošo bioloģiskā aģenta piederības grupas numuru un norādes par to iespē-



samazinātu pelējuma sēnītes iedarbību, ieteicams:

- uzglabāt tikai sausus graudus;
- lopbarību un sienu uzglabāt sausās un labi ventilētās telpās;
- uzturēt tīras dzīvnieku barības vietas un lopbarību ilgstoši neglabāt vietās, kur lopi tiek baroti, jo lopbarība absorbē mitrumu.

Kokapstrādē minētā sēnīte savairojas vietās, kurās kokmateriālus bojājis mitrums – piemēram, koka balķi vai koka zāģu skaidas ilgstoši atrodas ārpus telpām un tiek pakļautas nelabvēlīgiem laika apstākļiem (pelējuma sēnītes izraisa ļoti spēcīgas alerģiskas reakcijas ar drudzi un izteiktu elpas trūkumu). Savukārt būvniecībā kā šādi piemēri minamas vietas, kur būvkonstrukcijas ir bojājis mitrums (piemēram, vecās ēkās bojāts jumts vai kanalizācijas sistēmas).

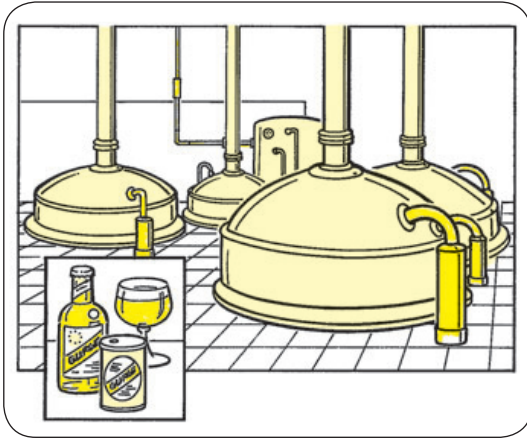
Bieži novērojami suņu un citu dzīvnieku kodumi, kas ir saistāmi ne tikai ar nelaiemes gadījumu risku un grūti dzīstošām brūcēm, bet arī ar risku inficēties ar trakumsērgu. Galvenie trakumsērgas izplatītāji dabā ir lapsas un jēnotsuņi, retāk – āpši, caunas, vilki, lūši u. c. dzīvnieki. Slimiem savvaļas dzīvniekiem kontaktējoties ar mājdzīvniekiem, notiek arī to inficēšanās un saslimšana ar trakumsērgu, kā arī tiek apdraudēta cilvēku veselība un dzīvība. No mājdzīvniekiem visvairāk saslimst suņi un kaķi. Sava loma te ir arī iedzīvotāju vieglprātīgai attieksmei pret suņu un kaķu profilaktisko vakcināciju. Joprojām daļa no lauku sētā dzīvojošiem suņiem un kaķiem nav vakcināti pret trakumsērgu, bet tieši viņi ir visvairāk pakļauti riskam saslimt ar šo slimību.

Sosnovska latvānis (turpmāk – latvānis) pieder pie invazīvām sugām, t. i., šī augu suga tika ieviesta svešā vidē, kļūva agresīva, izkonkurēja vietējās sugas un strauji pārņēma teritoriju. Ierobežojot latvāni, būtiska nozīme, lai izvairītos no traumām, ir dar-

ba aizsardzības prasību ievērošanai. Pirms latvāņa ierobežošanas jāizvērtē situācija un nedrīkst riskēt ar savu drošību un veselību, t. i., neizmēģināt latvāņa kaitīgumu uz savas ādas. Ja ir slikta pašsajūta vai bojāts ekipējums, ierobežošanu nevajadzētu veikt. Lai nodrošinātu drošu darbu veikšanu, nepieciešams lietot gumijas vai cita materiāla ūdensnecaurlaidīgu apģērbu, zābakus, aizsargcimodus, sejas aizsargmasku vai aizsargbrilles. Aizsargtērpam jābūt ar slēgtām piedurknēm un tik lielam, lai to var brīvi uzvilkt virs apģērba, kā arī virs gumijas vai cita materiāla ūdensnecaurlaidīgiem zābakiem. Tam jābūt mazgājamam un ātri žūstošam. Būtisks kritērijs, izvēloties aizsargapģērbu, ir tā ērtums – lai brilles vai maska neaizsvīstu, latvāņu sula netiktu ieberzēta acīs vai nenokļūtu uz sejas aizsvīdušu brillu dēļ, nenokļūtu zem ūdensnecaurlaidīgā apģērba. Cimdos ieteicams iebērt nedaudz talka pulvera, lai nesvīstu rokas. Tiem jābūt brīvi novelkamiem. Zābakos jāvar ievilkt zeķes. Aizsargapģērbam jābūt viegli novelkamam, lai netraumētos pēc darba veikšanas, bet pret latvāņu sulu sargājošam. Apģērba novilkšanā ir būtiski nesaskarties ar latvāņu skarto apģērba daļu, tādēļ nepieciešams ūdens (ko iepriekš sagatavo traukā), lai nomazgātu latvāņu šūnsulas skarto apģērbu vai darbarīkus. Noskalošanu veic pārdomāti – tā, lai novērstu nejaušu latvāņu sulas saskari ar atklātām ķermeņa daļām. Ja iespējams, vēlams darbu veikt ne mazāk kā diviem cilvēkiem, lai būtu ērti un efektīvi izpildāma latvāņa ierobežošana un darba drošības pasākumi.

Sevišķa uzmanība ir jāpievērš ar biotehnoloģijām saistītajiem riska faktoriem. Ar jēdzienu “biotehnoloģija” saprot matēriju apstrādes tehnoloģiju un/vai noteiktu produktu vai pakalpojumu iegūšanu ar bioloģisku aģentu palīdzību. Atsevišķos gadījumos šie bioloģiskie aģenti ir mākslīgi – mikroorga-

nismu ģenētiskā materiāla modifikācijas rezultāts, un tādos gadījumos tie ir tā sauktās "ģēnu inženierijas" produkts.



