

Svetlana Lakiša, Žanna Martinsone, Inese Mārtiņšone

Darba drošības un vides veselības institūts,

Higiēnas un arodslimību laboratorija

svetlana.lakisa@rsu.lv

Darba vides fizikālie riska faktori

(troksnis, vibrācija, apgaismojums, mikroklimats, optiskais starojums)



RĪGAS STRADIŅA
UNIVERSITĀTE

VITA BREVIS ARS LONGA

Saturs

- Darba vides trokšņa, vibrācijas, apgaismojuma un mikroklimata noteikšana un to radītā riska novērtēšana.
- Preventīvo pasākumu plānošanas principi.
- Optiskais starojums.

Laboratorijas darbība

- HASL darbojas kopš 1966. gada;
- Laboratorija ir akreditēta kopš 1996. gada;
- Ieviesta kvalitātes sistēma pēc standarta ISO 17025:2005;
- HASL galvenie darbības virzieni:
 - » izglītība;
 - » zinātniski pētnieciskā darbība;
 - » darba vides mērījumu pakalpojumi.

Troksnis

Trokšņa veidi

Atkarībā no trokšņa ilguma laikā, tas var būt pastāvīgs, mainīgs un impulsveida (piemēram, sitienu trokšņi).

- Pastāvīgs troksnis – troksnis, kas, neņemot vērā savas intensitātes izmaiņas, pastāv ilgā laika posmā, piemēram, tāds, ko rada mehānismi, kas tiek darbināti ar elektromotoriem: dzirnavas, apkures katli u.c.
- Mainīgs troksnis – troksnis darba vidē mainās ar dažādiem pārtraukumiem un izmaiņas vērojamas plašā frekvenču spektra diapazonā (> 5 dB), piemēram, ķēžu zāģa vai pneimatiskā urbja darbība u.c.
- Impulsa veida troksnis ir, kad viena vai vairāku skaņu impulsu ilgums ir mazāks par 1 sekundi, piemēram, šāviena troksnis.
- Tonālais troksnis – kādā no frekvenču joslām pārsvarā dzirdams atsevišķs tonis, kas vismaz par 10 dB pārsniedz trokšņa spiediena līmeni blakus frekvenču joslās.

Brüel & Kjær «Type 2238» un «Type 2270» *Troksnis*



Trokšņa mērījumu metodes

- Troksnis darba vidē
 - LVS ISO 9612:2009 «Akustika. Darba vides trokšņa ekspozīcijas noteikšana. Tehniskā metode»;
 - Troksni izvērtē atbilstoši MK not. Nr. 66 «Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret darba vides trokšņa radīto risku» (04.02.2003.)
- Troksnis apkārtējā vidē
 - LVS ISO 1996-1:2004 L, «Akustika. Vides trokšņa raksturošana, mērīšana un novērtēšana. 1. daļa: Pamatlielumi un novērtēšanas procedūras»;
 - LVS ISO 1996-2:2008 L, «Akustika. Vides trokšņa raksturošana un mērīšana. 2. daļa: Vides trokšņa līmeņu noteikšana»;
 - MK not. nr.16 «Trokšņa novērtēšanas un pārvaldības kartība» (07.01.2014.).
- Troksnis telpās
 - LVS ISO 1996-2:2008 L «Akustika. Vides trokšņa raksturošana un mērīšana. 2. daļa: Vides trokšņa līmeņu noteikšana»;
 - MK not. nr.16 «Trokšņa novērtēšanas un pārvaldības kartība» (07.01.2014.).

MK noteikumi Nr. 66 – grozījumi (18.12.2012.)

Grozījumi (jaunākie):

- **18. punkts:** Pamatojoties uz riska novērtējumu un iekārtu tehniskās dokumentācijas, tai skaitā tehniskās apkopes dokumentācijas, pārbaudi, trokšņa līmeni mēra, ja ir pamats domāt, ka, salīdzinot ar iepriekšējiem darba vietas pārbaudes rezultātiem, trokšņa līmenis ir paaugstinājies un rada vai var radīt risku nodarbināto drošībai un veselībai, bet ne retāk kā reizi trijos gados.

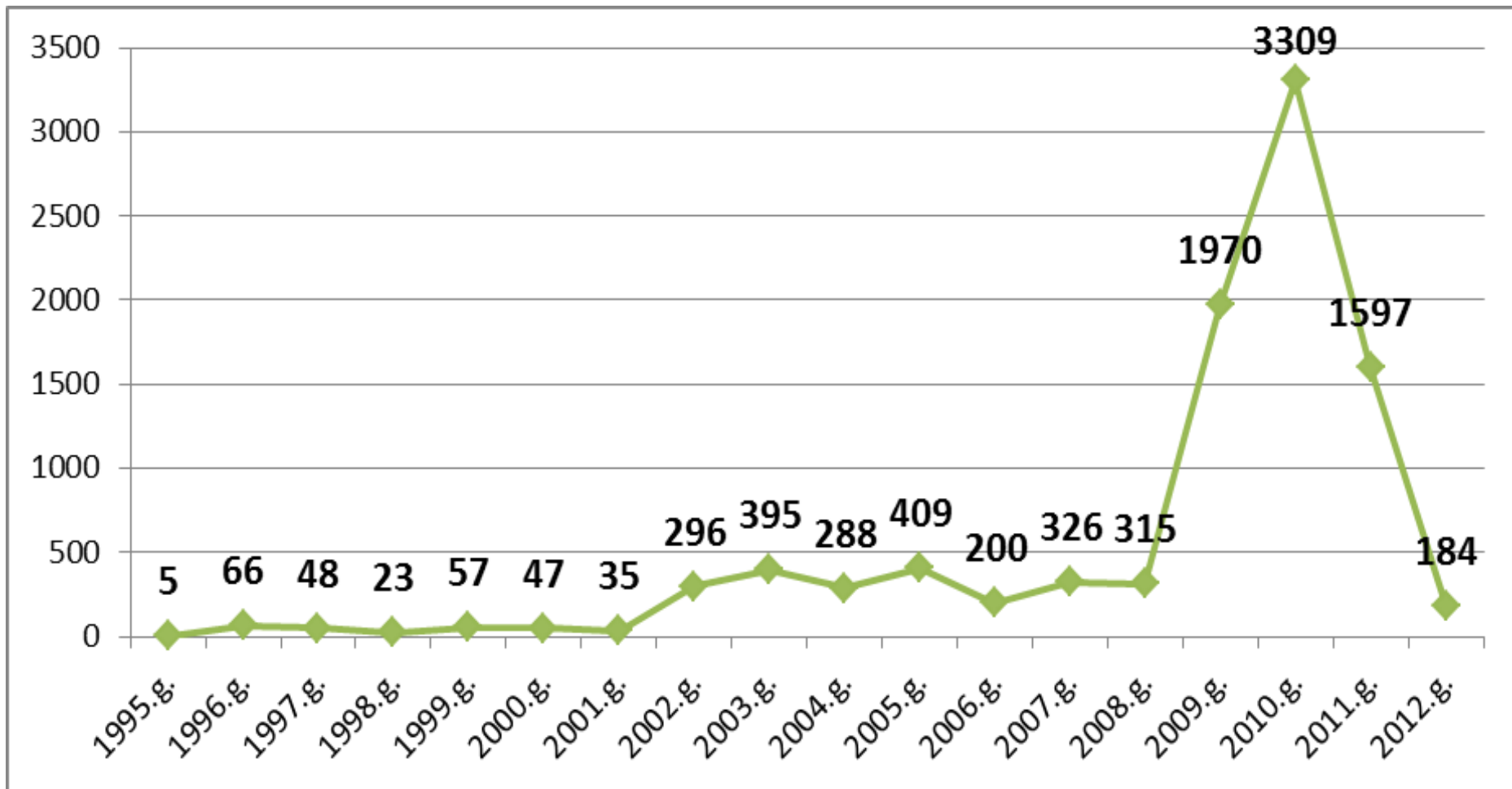
Grozītais (bija iepriekš):

- 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.

Troksnis darba vidē - parametri

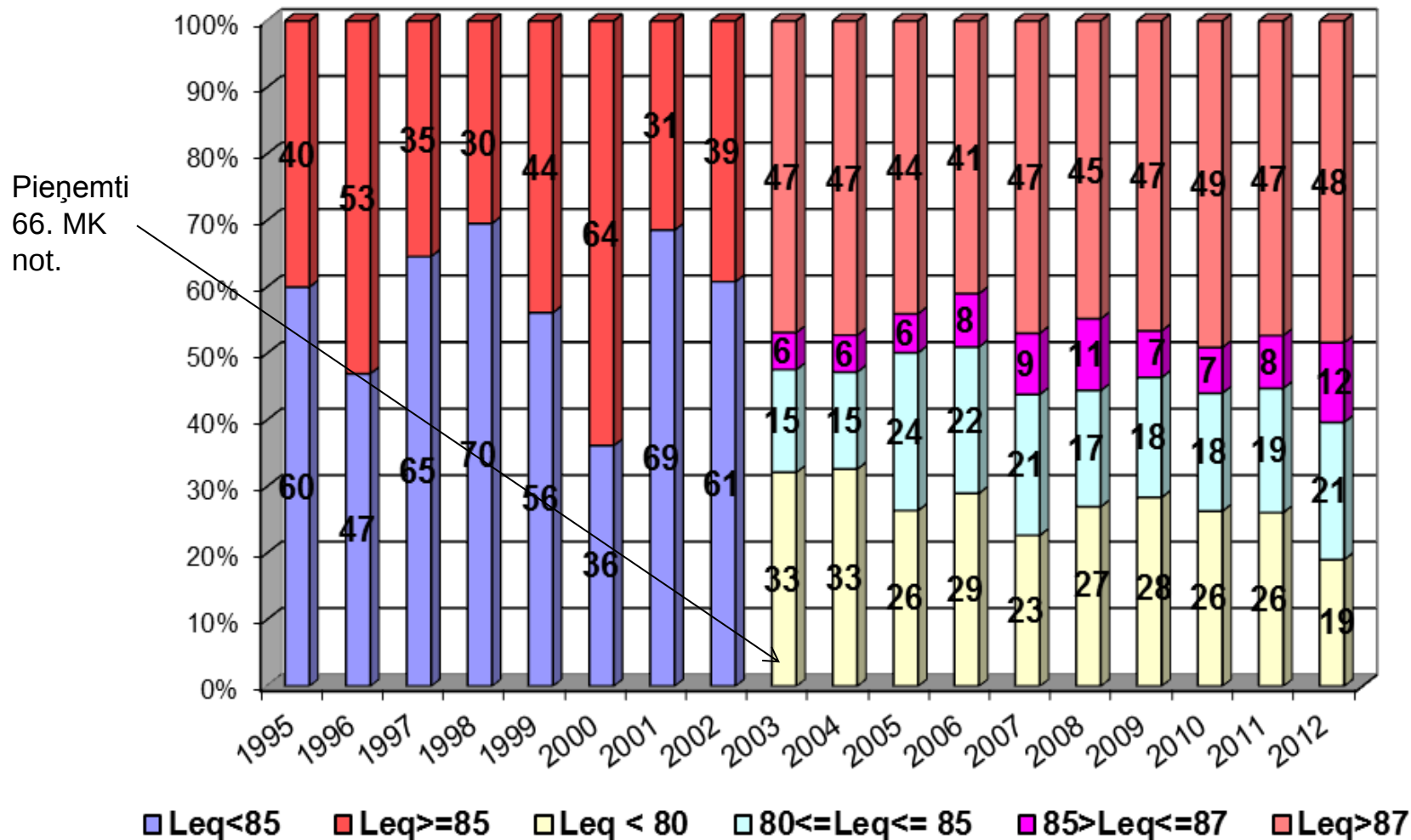
- L_{pAeqT} – ekvivalentais nepārtrauktais A-izsvarotais skaņas spiediena līmenis, dB(A);
- L_{pCPeak} – maksimālais pīķa līmenis kopš mērījuma sākšanas;
- L_{pAmax} – maksimālais A-izsvarotais skaņas spiediena līmenis;
- L_{pAmin} – minimālais A-izsvarotais skaņas spiediena līmenis;
- $L_{EX, 8h}$ – 8 stundu nominālas darba dienas trokšņa ekspozīcijas līmenis.

Darba vides trokšņa mērījumu skaits, 1995. – 2012. gads



*RSU Higiēnas un arodslimību laboratorijas mērījumu datu bāze

Darba vides trokšņa mērījumu pārsniegumi, 1995. – 2012. gads



Troksnis

Testēšanas process: trokšņa līmeņa mērījumi tika veikti pasūtītāja norādītajās darba vietās. Konstatēts nepastāvīgs troksnis, kuru izraisa iekārtu darbība. Trokšņa līmeņa rādītāji tika noteikti ~ 0,1 - 0,3 m attālumā no darbinieka auss. Trokšņa līmeņa mēriekārtas mikrofons vērsts trokšņa avota virzienā. Trokšņa līmeņa rādītāji tika noteikti laika periodā, kas raksturo trokšņa līmeni konkrētā darba vietā. Trokšņa līmeņa mērījumi tika veikti diapazonā no 50 – 120 dB(A). Trokšņa līmeņa mēriekārta A-izsvartotā ekvivalentā trokšņa līmeņa $L_{Aeq,T}$ aprēķinus veic automātiski mērījumu laikā.

Darba vietas Nr.	Darba vietas apraksts	Ekspozīcijas ilgums darba dienā	Mērījumu veikšanas laiks, ilgums	Noteiktie rādītāji*/**					Normatīvais lielums***	
				$L_{pA\ min}$, dB(A)	$L_{pA\ max}$, dB(A)	L_{pCpeak} , dB	$L_{pAeq, T}$, dB(A)	$L_{EX, 8h}$, dB(A)	L_{Cpeak} , dB	$L_{EX, 8h}$, dB(A)
1	Ražošanas cehs Nr. 1, operatora d/v pie slīpmašīnas "Costa", slīpē koka detaļas.	4 st.	09:48 - 10:03	82.3	89.2	107.1	84.7	81.7±3.2	140.0	87.0
2	Ražošanas cehs Nr. 2, operatora d/v (pie materiālu padošanas) pie dubulttapošanas iekārtas "Acosta", tapo koka detaļas.	7 st.	10:10 - 10:26	87.3	98.4	113.0	92.7	92.1±3.3	140.0	87.0

Piezīmes:

* noteiktie rādītāji:

$L_{pA\ min}$ - minimālais A-izsvartotais skaņas spiediena līmenis;

$L_{pA\ max}$ - maksimālais A-izsvartotais skaņas spiediena līmenis;

$L_{pAeq, T}$ - ekvivalents nepārtrauktais A-izsvartotais skaņas spiediena līmenis laika periodā;

L_{pCpeak} - pīķa lielums;

$L_{EX, 8h}$ – ikdienas trokšņa ekspozīcijas līmenis - trokšņu ekspozīcijas līmeņu laikā izsvartotās vidējās vērtības astoņu stundu darba dienā;

** rezultātam uzrādīta mērījuma kombinētā standartnenoteiktība, kas aprēķināta pēc LVS ISO 9612:2009 E pielikuma C, punkta C.3.2.;

*** atbilstoši MK not. Nr. 66 "Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret darba vides trokšņa radīto risku", 04.02.2003. (stājas spēkā 08.02.2003.) standartizētā astoņu stundu atskaites perioda darba dienas trokšņa ekspozīcijas līmeņa $L_{EX, 8h}$ un pīķa līmeņa $L_{pīķa}$ robežvērtības attiecīgi ir 87 dB(A) un 140 dB.

Vibrācija

- Vibrācija ir elastīgās vides daļiņu mehāniskās svārstības ar noteiktu amplitūdu un biežumu (frekvenci).
- Nodarbinātie vienlaikus var būt pakļauti vairāku virzienu un frekvenču vibrācijām.
- Vibrācijas iespējamo kaitējumu cilvēka veselībai var novērtēt, izmantojot normējamus parametru – vibropaātrinājumu (a , m/s^2).
- Izšķir divus vibrācijas veidus darba vidē: visa ķermeņa vibrācija (VKV) un plauksta-rokas vibrācija (PRV).
- Vibrācijas ekspozīcija ir atkarīga ne tikai no tās lieluma, bet arī no ekspozīcijas ilguma.

"Brüel & Kjaer 4447"

Vibrācija

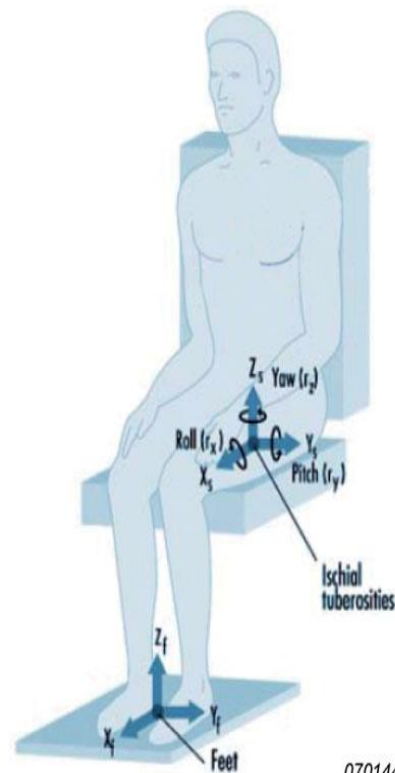


Vibrācijas mērījumu metodes

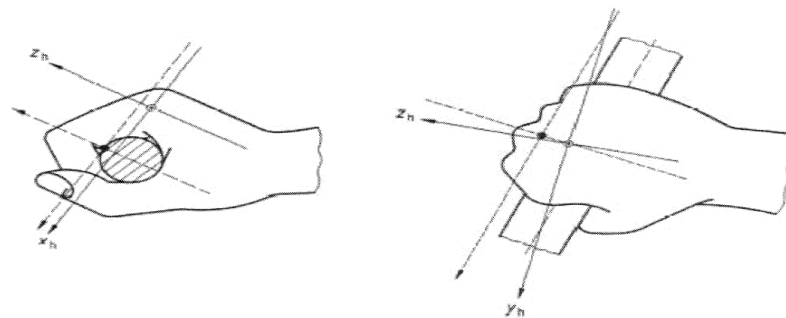
- Plaukstas - rokas vibrācija:
 - LVS EN 5349/1:2005L «Mehāniskā vibrācija - Uz cilvēka roku pārvadītas vibrācijas ekspozīcijas mērīšana un novērtēšana - 1.daļa: Vispārīgās prasības»
 - LVS EN 5349/2:2005L «Mehāniskā vibrācija - Uz cilvēka roku pārvadītas vibrācijas ekspozīcijas mērīšana un novērtēšana - 2.daļa: Praktiski norādījumi mērījumu veikšanai darba vietā»
- Visa ķermeņa vibrācija:
 - LVS ISO 2631/1:2003L «Mehāniskās vibrācijas un triecieni. Cilvēka ķermeņa vispārējās vibroeksponētības izvērtēšana. 1.daļa: Vispārīgās prasības»
- Vibrācijas rezultāti tiek novērtēti pēc MK not. Nr. 284 "Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret vibrācijas radīto risku darba vidē".
- OVP veikšana saskaņā ar MK noteikumu Nr. 219 "Obligātās veselības pārbaudes veikšanas kārtība" (reizi 3 gados, ja vibrācijas līmenis pārsniedz ekspozīcijas darbības vērtību, vai reizi gadā – ja vibrācijas līmenis pārsniedz ekspozīcijas robežvērtību).