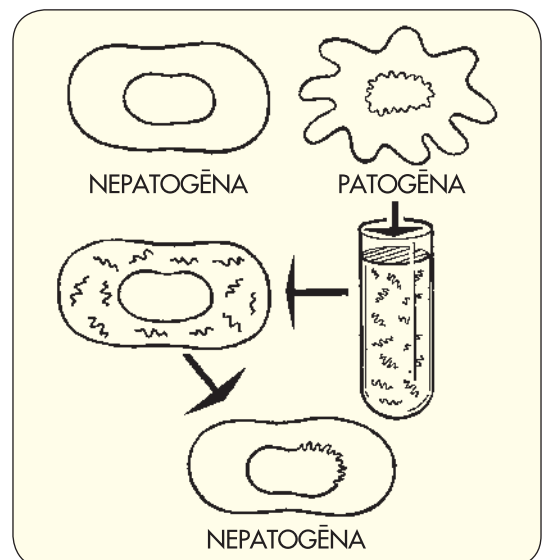
Biotehnoloģijas jomā ietilpst virkne procesu, tajā skaitā:

- rūpnieciskā raudzēšana – spirta, etiķskābes, vitamīnu, antibiotiku ražošana vai alus brūvēšana;
- enzīmu iegūšana (piemēram, tīrīšanas līdzekļu enzīmi);
- noteiktu medikamentu iegūšana (insulīns diabētiķiem no baktērijām ar mākslīgi modificētu ģenētisko materiālu);
- vakcīnu iegūšana (medicīniskais preparāts, kas sastāv no novājinātiem vai no-

nāvētiem infekciju slimību izraisītājiem vai to vielmaiņas produktiem);

- mājsaimniecību un rūpniecisko notekūdeņu ar augstiem baktēriju piesārņojuma rādītājiem attīrīšana;
- bioloģisko ieroču iegūšana militāriem nolūkiem (ļoti patogēnas baktērijas vai toksīni), ar kuru saistītais risks, ņemot vērā šo darbu slēpto raksturu, ir maz pazīstams.

Biotehnoloģisko procesu potenciālie riska faktori ir dažādi, bet nepieciešams atzīmēt, ka antibiotiku ražošanā pastāv alerģijas risks, ko var radīt aerosolu (gaisā ļoti smalki izsmidzināts šķidrums) vai putekļu ieelpošana, kas cietušajai personai, ja tā cieš no alerģijas, var izraisīt sāpīgas zudumu. Reizēm ir novērotas izmaiņas zarnu baktēriju florā, atsevišķos gadījumos šo baktēriju virulences fāzēs. Tāpat alus rūpniecībā ir novērojamas alerģiska rakstura problēmas, kas izraisa elpošanas traucējumus. Pastāv vairāku ar biotehnoloģiskiem materiāliem saistītu atbildes reakciju veidi. To skaitā pirmā tipa – jau aprakstītās reakcijas, otrā tipa – atbildes reakcijas, kas izpaužas kā leikocītu un trombocītu (asins



plātnīšu) skaita samazināšanās, trešā tipa – drudzis, nieru darbības traucējumi, plaušu alveolu iekaisumi un ādas bojājumi (dermatīts) un ceturtnā tipa reakcijas, kuras raksturo novēlota organisma reakcija. Pārējos gadījumos pastāv patogēnu aģentu infekcijas risks.

Bioaerosolu veidošanās ir iespējama daudzās darba vidēs: birojos; notekūdeņu attīrīšanas iekārtās; laboratorijās, kur tiek veikti pētījumi ar dzīvniekiem; lauksaimniecībā (ieskaitot graudu glabātuves un elevatorus); biotehnoloģiskajās laboratorijās; pārtikas produktu apstrādes uzņēmumos; sanitārajās laboratorijās; lopkopībā; celtniecībā (urbšanas vai rakšanas darbi) u. c.

Darbības metodika

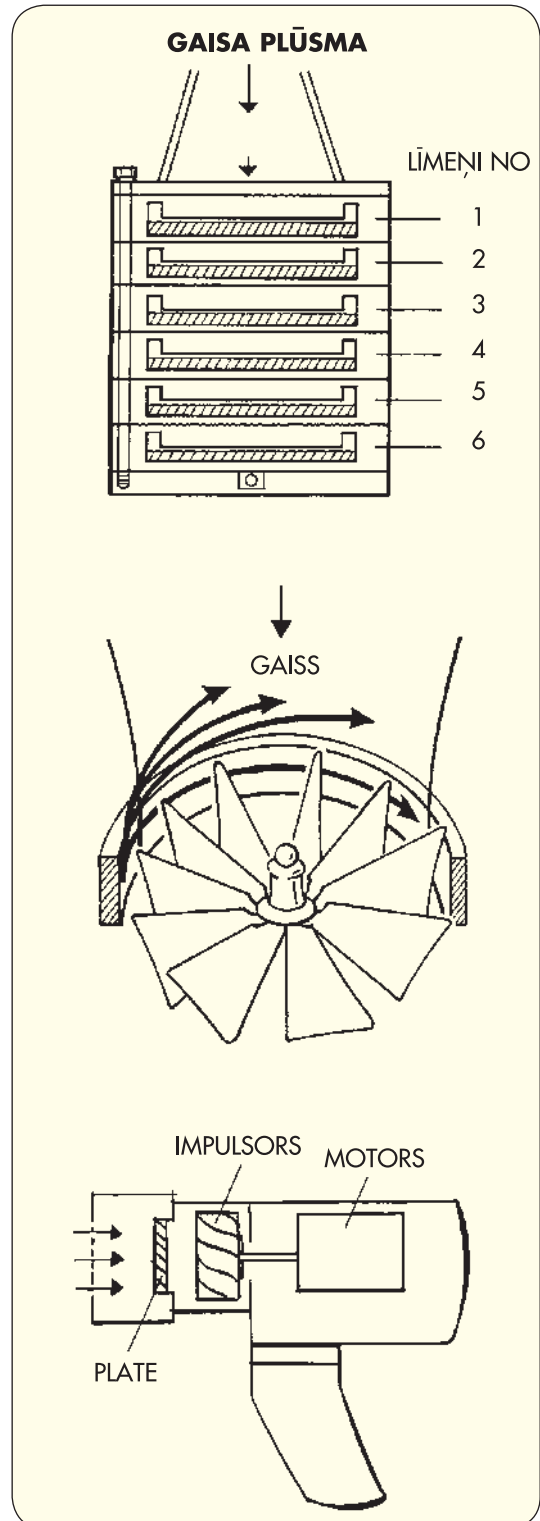
Visbiežāk sastopamais risks, ko nodarbinātajiem rada pakļautība bioloģisko aģentu iedarbībai, ir bioloģisko aģentu aerosolu ieelpošana, kas ir pazīstami ar nosaukumu "bioaerosoli". Patiesībā runa ir par gaisā esošām ļoti neliela izmēra mikroorganismu (baktērijas, sēnītes vai to sporas, savstarpēji apvienotas vai neapvienotas) veidotām daļiņām, kas gaisā ir nokļuvušas spontāni vai kādas mehāniskas darbības rezultātā.