Vibrācijas līmeņa parametri

- a_x —vibrācijas frekvenču izsvārta paātrinājuma vidējā kvadrātiskā vērtība x ass virzienā (m/s^2);
- a_y - vibrācijas frekvenču izsvārta paātrinājuma vidējā kvadrātiskā vērtība y ass virzienā (m/s^2);
- a_z - vibrācijas frekvenču izsvārta paātrinājuma vidējā kvadrātiskā vērtība z ass virzienā (m/s^2);
- a_s — vibrācijas kopējā vērtība frekvenču izsvārotam vidējam kvadrātiskam paātrinājumam, kas ir vidējā kvadrātiskā vērtība no vibropaātrinājuma kvadrātu vērtībām trīs mērījumu asīs (x; y; z) (m/s^2);
- $a_{hv(eq, 8h)}$ — vibrācijas ikdienas ekspozīcija (vibrācijas kopējās vērtības 8 stundu ekvivalents) (m/s^2).

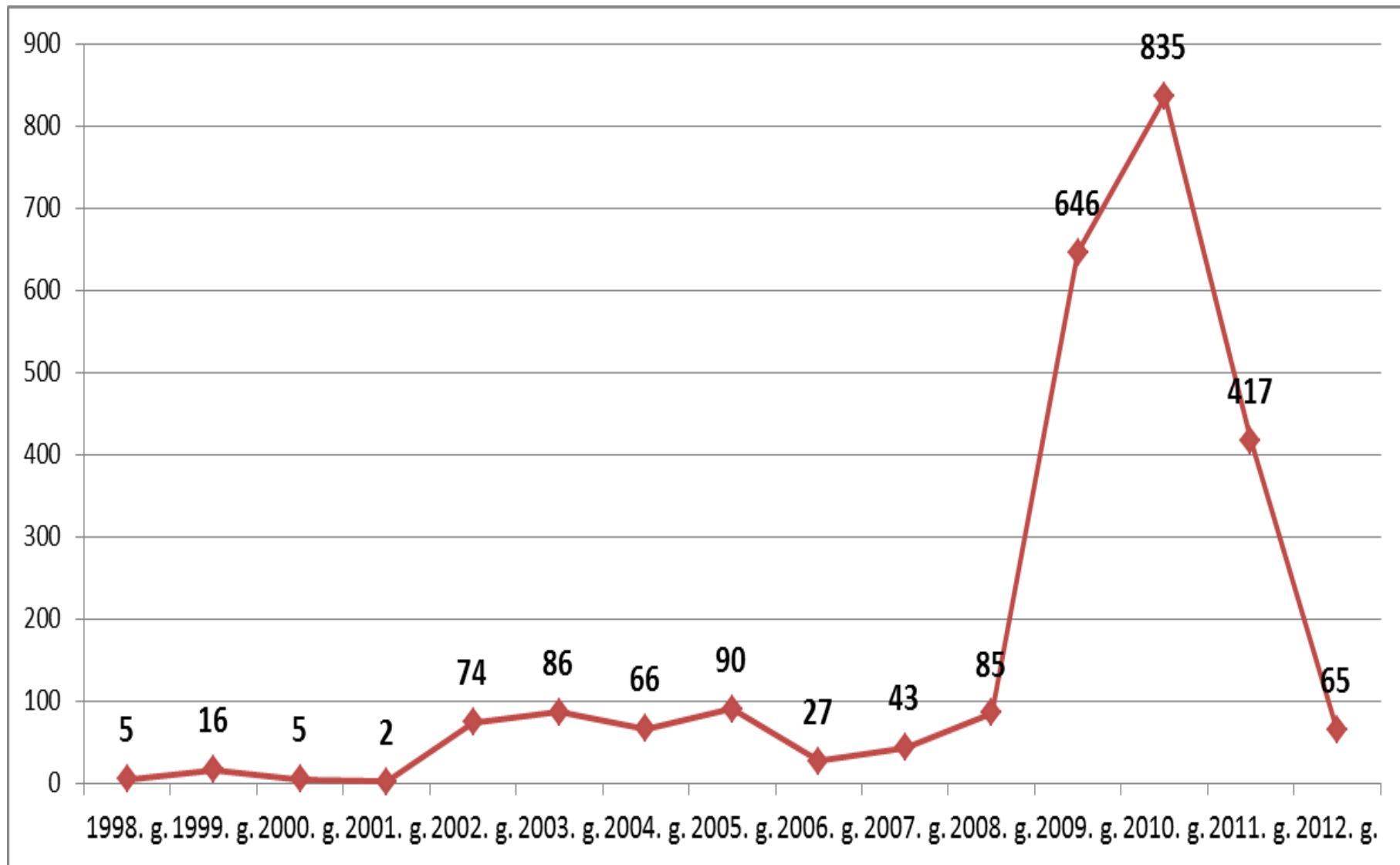


070144/1

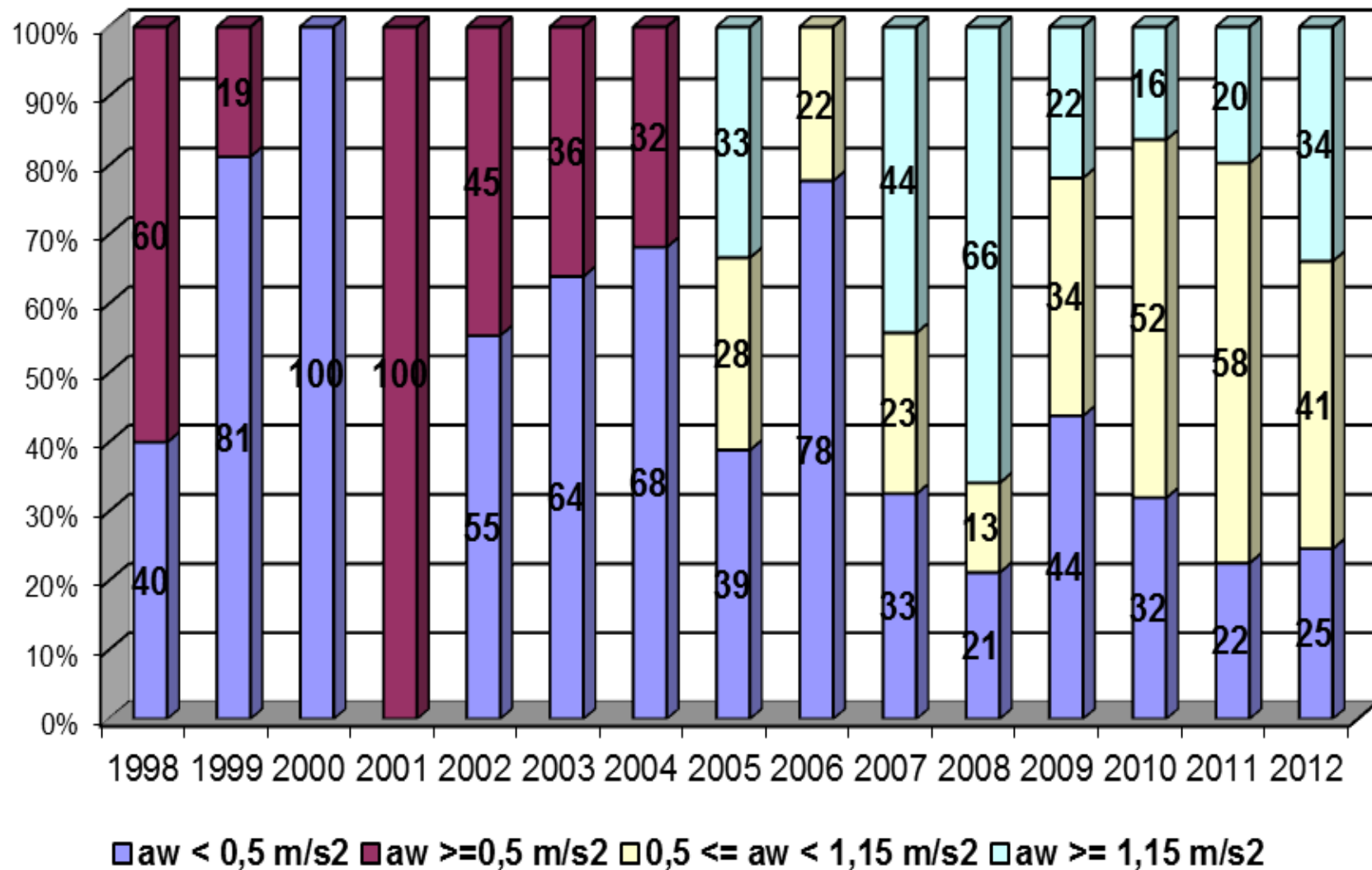


a) “Satvēriena” pozīcija (Šajā pozīcijā roka ir cilindriskā stiepa standartizēta tvēriena stāvoklī)

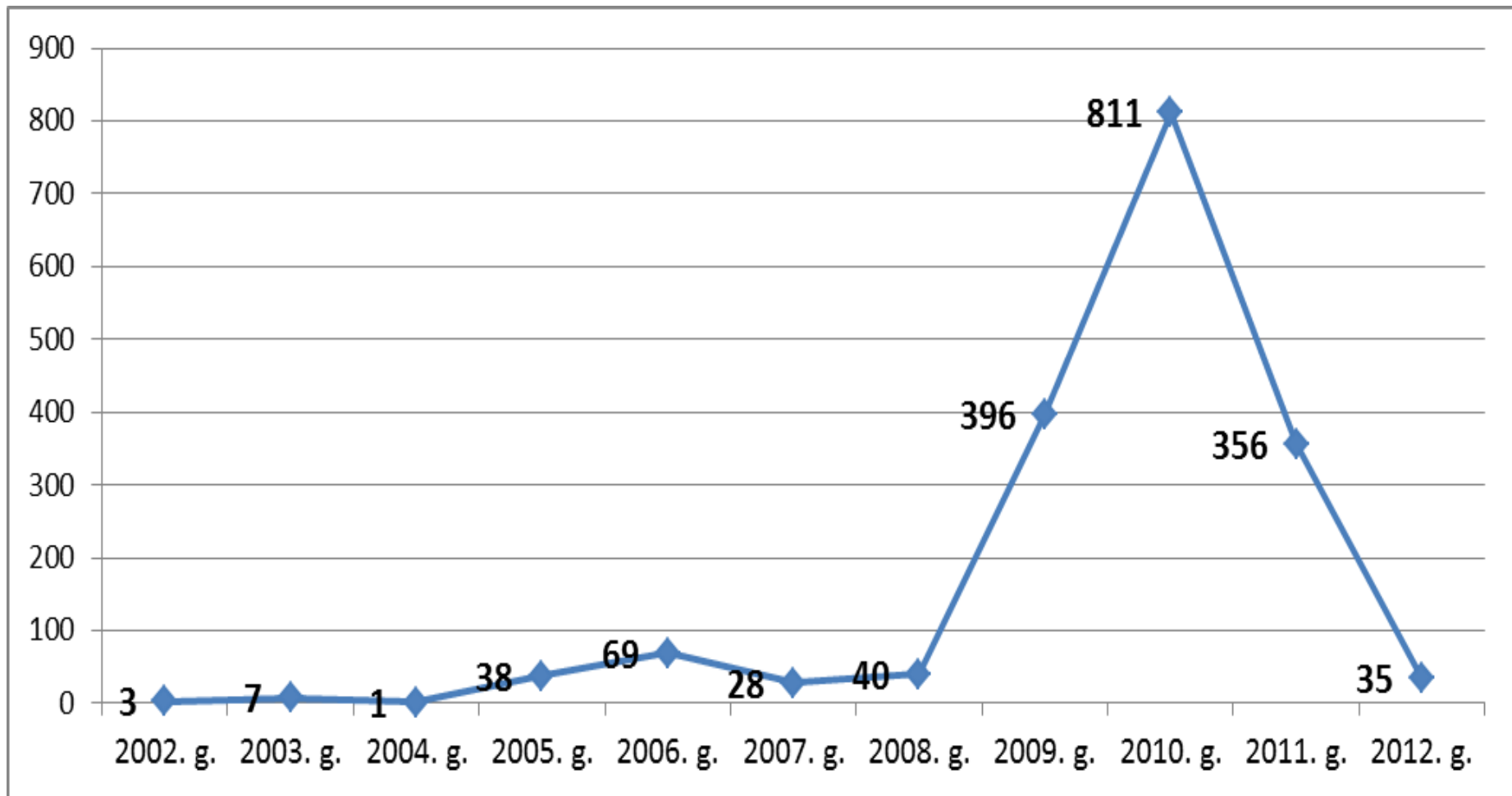
VĶV mērījumu skaits, 1998. – 2012. gads



VĶV mērījumu pārsniegumi



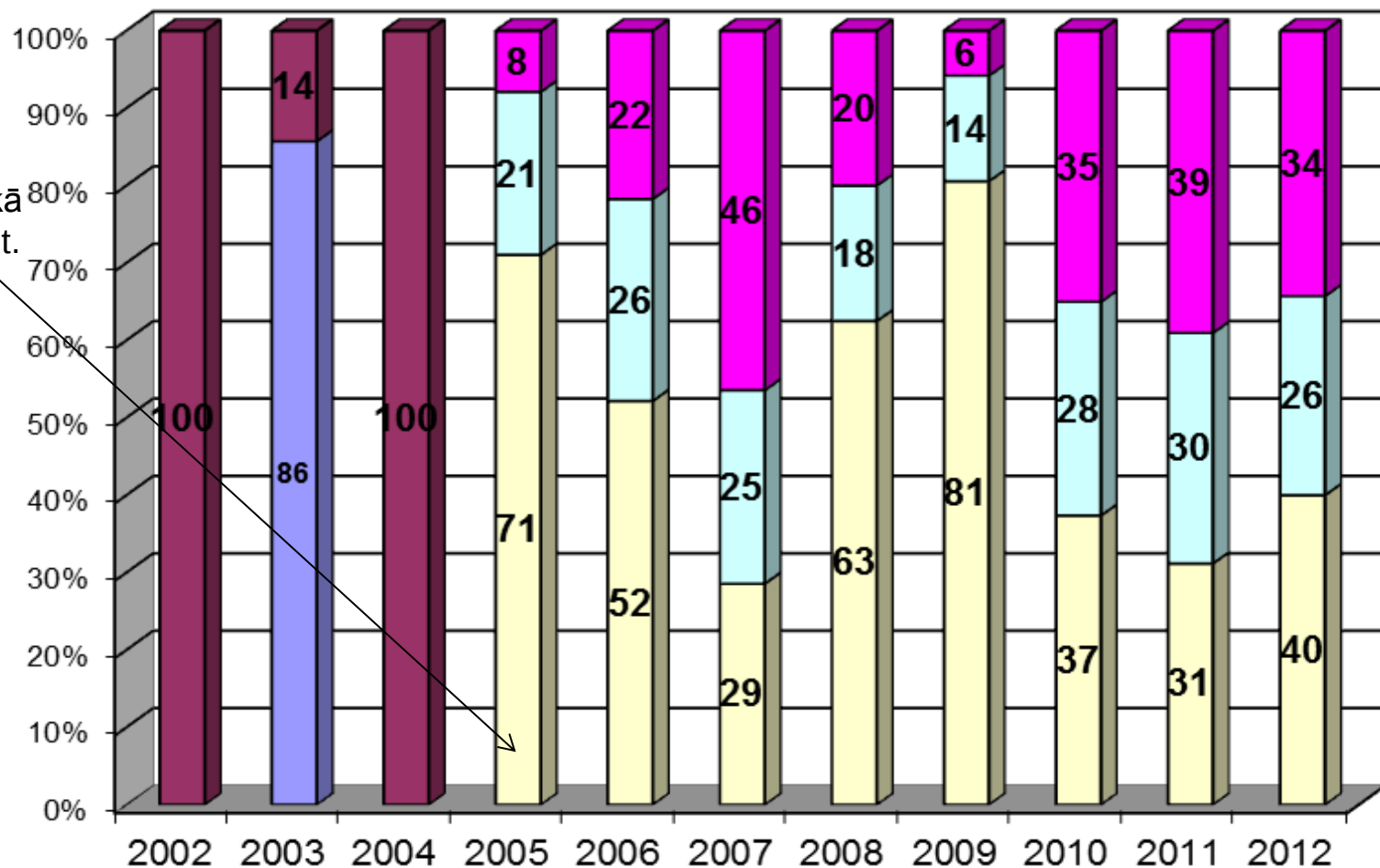
PRV mērījumu skaits, 2002. – 202. gads



*RSU Higiēnas un arodslimību laboratorijas mērījumu datu bāze

PRV mērījumu pārsniegumi

Stājas spēkā
284. MK not.