Izpētes process par bioloģisku aģentu klātbūtni darba vidē sastāv no trīs savstarpēji nodalītām fāzēm:

1. Piesārņotāja identifikācija

Ja pētāmais darba veids ietilpst to darbu grupā, kas paredz apzināti izmantot bioloģiskos aģentus, un līdz ar to ir zināms, kādi aģenti tiks izmantoti darba procesā, tad piesārņotāja identifikācija notiek tūlītēji.

Gadījumos, kad nepastāv apzināts nodoms manipulēt ar bioloģiskajiem aģentiem, bet, ņemot vērā darba raksturu, rodas aizdomas par riska iespējamību, kas saistīts ar bioloģiskā aģenta iedarbību, var-



būtējo klātesošo aģentu identifikācija būs saistīta ar mērīšanas metodēm.

2. Piesārņotāja mērīšana

Šo posmu var iedalīt divās daļās. Viena no tām ir parauga ņemšana, bet otra – šā parauga analīze.

Pastāv dažādas bioloģisko aģentu paraugu ņemšanas metodes darba vides gaisā. Šīs metodes līdzinās ķīmisko piesārņotāju ņemšanas metodēm un balstās uz principa, ka noteikta apjoma gaisa plūsma tiek virzīta pret savākšanas plati, izmantojot aspirācijas metodi. Savākšanas platei jābūt tādai, kas nepieļautu mikroorganismu iznīcināšanu, jo paraugu apstrāde ir saistīta ar mikroorganismu augšanu līdz redzamam apjomam, lai būtu iespējams veikt to saskaitīšanu.

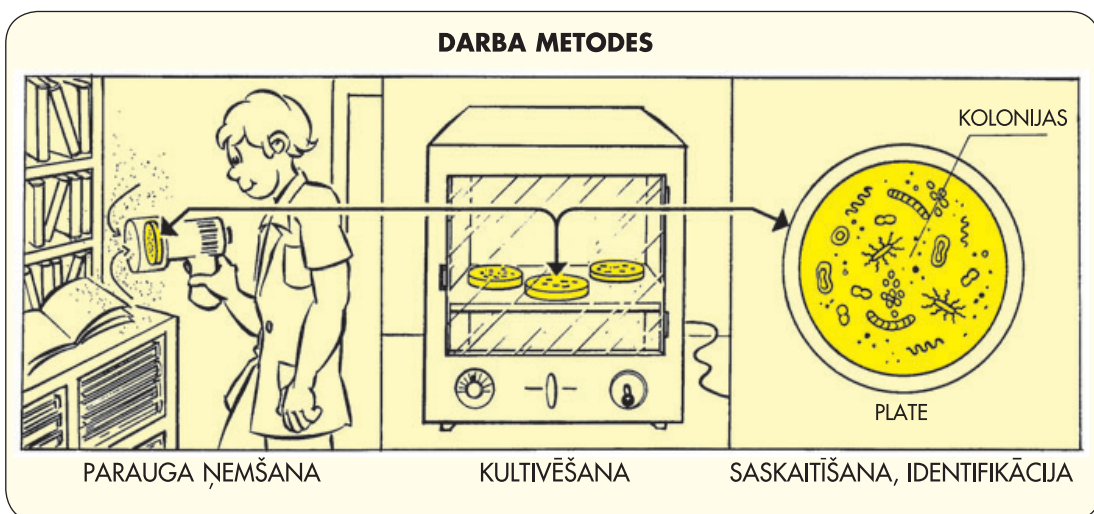
Bioloģiskā piesārņotāja savākšanas plate parasti sastāv no želejveida vielas agara, kurai ir pievienoti barošanas elementi, un šajā vielā vairojas savāktie mikroorganismi.

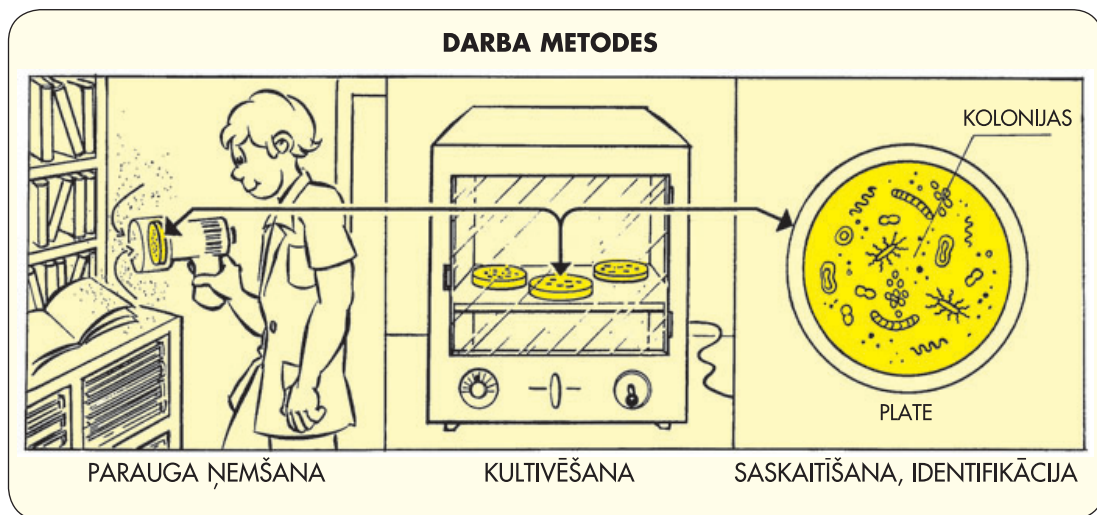
Pēc parauga savākšanas tiek veikta tā kultivēšana. Savākšanas plati izņem no paraugu savācēja un ievieto termostatā, kurā noteiktu laiku un pie noteiktas temperatūras notiek savākto bioloģisko aģentu attīstība. Katrs mikroorganisms vairojas tūkstošiem

reizi, veidojot savā apkārtnē daudzus miljonus sākotnējam identisku mikroorganismu, kas kopumā parādās kā acij redzami plankumi kultūras vidē, un tas atvieglo to saskaitīšanu. Šie redzamie plankumi tiek saukti par kolonijām.

Pēc paraugu savākšanas un to apstrādes pirmā iegūtā informācija ir kvantitatīva; tas ir – uzrādās parauga vidē esošo mikroorganismu skaits. Pēc koloniju saskaitīšanas iegūtais skaitlis tiek salīdzināts ar noņemtā parauga gaisa apjomu, šādā veidā iegūstot piesārņotāja koncentrācijas līmeni vidē, kas šajā gadījumā ir izteikts kā kolonijas veidojošās vienības gaisa kubikmetrā (KVV/m³). Šis rādītājs nesniedz visu nepieciešamo informāciju par to, kādam bioloģiskajam piesārņotājam nodarbinātais tiek pakļauts. Lai to noteiktu, tiek izmantotas dažādas mikrobioloģiskās metodes, kas ļauj identificēt dažādus darba vidē klātesošus mikroorganismus un atklāt, vai kāds no tiem ir patogēns cilvēkam, ņemot vērā apstākli, ka ne visi vidē klātesošie mikroorganismi izraisa cilvēka saslimšanu.

Pastāv arī otra veida paraugu ņemšanas sistēma, kas ļauj ņemt paraugus citās, no





gaisa atšķirīgās vidēs, piemēram: no rokām, darba virsmām, instrumentiem, grīdām/sienām, darba iekārtām, apģērba u. c. Parauga ņemšana notiek, savākšanas plati ar barotni tieši kontaktējot ar parauga virsmu. Šādā ceļā iegūtie paraugi tālāk tiek pakļauti līdzīgam procesam, kā iepriekš aprakstīts.

3. Situācijas novērtēšana

Dotajā brīdī mikroorganismu savākšanas, skaitīšanas un identifikācijas metodes ir labi pamatotas, tomēr vispārējie bioloģisko aģentu novērtēšanas kritēriji nav noteikti. To specifiskās īpašības, atsevišķu bioloģisko aģentu spēja mainīt savu ģenētisko struktūru (mutācijas), šādā veidā izmainot savas infekcioloģiskās spējas, kā arī lielās to darba vietu/sectoru atšķirības, kuros tie atrodas, padara praktiski neiespējamu atskaites vērtību noteikšanu, kas darbotos visās ar šiem piesārņotājiem saistītajās situācijās. Līdz ar to šajos gadījumos pielietojamā stratēģija ir pētījumu veikšana un iespējamo kontaminācijas avotu noteikšana, to iznīcināšana, ierobežošana vai kontrole, kā arī to nodarbināto medicīniskā uzraudzība, kas varētu tikt pakļauti šo aģentu iedarbībai.

Neraugoties uz iepriekšminēto, pastāv atsevišķi mēģinājumi noteikt minētās atskaites vērtības. *ACGIH* (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) asociācija ir izstrādājusi ķīmisko un fizisko aģentu novērtēšanas kritērijus – maksimāli pieļaujamās vērtības, un šīs asociācijas Bioaerosolu komiteja izdara dažādu metožu pētījumus, lai izstrādātu bioloģisko aģentu novērtēšanai paredzētus kritērijus. Šīs komitejas darba programma paredz piedāvāt virkni atskaites vērtību, kas būtu spēkā attiecībā tikai uz vienu darbības nozari. Papildus "koncentrācijas" atskaites vērtību izstrādāšanai šī komiteja piedāvā katrā atsevišķajā darba sektorā visbiežāk sastopamo mikroorganismu izpēti, kas, visticamāk, varētu atrasties konkrētajā vidē un kam piemīt kaitīga ietekme uz veselību. Izstrādāšanas fāzē atrodas dokuments par birojiem, bet kopumā ir paredzēts apskatīt šādas darba nozares: atkritumu savākšanas un pārstrādes iestādes; dzīvnieku pētījumu laboratorijas; lauksaimniecība, ieskaitot graudu uzglabāšanas vietas; biotehnoloģija, pārtikas rūpniecība (gaļas rūpniecība), viesnīcas, skolas, bērnudārzi un pansionāti.

PREVENTĪVIE PASĀKUMI

Izvēloties preventīvās un aizsardzības metodes, kas būtu piemērojamas situācijām ar iespējamu bioloģisko aģentu klātbūtni, ir jāņem vērā dažādie elementi, kas veido jebkuru darba procesu. Tas nozīmē, ka prioritārā secībā ir jāapskata: piesārņotāja izmešu avots, izplatīšanās veids un piesārņojuma saņēmējs, ņemot vērā to, ka augstāka preventīvā pakāpe tiek sasniegta, iedarbojoties uz piesārņojuma izmešu avotu. Samazinot ķīmisko vielu izplūšanu, attiecīgi tiek panākta arī indivīda saņemtais ķīmiskās vielas devas samazināšanās.

Pamatojoties uz šiem principiem, turpinājumā tiek apskatīti vairāki preventīvie pasākumi, kas piemērojami dažādās darba situācijās, kurās nodarbinātie tiek pakļauti bioloģisku aģentu iedarbībai, vai pastāv aizdomas par šādas pakļautības iespējamību.

Iedarbības metodes uz piesārņojuma avotu

Atbilstošu iekārtu un piemērotu dizaina izvēle

Iekārtu izvēle un dizains, to atbilstība tehniskajiem jauninājumiem un piemērotu darba procedūru noteikšana, visi šie pasākumi novērš vai samazina piesārņotāja izdalīšanos darba vidē. Šajā apakšnodaļā tiek minēti atsevišķi ilustratīvi piemēri.

Gēnu inženierijas pielietošana tādu vakcīnu izstrādāšanā, kurās tiek izmantota vieniņi neliela patogēnā aģenta frakcija, centrifugēšanas procedūras, kurās tiklab centrifūgas, kā paraugi ir aizvākti, bioloģisko boksu izmantošana, mehāniskās sūknēšanas sistēmu izmantošana, noteikumu ieviešana drošai paraugu transportēšanai (izturīga un necaurlaidīga tara) un savākšanai (hermē-

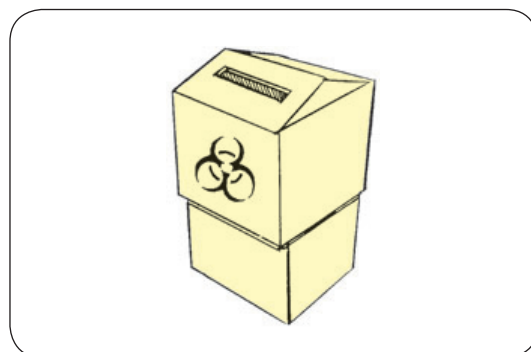
tiski trauki), apstrādei (sterilizācija) un atkritumu iznīcināšanai (sadedzināšana).