■ $aw < 2 \text{ m/s}^2$
■ $aw \geq 2 \text{ m/s}^2$
■ $aw < 2,5 \text{ m/s}^2$
■ $2,5 \geq aw < 5 \text{ m/s}^2$
■ $aw \geq 5 \text{ m/s}^2$

- Lai gūtu pareizu priekšstatu par vidējo ikdienas vibrācijas ekspozīciju, ir nepieciešams identificēt:
 - tehniskais stāvoklis, braukšanas paradumi, segums
 - visus vibrācijas avotus (pielietotās, izmantotās mašīnas un instrumentus)
 - darbarīku operācijas veidus (piem., brīvgaita, zem slodzes, apstrādājama materiāla, ātrumu maiņas, režīmus)
 - operāciju apstākļu izmaiņas (piem., cietkoksnes, skaidu plates vai finiera plāksnes apstrāde, netipiski darba apstākļi)
 - palīgmateriāli, iekārtas, kas var ietekmēt vibrācijas ekspozīciju (piem., abrazīvais papīrs, iekārtas uzgaļi vai motorzāģa ķēde).

Vibrācija

Testēšanas process: vibrācijas paātrinājuma mērījumi trīs ortogonālo asu virzienos (x,y,z) tika veikti pasūtītāja norādītajās darba vietās. Izmantojot ortogonālajās asīs iegūtos mērījumus, tiek aprēķināta vislielākā vidēji kvadrātiskā vibrācijas paātrinājuma vērtība (summārā) as.

Darba vietas Nr.	Darba vietas apraksts	Ekspozīcijas ilgums darba dienā	Vibrācijas paātrinājuma vērtības m/s^2 */**					Normatīvais lielums ***
			ax	ay	az	as	A(8)	
4.	Ražotne (1. zāle), darbs ar rokas figūrzāģi "Festool", galdnieka d/v (uz roktura), zāģē finiera plāksni.	1 st.	2.03	2.96	1.73	3.98	1.41	Plaukstas - rokas vibrācija
5.	Ražotne (1. zāle), darbs ar rokas zāģi "Festool", galdnieka d/v (uz akseleratora roktura).	1.5 st.	0.77	0.64	0.65	1.2	0.52	Plaukstas - rokas vibrācija
	Ražotne (1. zāle), darbs ar rokas zāģi "Festool", galdnieka d/v (uz vadošā roktura).	1.5 st.	0.73	0.57	3.42	3.55	1.54	Plaukstas - rokas vibrācija
7.	Darbs ar harvesteru "TimberJet", operatora d/v (mērījums veikts uz krēsla, brauc pa cirsma, strādā ar hidraulisko manipulatoru (fiskaru)).	6 st.	0.31	0.29	0.18	0.62	0.54	Visa ķermeņa vibrācija
8.	Darbs ar kravas automašīnu, kokmateriālu iekraušanas darbus veikšana, vadītāja-operatora d/v (mērījums veikts uz krēsla, strādā ar hidraulisko manipulatoru (fiskaru)).	4 st.	0.39	0.38	0.40	0.87	0.62	Visa ķermeņa vibrācija

Piezīmes:

*apzīmējumi:

ax - vibrācijas vidēji kvadrātiskais paātrinājums x ass virzienā;

ay - vibrācijas vidēji kvadrātiskais paātrinājums y ass virzienā;

az - vibrācijas vidēji kvadrātiskais paātrinājums z ass virzienā;

as - vibrācijas vislielākais vidēji kvadrātiskais paātrinājums (summārais);

A(8) – vibrācijas paātrinājuma ekspozīcijas vērtība 8 stundu darba dienai;

** mērījuma nenoteiktība saskaņā ar kalibrācijas sertifikātu nr. 971848 AV2.3-00-559 visa ķermeņa vibrācijas līmeņa mērījumiem ir $\pm 0,02 m/s^2$;

***atbilstoši MK not. Nr. 284 "Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret vibrācijas radīto risku darba vidē", 13.04.2004. (stājas spēkā 01.07.2005.) visa ķermeņa vibrācijai standartizētā astoņu stundu atskaides perioda dienas ekspozīcijas robežvērtība ir $1,15 m/s^2$ un dienas ekspozīcijas darbības vērtība ir $0,5 m/s^2$.

Apgaismojums

Nepietiekama apgaismojuma pazīmes

- Grūtības saredzēt lietas/informāciju
- Acu sasprindzinājums
- Acu kairinājums
- Neskaidra redze
- Galvassāpes
- Piespiedu pozas un sāpes muguras augšdaļā vai kakla zonā

D/v nepieciešamais apgaismojums ir atkarīgs no

■ Veicamā darba:

- saskatāmo objektu lieluma, formas un krāsas
- veicamā darba precizitātes un bīstamības
- darba virsmas krāsas, spilgtuma, no kontrasta starp saskatāmajiem priekšmetiem un fona u.c.

■ Attāluma no nodarbināta acīm līdz saskatāmajam objektam

■ Nodarbinātā individuālajām īpatnībām (acs piemērošanās spējas, fizioloģiskās īpatnības)

Apgaismojuma piemēri

Piemērs	Apgaismojums (lx)
Operāciju zāle	20 000 ... 120 000
Saulaina vasaras diena	60 000 ... 100 000
Apmākusies vasaras d.	20 000
Apmākusies ziemas d.	3000
Labi apgaismota darba vieta	500 ... 750
Iela	5 ... 100
Nakts, pilnmēness	0.25
Nakts, jauns mēness	0.01

Apgaismojuma novērtēšanas metodes

- ГОСТ – 24940 – 96 „Здания и сооружения. Методы измерения освещенности”.
- LVS EN 12464-1: 2011 „Gaisma un apgaismojums. Darbvietu apgaismojums. 1. daļa: Darbvietas telpās”.
- LVS EN 12464-2:2007 „Darbvietu apgaismojums. 2. daļa: Darbvietas ārā”.
- MK noteikumi **Nr. 359** (28.04.2009) “Darba aizsardzības prasības darba vietās” (spēkā no 01.01.2010)

Biežākās ar apgaismojumu saistītās darba vides problēmas

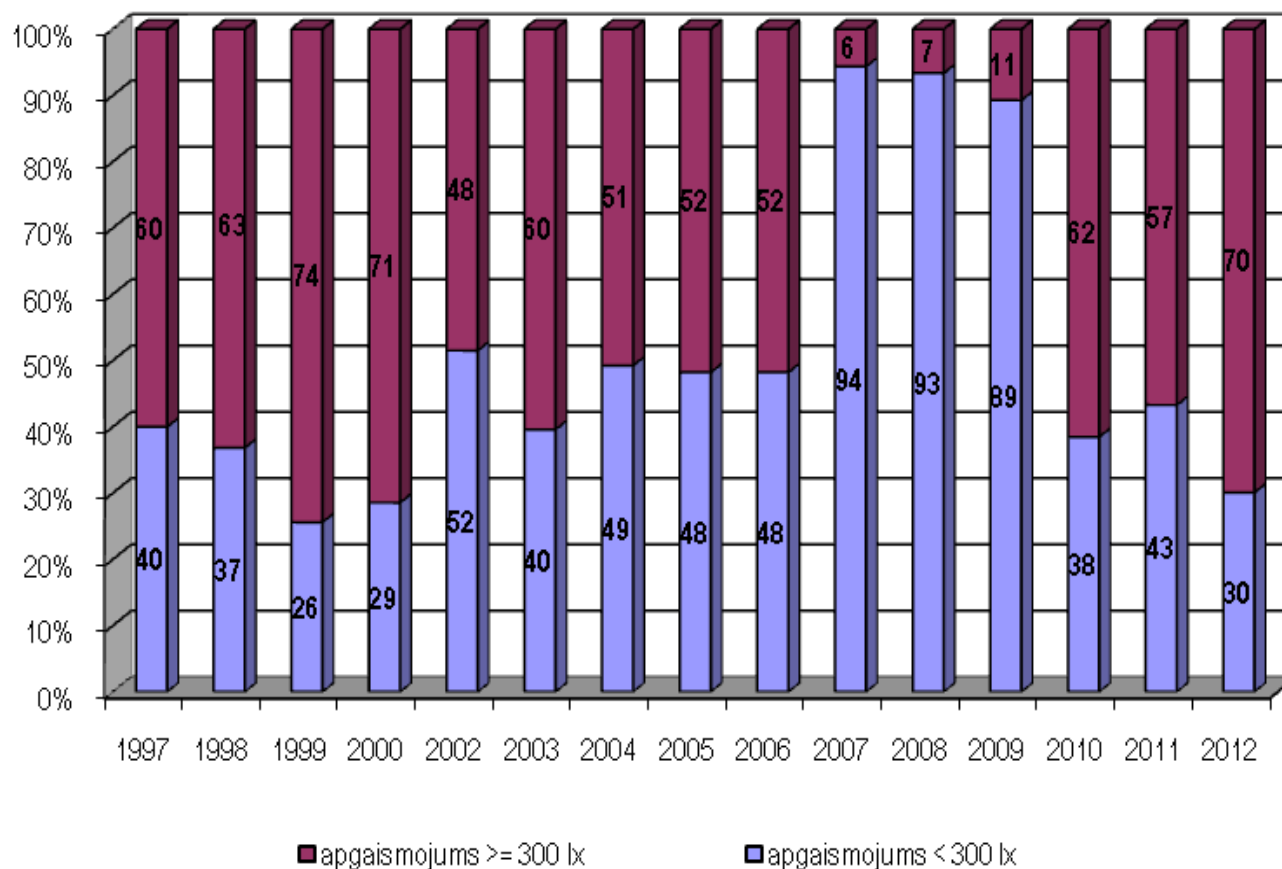
- Nepietiekams apgaismojums (nepareizs izvietojums, lampu trūkums/izdegušas, netīri gaismas ķermeņi u.c.)
- Slikts vai nepilnīgs gaismas sadalījums, viendabīgums
- Pārmērīgi spilgts apgaismojums
- Atstarotā gaisma (ekrāns, gaišie materiāli, stikls)

Apgaismojuma mērījumi

Luksometrs



Apgaismojuma līmenis procentuāli no 1997.gada līdz 2012.gadam.