Aizstāšana

Visos gadījumos, kad darba veids to pieļauj, bioloģiskais aģents ir aizstājams ar citu aģentu, kas ir drošs vai mazāk bīstams nodarbinātā veselībai.

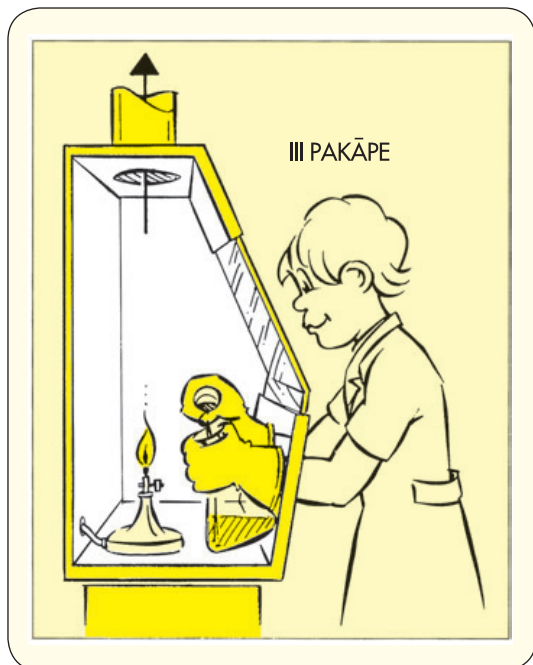
Procesa modifikācija

Darba procesu vai atsevišķu šā procesa operāciju aizstāšana ar citu, mazāk piesārņojošu, piemēram: organiskā mēslojuma manuālo savākšanas un manipulācijas metožu aizstāšana ar automātiskām sistēmām.



Procesa norobežošana

Bīstamo operāciju izolāciju var panākt, tās norobežojot un līdz ar to samazinot ekspozīcijas apjomu. Kā piemēru var minēt pilnībā slēgtu bioloģisko boksu izmantošanu (paraugu manipulācija, izmantojot gumijas cimds) darbos ar bīstamiem bioloģiskajiem aģentiem.



Iedarbība uz izplatību vidē

Turpinājumā minētie pasākumi samazina piesārņotāja izplatīšanos.

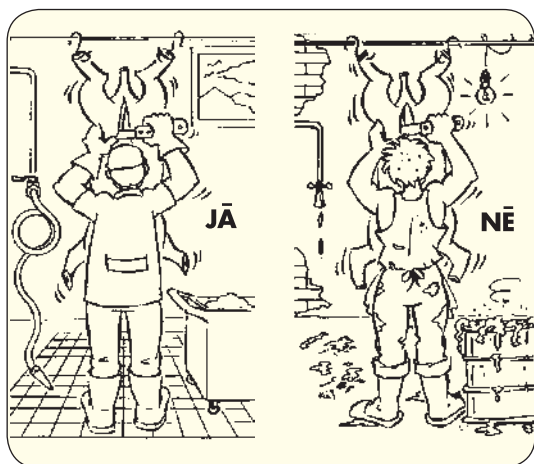
Tirība

Atbilstoša darba vietu tīrīšana visbiežāk palīdz samazināt ķīmisko vielu līmeni darba vidē. Sevišķi tas attaisnojas gadījumos, ja piesārņotāji ir bioloģiski aģenti, kas uzkrātajos netīrumos atrod piemērotu vidi attīstībai. Kā piemēru var minēt paaugstinātu režģa grīdu izvietojumu virs kanalizācijas renēm, kurās pastāvīgi cirkulē ūdens. Izmantojot šādu risinājumu, tiek novērsta

ūdens vai netīrumu uzkrāšanās uz grīdas vai darba virsmām. Tāpat grīdām un darba virsmām ir ieteicams izmantot ūdens necaurlaidīgus, viegli tīrāmus materiālus, kas ir izturīgi pret skābēm, sāļiem, šķīdinātājiem, dezinficējošiem līdzekļiem u. c.

Plūsmas ventilācija

Piesārņotā gaisa masā iepludinot tīru gaisu, ir iespējams samazināt konkrēta bioloģiskā piesārņotāja līmeni darba vidē. Jāievēro, ka šo metodi ieteicams lietot vienīgi tad, ja gan piesārņotāja koncentrācijas līmenis vidē, gan tā bīstamība ir zema un nodarbinātie neatrodas piesārņotāja izplatības avota tuvumā.



Ja telpa ir nodalīta no pārējām laboratorijas telpām, darba vietā ir svarīgi uzturēt negatīvu spiedienu attiecībā pret atmosfēras spiedienu. Savukārt, ja tā iekļaujas pārējās laboratorijas telpās, ir jāuztur negatīvs spiediens attiecībā pret apkārtējām telpām.

Atkarībā no manipulējamā bioloģiskā aģenta bīstamības pakāpes darba vietā ieplūstošais un no tās izplūstošais gaiss ir filtrējams ar paaugstinātas efektivitātes gaisa filtru (HEPA = High Efficiency Particulate Air). Filtra efektivitātei jābūt vismaz 99,99% attiecībā uz daļiņām ar diametru 0,3 μm.

Šie pasākumi nodrošina zināmu aizsardzības pakāpi arī tiem nodarbinātajiem, kas nav tieši iesaistīti darbā ar bioloģiskajiem aģentiem, kā arī pārējai sabiedrībai.

Vektoru kontrole

Daudzos gadījumos insekti un grauzēji ir nesimptomātiski patogēnu bioloģisko aģentu nēsātāji un tādējādi kļūst par to izplatītājiem.

Uz piesārņojuma saņēmēju vērsta darbības

Iedarbība uz piesārņojuma saņēmēju attaisnojas tajos gadījumos, kad uz piesārņojuma avotu un darba vidi vērstās darbības nav iespējamās vai ir nepietiekamas. Kā piemēru iespējams minēt visu nodarbināto vakcinēšanu (piemēram, veselības aprūpes nodarbināto vakcinēšana pret hepatītu B, pret tuberkulozi u. c.).

Apmācība un informēšana

Pastāv uzskats, ka, veicot pilnīgu apmācību par veicamā darba uzdevuma izpildi un preventīvajiem pasākumiem, ir panākama apzinīgāka drošības priekšnoteikumu ievērošana no nodarbināto puses. Kā piemēru var minēt skaidri saprotamu, pilnīgu, rakstisku un nodarbinātajiem pieejamu instrukciju nodrošinājumu par darba procedūrām, evakuācijas plāniem, rīcību, ja noticis nelaimes gadījums darbā, kā arī apmācības veikšanu periodiski un ik reizi tajos gadījumos, kad notiek izmaiņas darba procesā vai pielietojamajā tehnoloģijā, skaidri saprotamas un konkrētas informācijas izplatīšanu par riska faktoriem, kas saistīti ar bioloģisko aģentu manipulāciju, un pieņemtās bioloģiskās bīstamības zīmes, kā arī citu brīdinājuma zīmju lietošanu.

Piesārņotāja iedarbībai pakļauto nodarbināto skaita samazināšana

Ir saprotams, ka šī metode nesamazina piesārņotāja koncentrāciju, toties samazina nodarbināto skaitu, kas pakļauti piesārņotāja iedarbībai, līdz ar to samazinot kaitējuma iespēju.

Individuālie aizsardzības pasākumi

Individuālie aizsardzības līdzekļi un apģērbs būtu izmantojami kā pēdējais līdzeklis nodarbināto aizsardzībai – vienīgi īsos laika periodos un konkrētu uzdevumu veikšanai, turklāt ievērojot to lietošanas, uzglabāšanas un tehniskās apkopes instrukcijas.

Bioloģisko aģentu manipulācijas procesos ir ieteicams izmantot tādu darba apģērbu (virsvalkus, spectērpus), kam būtu pēc iespējas mazāk ieloču, kroku un kabatu un kuru aizdare atrastos mugurpusē. Ejot uz darba iestādes citām telpām (kafetīna, atpūtas telpas u. c.), virsējais darba apģērbs ir nomaināms pret tīru apģērbu.

Sanitārās telpas

Nodarbinātie ir jānodrošina ar piemērotām atpūtas un sadzīves telpām, ieskaitot acu mazgāšanai paredzētus un/vai ādas antiseptiskos līdzekļus.

Ja laboratorijās tiek izmantoti 4. grupas bioloģiskie aģenti, ieejai šajās telpās jābūt atdalītai ar izolējošiem vestibiliem – ienākot nodarbinātie pilnībā nomaina drēbes un iznākot nomazgājas dušā, pirms no jauna uzvelk ielas apģērbu.

Medicīniskā un sanitārā uzraudzība

Šā pasākuma mērķis ir noskaidrot, kuri no nodarbinātajiem ir īpaši jutīgi pret bioloģisko aģentu iedarbību, un kontrolēt visu pakļauto nodarbināto stāvokli.

Ir jāveic iepriekšējas, kā arī periodiskas, veselības pārbaudes, ņemot vērā katra indivīda iepriekšējo slimības vēsturi. Vēlams

IZOLĀCIJAS PASĀKUMI RŪPNIECISKAJOS PROCESOS			
IZOLĀCIJAS PASĀKUMI	IZOLĀCIJAS PAKĀPES		
	2	3	4
d) nodarbināto rīcībā būtu jābūt dekontaminācijas un mazgāšanas iekārtām	Jā	Jā	Jā
e) nodarbinātajam pirms kontrolētās teritorijas atstāšanas būtu jāiet dušā	Nē	Pēc izvēles	Jā
f) notekūdeņi no izlietnēm un dušām būtu jāsavāc un, pirms to novadīšanas, jāveic inaktivācija	Nē	Pēc izvēles	Jā
g) kontrolētajā teritorijā būtu jāveic atbilstoša vēdināšana, lai līdz minimumam samazinātu atmosfēras piesārņojumu	Pēc izvēles	Pēc izvēles	Jā
h) kontrolētajā teritorijā būtu jāuztur gaisa spiediens, kas ir zemāks par atmosfēras spiedienu	Nē	Pēc izvēles	Jā
i) ieplūdes un izplūdes gaiss kontrolētajā teritorijā būtu jāfiltrē ar HEPA filtru	Nē	Pēc izvēles	Jā
j) kontrolētās teritorijas dizainam būtu jābūt tādām, lai nepieļautu slēgtās sistēmas satura izplūšanu	Nē	Pēc izvēles	Jā
k) kontrolētajai teritorijai jābūt noslēdzamai, lai varētu veikt dezinfekciju	Nē	Pēc izvēles	Jā
l) notekūdeņu attīrīšana pirms to galīgās novadīšanas	Inaktivēti ar pārbaudītas efektivitātes līdzekļiem	Inaktivēti ar pārbaudītas efektivitātes ķīmiskiem vai fizikāliem līdzekļiem	Inaktivēti ar pārbaudītas efektivitātes ķīmiskiem vai fizikāliem līdzekļiem