*Higiēnas un ģeodzinātību laboratorijas datu bāze

Apgaismojums

Testēšanas process: apgaismojuma mērījums tika veikts telpā, kur dabīgā apgaismojuma attiecība pret mākslīgo ir ne vairāk kā 0,1. Mērījums veikts atbilstoši darba virsmas novietojumam - horizontāli, mērījumu skaits darba vietā n=8. Vispārējais darba vietas apgaismojums noteikts ~ 1m virs grīdas. Sprieguma svārstības tīklā būtiski neietekmē rezultātus (voltmetra rādītāji 214 - 219 V).

Darba vietas Nr.	Darba vietas apraksts	Apgaismojuma ierīču stāvoklis*	Noteiktais vidējais vispārējais apgaismojums luksos (lx)**	Normatīvais lielums luksos (lx)***
1.	Ražotne. Briķešu līnija, kokapstrādes operatora d/v- briķešu iepakojšanas darbi.	Deg 10 DGL	238	300
3.	Darbnīca. Lentzāģu asināšanas dabi, asinātāja d/v.	Deg 12 DGL	189	500
10.	A5 kokapstrādes cehs. Koksnes materiālu apstrādātāju d/v, darbs pie iekārtas Hidromat.	Deg 10 DGL	108	500
13.	A5 kokapstrādes cehs. Kokapstrādes operatora d/v, darbs pie iekārtas Presses Hess.	Deg 16 DGL un 2 prožektoru	267	300

Piezīmes:

*DGL – dienas gaismas lampas, KS – kvēlspuldzes;

** apgaismojuma mērījumu nenoteiktība saskaņā ar kalibrēšanas sertifikātu nr. E0907K10 pie 100 lx nominālās vērtības tā ir $\pm 7,2$ lx, pie nominālās vērtības 300 lx tā ir 12,5 lx un 500 lx, tā ir ± 21 lx;

*** atbilstoši MK not. Nr. 359 „Darba aizsardzības prasības darba vietās”, 28.04. 2009. (stājas spēkā 01.01.2010.).

Iekštelpu apgaismojuma līmeņi atkarībā no darba vietas un darba veida

D/v, darba veids	Minimālais apgaismojums (lx)	Piezīmes
Noliktavas: - noliktavas, t.sk. saldētavas	100	200 lx, ja telpas tiek nepārtraukti lietotas
- šķirošanas un pakošanas zonas	200	

*atbilstoši 359 MK noteikumiem

Iekštelpu apgaismojuma līmeņi atkarībā no darba vietas un darba veida

D/v, darba veids	Minimālais apgaismojums (lx)	Piezīmes
Kīmiskā, plastmasas izstrādājumu un kaučuka ražošana: - automātiski vadāmo ierīču telpas, kurās ir nodarbinātie	100	
- darba vietas, kur pastāvīgi jādarbojas ar rokām	300	
- laboratorijas un telpas, kurās veic precīzus mērījumus	500	



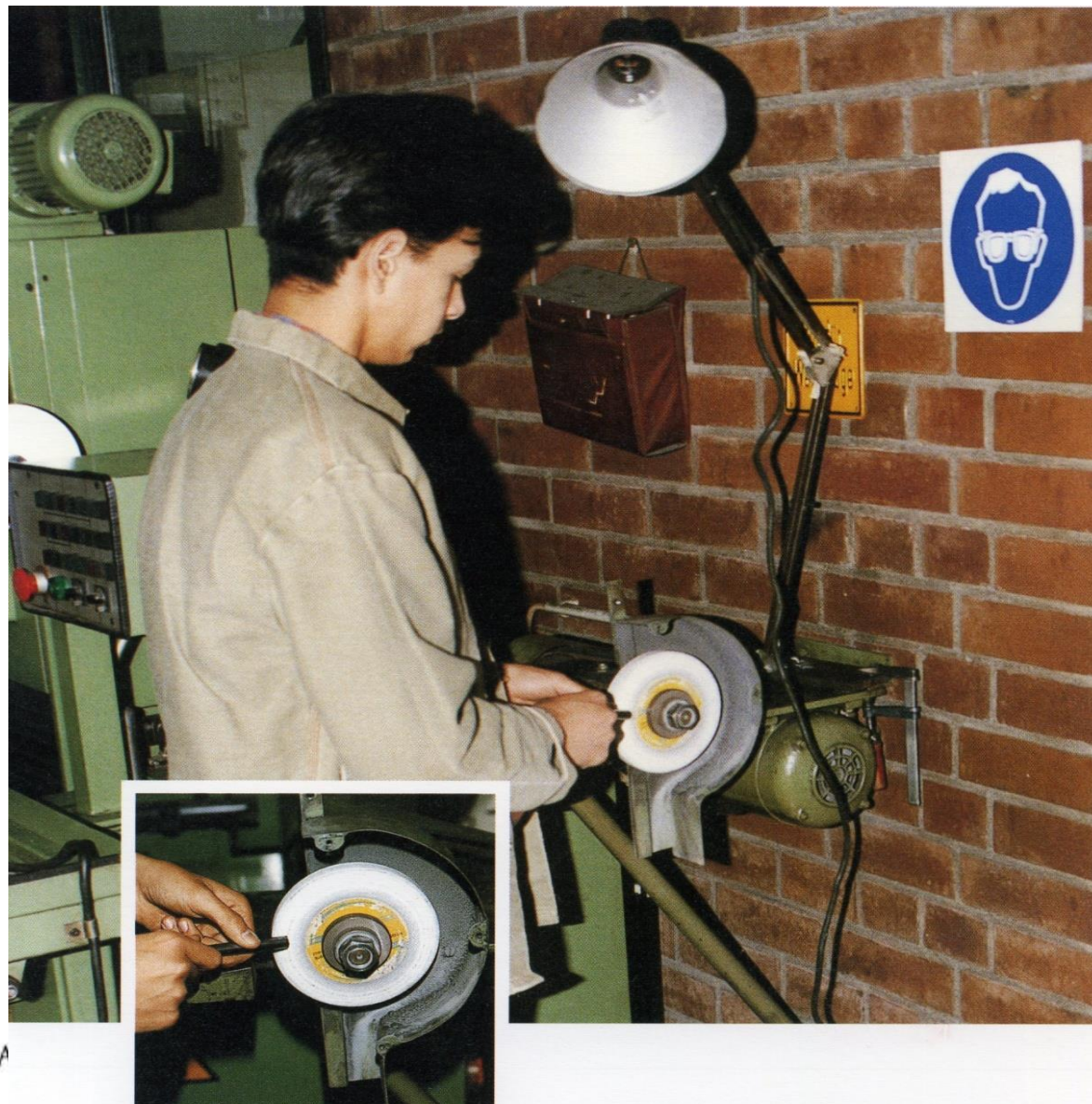
Apgaismojuma mērījumu piemēri

- » Biroja darbs (darbs ar dokumentiem) 103 – 700 lx
- » Ražošanas telpas, autoklāva uzraudzība (impregnēšana), operatora d/v – 21lx
- » Kokmateriālu montāžas darbi un beigu apstrāde, operatora d/v: 59 lx
- » Riepu montāžas stends – 98 lx
- » Krāsošanas operatora darba vieta - 91 lx
- » Šūšanas cehs, šuvējas d/v – 585 lx
- » Direktora kabinets – 110 lx

Laboratorisko rezultātu izvērtējums

- Apgaismojums uz darba virsmas – 490 lx
- MK noteikumos noteiktais minimālais apgaismojums – 500 lx
- Vai apgaismojums ir pietiekams?
- Mēraparāta nenoteiktība – 8 %

Realitāte darba vidē



Mikroklimats

Mikroklimatu raksturo:

- gaisa temperatūra
- virsmu temperatūra
- gaisa relatīvais mitrums
- gaisa plūsmas ātrums
- siltuma starojuma (radiācijas) intensitāte

Siltuma apmaiņas līdzsvars

$$Q = M \pm W \pm R \pm C \pm K - E - RES$$

kur Q - organisma siltuma slodze (aizturētais vai zaudētais siltuma daudzums)

M – producētais siltuma daudzums (metaboliskais siltums)