IZOLĀCIJAS PASĀKUMI ATTIECĪBĀ UZ LABORATORIJĀM UN DZĪVNIĒKU TURĒŠANAS VIETĀM			
IZOLĀCIJAS PASĀKUMI	IZOLĀCIJAS PAKĀPES		
	2	3	4
1. Darba vieta jānorobežo no visām pārējām darbībām tajā pašā ēkā.	Nē	leteicams	Jā
2. Ieplūdes un izplūdes gaiss darba vietā jāfiltrē, izmantojot paaugstināta jutīguma gaisa filtrus (HEPA) vai līdzvērtīgā veidā.	Nē	Jā, izplūdes gaiss	Jā, ieplūdes un izplūdes gaiss
3. Piekļuve darba vietai jāatļauj tikai īpaši norīkoti nodarbinātajiem.	leteicams	Jā	Jā, caur hermētiski noslēgtu telpu
4. Darba vietai jābūt noslēdzamai, lai varētu veikt dezinfekciju.	Nē	leteicams	Jā
5. Īpašas dezinfekcijas procedūras.	Jā	Jā	Jā
6. Darba vietā jāuztur spiediens, kas ir zemāks par atmosfēras spiedienu.	Nē	leteicams	Jā
7. Efektīva pārnēsātāju, piemēram, graužēju un insektu kontrole.	leteicams	Jā	Jā
8. Ūdens necaurļaidīgas un viegli tīrāmas virsmas.	Jā, darba virsmas	Jā, darba virsmas un grīdas	Jā, darba virsmas, sienas, grīdas un griesti
9. Virsmas, noturīgas pret skābēm, sārmiem, šķīdinātājiem, dezinfekcijas līdzekļiem.	leteicams	Jā	Jā
10. Paaugstinātas drošības glabātuve bioloģiskajiem aģentiem.	Jā	Jā	Jā, droša glabāšana
11. Novērošanas lodziņš vai tā analogs, lai varētu redzēt telpā esošos.	leteicams	leteicams	Jā
12. Nepieciešamajām iekārtām jāatrodas laboratorijā uz vietas.	Nē	leteicams	Jā
13. Darbības ar inficēto materiālu, ieskaitot no dzīvniekiem ņemto materiālu, jāveic drošības kamerā, izolatorā vai citā piemērotā izolētā telpā.	Vajadzības gadījumā	Jā, infekciozais aģents izplatās gaisā.	Jā
14. Kremšanas iekārta mirušo dzīvnieku ķermeņu iznīcināšanai.	leteicama	Jā, jābūt pieejamai	Jā, uz vietas

Šīs izolācijas pakāpes attiecīgi atbilst 2., 3. un 4. bioloģisko aģentu piederības grupām.

LITERATŪRA

GRĀMATAS

1. "Higiene Industrial". Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1999, 184 lpp., ISBN 84-7425-378-0.
2. Eglīte Maija. Darba medicīna. Rīga, 2000, 704 lpp., ISBN 9984-9404-0-3.
3. Darba vides riska faktori un strādājošo veselības aizsardzība. Valda Kalņa un Ženijas Rojas red., Rīga, Elpa, 2001, 500 lpp., ISBN 9984-543-69-2.

TIESĪBU AKTI

LĪKUMI

1. Darba aizsardzības likums (pieņemts 20.06.2001., spēkā no 01.01.2002.).
2. Darba likums (pieņemts 20.07.2001., spēkā no 01.06.2002.).
3. Epidemioloģiskās drošības likums (pieņemts 11.12.1997., spēkā no 13.01.1998.).
4. Ķīmisko vielu likums (pieņemts 01.04.1998., spēkā no 01.01.1999.).
5. Par atbilstības novērtēšanu (pieņemts 08.08.1996., spēkā no 03.09.1996.).
6. Par bīstamo iekārtu tehnisko uzraudzību (pieņemts 24.09.1998., spēkā no 13.10.1998.).
7. Par tabakas izstrādājumu realizācijas, reklāmas un lietošanas ierobežošanu (pieņemts 18.12.1996., spēkā no 21.01.1997.).
8. Par valsts sociālo apdrošināšanu (pieņemts 01.10.1997., spēkā no 01.01.1998.).
9. Ugunsdrošības un ugunsdzēsības likums (pieņemts 24.10.2002., spēkā no 01.01.2003.).
10. Valsts darba inspekcijas likums (pieņemts 19.06.2008., spēkā no 10.07.2008.).
11. Eiropas Parlamenta un Padomes Regula (EK) Nr. 1907/2006 (2006. gada 18. decembris) attiecībā uz ķīmikāliju reģistrēšanu, vērtēšanu, licencēšanu un ierobežošanu (REACH).

MINISTRU KABINETA NOTEIKUMI

- MK not. Nr. 66 Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret darba vides trokšņa radīto risku (pieņemti 04.02.2003., spēkā no 08.02.2003.).
- MK not. Nr. 74 Prasības individuālajiem aizsardzības līdzekļiem, to atbilstības novērtēšanas kārtība un tirgus uzraudzība (pieņemti 11.02.2003., spēkā no 01.04.2003.).
- MK not. Nr. 82 Ugunsdrošības noteikumi (pieņemti 17.02.2004., spēkā no 19.02.2004.).
- MK not. Nr. 99 Noteikumi par komercdarbības veidiem, kuros darba devējs iesaista kompetentu institūciju (pieņemti 08.02.2005., spēkā no 01.01.2006., grozījumi – MK 22.09.2009., Nr.1077).
- MK not. Nr. 107 Ķīmisko vielu un ķīmisko produktu klasificēšanas, marķēšanas un iepakojšanas kārtība (pieņemti 12.03.2002., spēkā no 30.07.2002.).
- MK not. Nr. 149 Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu (pieņemti 09.04.2002., spēkā no 13.04.2002.).
- MK not. Nr. 189 Darba aizsardzības prasības, saskaroties ar bioloģiskajām vielām (pieņemti 21.05.2002., spēkā no 01.01.2003.).
- MK not. Nr. 195 Mašīnu drošības noteikumi (pieņemti 25.03.2008., spēkā no 29.12.2009.).

- MK not. Nr. 206 Noteikumi par darbiem, kuros aizliegts nodarbināt pusaudžus, un izņēmumi, kad nodarbināšana šajos darbos ir atļauta saistībā ar pusaudža profesionālo apmācību (pieņemti 28.05.2002., spēkā no 01.06.2002.).
- MK not. Nr. 219 Kārtība, kādā veicama obligātā veselības pārbaude (pieņemti 10.03.2009., spēkā no 01.04.2009.).
- MK not. Nr. 284 Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret vibrācijas radīto risku darba vidē (pieņemti 13.04.2004., spēkā no 01.07.2005.).
- MK not. Nr. 300 Darba aizsardzības prasības darbā sprādzienbīstamā vidē (pieņemti 10.06.2003., spēkā no 01.07.2003.).
- MK not. Nr. 325 Darba aizsardzības prasības saskarē ar ķīmiskajām vielām darba vietās (pieņemti 15.05.2007., spēkā no 19.05.2007.).
- MK not. Nr. 330 Vakcinācijas noteikumi (pieņemti 26.09.2000., spēkā no 30.09.2000.).
- MK not. Nr. 343 Darba aizsardzības prasības, strādājot ar displeju (pieņemti 06.08.2002., spēkā no 10.08.2002.).
- MK not. Nr. 344 Darba aizsardzības prasības, pārvietojot smagumus (pieņemti 06.08.2002., spēkā no 10.08.2002.).
- MK not. Nr. 359 Darba aizsardzības prasības darba vietās (pieņemti 28.04.2009., spēkā no 01.01.2010.).
- MK not. Nr. 372 Darba aizsardzības prasības, lietojot individuālos aizsardzības līdzekļus (pieņemti 20.08.2002., spēkā no 24.08.2002.).
- MK not. Nr. 384 Noteikumi par bīstamajām iekārtām (pieņemti 07.11.2000., spēkā no 11.11.2000.).
- MK not. Nr. 400 Darba aizsardzības prasības drošības zīmju lietošanā (pieņemti 03.09.2002., spēkā no 07.09.2002.).
- MK not. Nr. 427 Uzticības personu ievēlēšanas un darbības kārtība (pieņemti 17.09.2002., spēkā no 28.09.2002.).
- MK not. Nr. 448 Noteikumi par nepieciešamo izglītības līmeni personām, kuras veic uzņēmējdarbību ar ķīmiskajām vielām un ķīmiskajiem produktiem (pieņemti 23.10.2001., spēkā no 01.01.2002.).
- MK not. Nr. 466 Noteikumi par ķīmisko vielu un ķīmisko produktu uzskaites kārtību un datu bāzi (pieņemti 22.10.2002., spēkā no 31.10.2002.).
- MK not. Nr. 494 Noteikumi par darbiem, kas saistīti ar iespējamu risku citu cilvēku veselībai un kuros nodarbinātās personas tiek pakļautas obligātajām veselības pārbaudēm (pieņemti 27.11.2001., spēkā no 01.12.2001.).
- MK not. Nr. 526 Darba aizsardzības prasības, lietojot darba aprīkojumu un strādājot augstumā (pieņemti 09.12.2002., spēkā no 13.12.2002., pārejas periods 01.07.2004.).
- MK not. Nr. 567 Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 208–8 "Publiskās ēkas un būves" (pieņemti 21.07.2008., spēkā no 01.09.2008.).
- MK not. Nr. 571 Ceļu satiksmes noteikumi (pieņemti 29.06.2004., spēkā no 01.07.2004.).
- MK not. Nr. 660 Darba vides iekšējās uzraudzības veikšanas kārtība (pieņemti 02.10.2007., spēkā no 06.10.2007.).
- MK not. Nr. 713 Noteikumi par kārtību, kādā nodrošina apmācību pirmās palīdzības sniegšanā, un pirmās palīdzības sniegšanai nepieciešamo medicīnisko materiālu minimumu (pieņemti 03.08.2010., spēkā no 07.08.2010.).
- MK not. Nr. 723 Noteikumi par prasībām kompetentām institūcijām un kompetentiem speciālistiem darba aizsardzības jautājumos un kompetences novērtēšanas kārtību (pieņemti 08.09.2008., spēkā no 01.01.2009.).
- MK not. Nr. 745 Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret elektromagnētiskā lauka radīto risku darba vidē (pieņemti 05.09.2006., spēkā no 30.04.2012.).

- MK not. Nr. 749 Apmācības kārtība darba aizsardzības jautājumos (pieņemti 10.08.2010., spēkā no 01.10.2010.).
- MK not. Nr. 803 Darba aizsardzības prasības, saskaroties ar kancerogēnām vielām darba vietās (pieņemti 29.09.2008., spēkā no 03.10.2008.).
- MK not. Nr. 852 Darba aizsardzības prasības darbā ar azbestu (pieņemti 12.10.2004., spēkā no 16.10.2004.).
- MK not. Nr. 866 Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 201-07 "Būvju ugunsdrošība" (pieņemti 11.12.2007., spēkā no 01.03.2008.).
- MK not. Nr. 908 Arodslimību izmeklēšanas un uzskaites kārtība (pieņemti 06.11.2006., spēkā no 01.01.2007.).
- MK not. Nr. 950 Nelaiemes gadījumu darbā izmeklēšanas un uzskaites kārtība (pieņemti 25.08.2009., spēkā no 01.01.2010.).
- MK not. Nr. 1064 Augu aizsardzības līdzekļu klasificēšanas, marķēšanas un iepakojšanas kārtība (pieņemti 28.12.2004., spēkā no 31.12.2004.).

PIELIETOJAMIE STANDARTI

- LVS ISO 1999:2007 "Akustika. Darba vides trokšņa ekspozīcijas noteikšana un trokšņa izraisītu dzirdes bojājumu prognozēšana".
- LVS ISO 1996-1:2004 "Akustika. Vides trokšņa raksturošana un mērīšana, novērtēšana".
1. daļa: Pamatlielumi un novērtēšanas procedūras.
- LVS ISO 1996-2:2008 "Akustika. Vides trokšņa raksturošana, mērīšana un novērtēšana.
2. daļa: Vides trokšņa līmeņu noteikšana".
- LVS ISO 9612:2007 "Akustika.
Norādījumi darba vides trokšņa mērīšanai un novērtēšanai".
- LVS 446:2003 "Ugunsdrošībai un civilai aizsardzībai lietojamās drošības zīmes un signālkrašojums".
- LVS EN 12464-1:2003 "Gaisma un apgaismojums. Darbvietu apgaismojums –
1. daļa: Darbvietas telpās".
- LVS EN 12464-2:2007 "Darbvietu apgaismojums –
2. daļa: Darbvietas ārā".
- LV EN 1005-:2004 "Mašīnu drošība. Cilvēka fiziskās darba spējas –
1. daļa: Terminu un definīcijas".
- LV EN1005-:2004 "Mašīnu drošība. Cilvēka fiziskās darba spējas – 2. daļa:
Priekšmetu pārvietošana ar rokām saistībā ar mašīnām un to daļām".
- LV EN1005-:2004 "Mašīnu drošība. Cilvēka fiziskās darba spējas –
3. daļa: Rekomendējamās spēka robežvērtības mašīnu darba operācijām".
- LVS ISO 2631-:2003 "Mehāniskās vibrācijas un triecienu. Cilvēka pakļaušanas visa ķermeņa vibrācijai novērtēšana – 1. daļa: Vispārīgās prasības".
- LVS ISO 2631-:2003 "Cilvēka pakļaušanas visa ķermeņa vibrācijai novērtēšana –
2. daļa: Ilgstoša un triecienu izraisītā vibrācija ēkās (1 līdz 80 Hz)".