W - fiziskā slodze

R - siltumapmaiņa ar vidi radiācijas ceļā

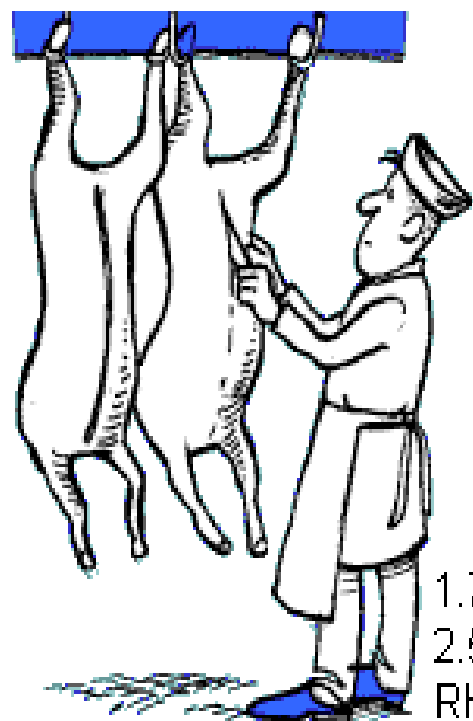
C - siltumapmaiņa ar gaisu konvekcijas ceļā

K - siltumapmaiņa ar kontaktējošām virsmām kondukcijas ceļā

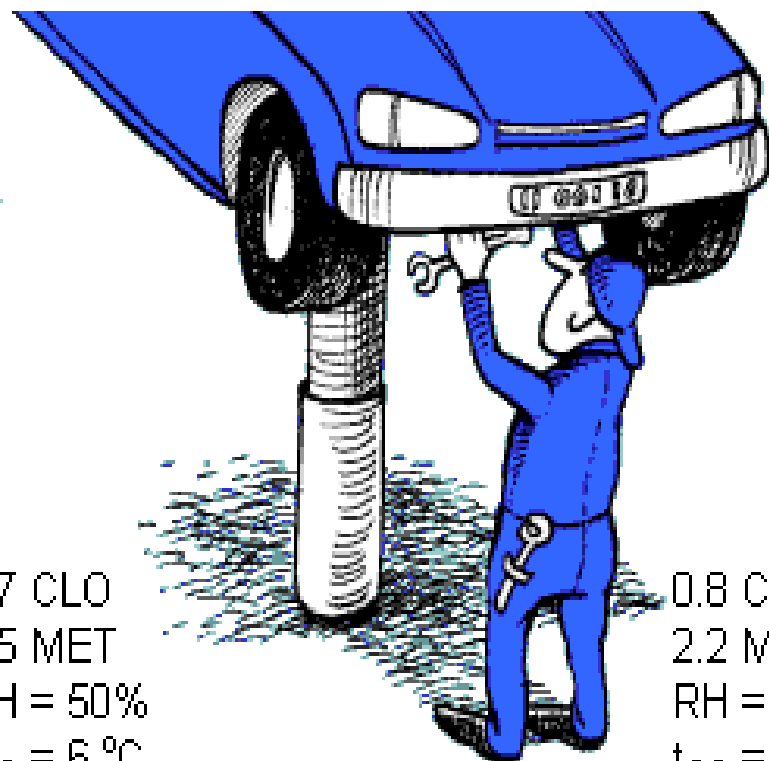
E - siltumatdeve svīstot

RES - siltumatdeve izelpojot

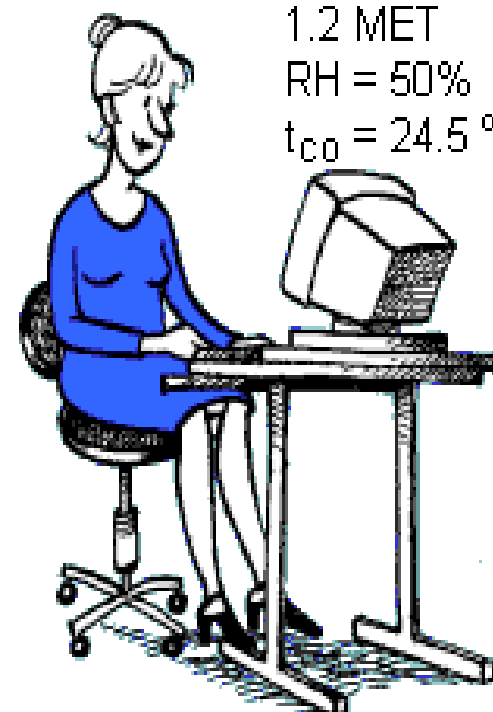
Termālais komforts atkarībā no...



1.7 CLO
2.5 MET
RH = 50%
 $t_{co} = 6\text{ }^{\circ}\text{C}$



0.8 CLO
2.2 MET
RH = 50%
 $t_{co} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$



0.5 CLO
1.2 MET
RH = 50%
 $t_{co} = 24.5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Darba telpu mikroklimatam noteiktās prasības atkarībā no fiziskās slodzes – Nr. 359/2009, 1. pielikums

Gada periods	Darba kategorija	Gaisa temperatūra, (C°)	Gaisa relatīvais mitrums, (%)	Gaisa kustības ātrums, (m/s)
Gada aukstais periods	I (nav saistīts ar fizisku piepūli)	19,0-25,0	30-70	0,05-0,15
	II (vidēji smags darbs)	16,0-23,0	30-70	0,1-0,3
	III (fiziski smags darbs)	13,0-21,0	30-70	0,2-0,4
Gada siltais periods	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

Gaisa mitruma ietekme un organisma ūdens zudumu caur ādu un plaušām

(“Vides veselība”, 2008)

Gaisa temperatūra (°C)	Organisma ūdens zudums (g/stundā)	
	Ļoti sauss gaiss	Ļoti mitrs gaiss
15	36,3	9,0
20	54,1	15,3
25	75,4	23,9

Likumdošana un standarti

- MK noteikumi Nr. 359 (28.04.2009) “Darba aizsardzības prasības darba vietās” (spēkā no 01.01.2010)
- Vides siltuma ergonomika. Ierīces fizikālo lielumu mērīšanai - LVS EN ISO 7726:2004 L (spēkā no 12.10.2004.)

MK noteikumi Nr. 534

Svaiga gaisa padeves minimums

15 m³/h

uz cilvēku (ja vienīgais gaisa piesārņotājs ir cilvēks)

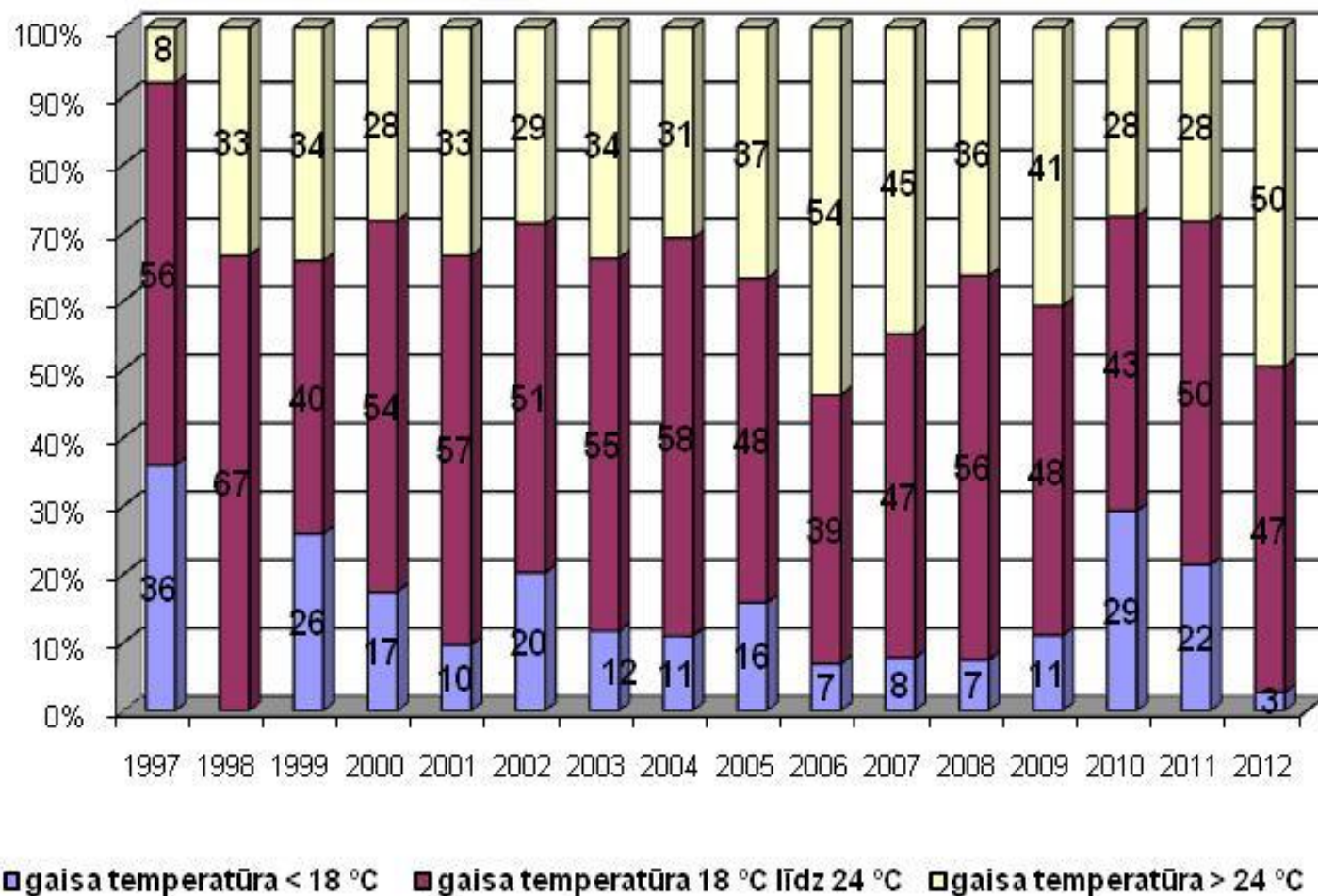
! Ventilācijas efektivitāte, kas bieži vien netiek nodrošināta un pietiekami novērtēta...

Mikroklimata mērījumi

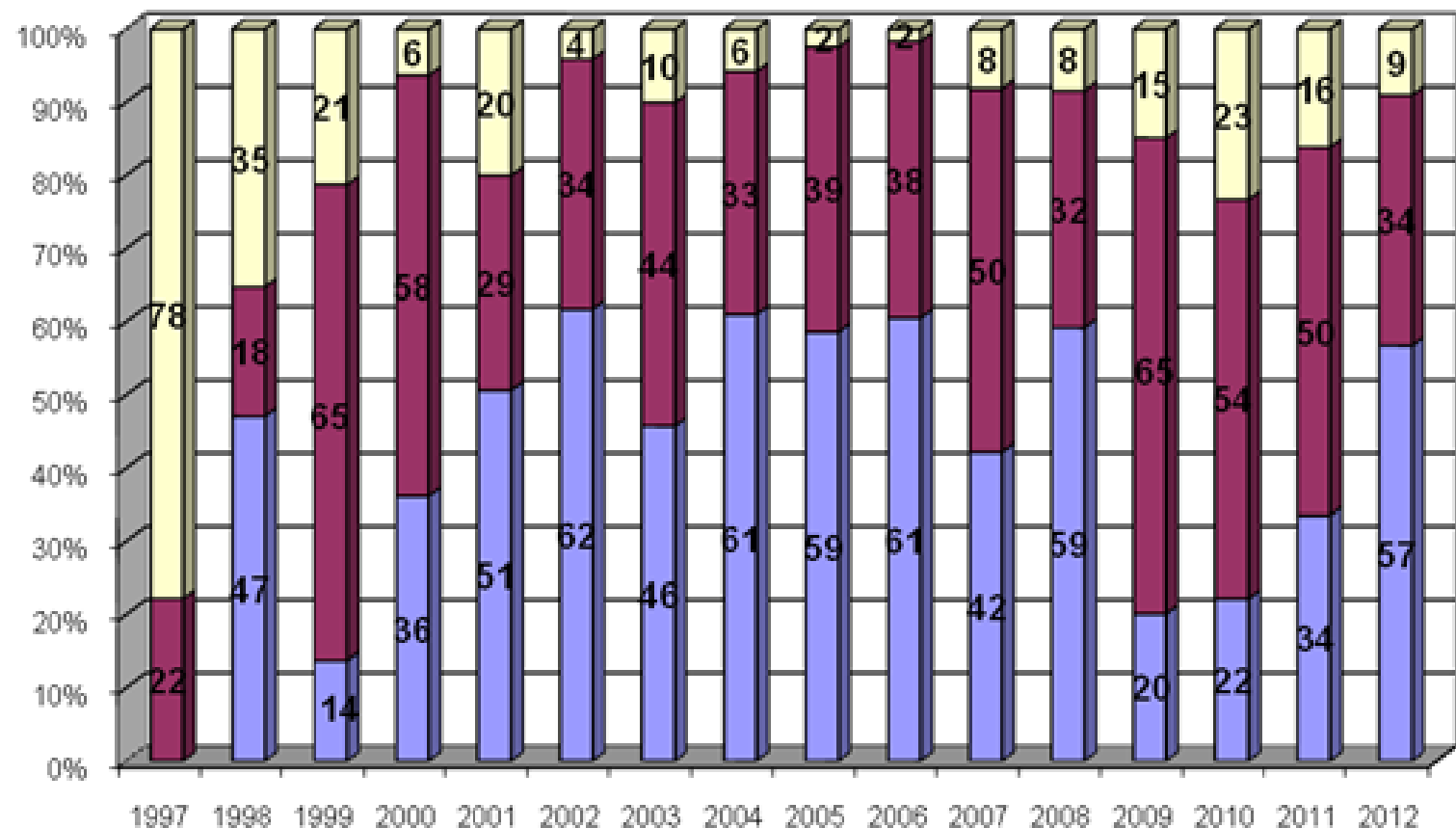


“Testo 400”
“Testo 480”

Darba vides temperatūras mērījumu rezultātu sadalījums (%)

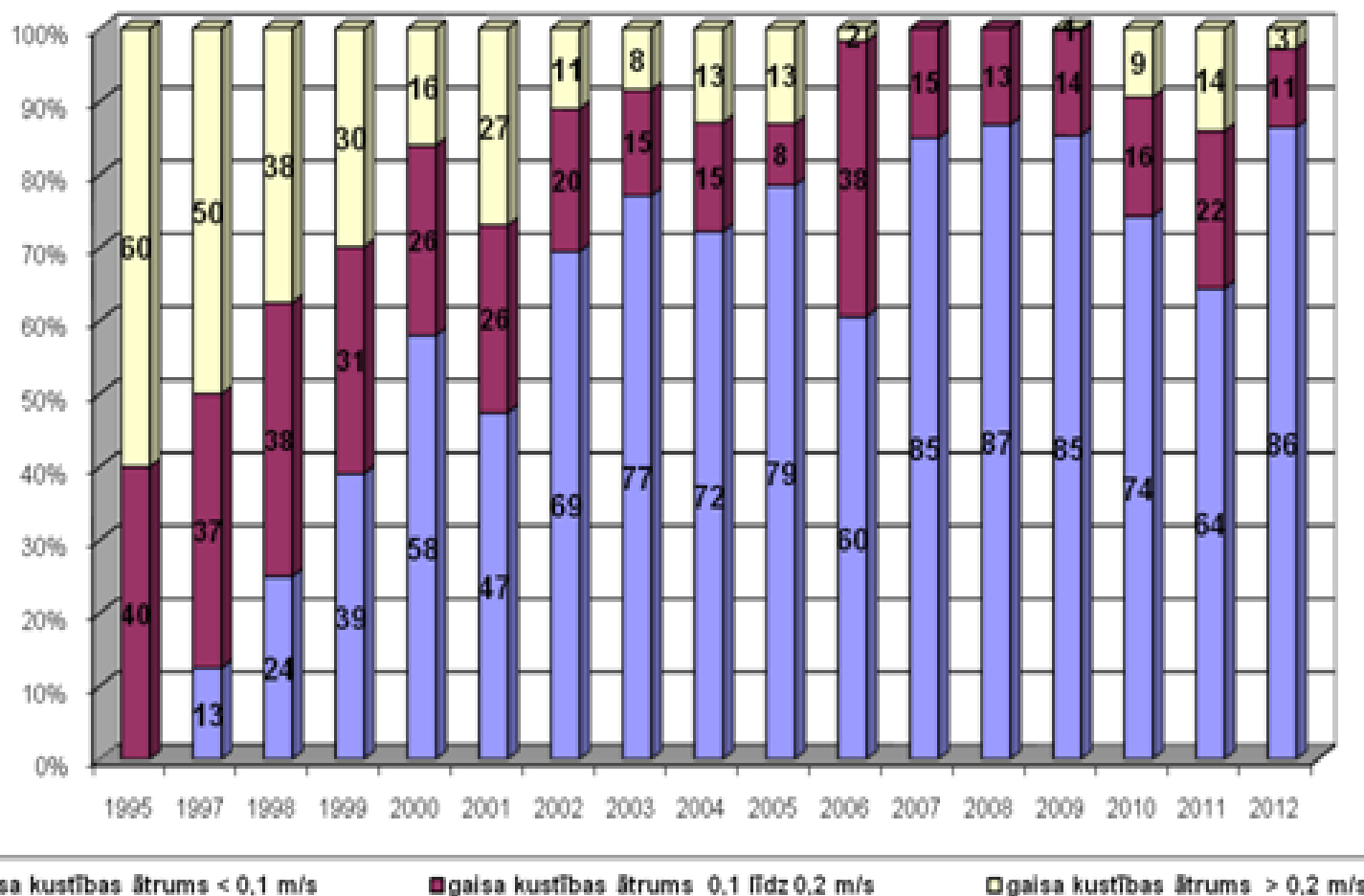


Gaisa relatīvā mitruma mērījumu rezultātu sadalījums



■ gaisa relatīvais mitrums < 40 % ■ gaisa relatīvais mitrums 40 līdz 60 % ■ gaisa relatīvais mitrums ≥ 60 %

Gaisa kustības ātruma mērījumu rezultātu sadalījums



Līmeņi, kuros jāveic vides fizikālo lielumu mērījumi (LVS EN ISO 7726:2004 L)

Sensoru izvietojums	Ieteicamie līmeņu augstumi	
	Sēžot	Stāvot
Galvas līmenis	1,1 m	1,7 m
Vidukļa līmenis	0,6 m	1,1 m
Potīšu līmenis	0,1 m	0,1 m

Sēdošs un stāvošs darbs

Sitting

Height parameter



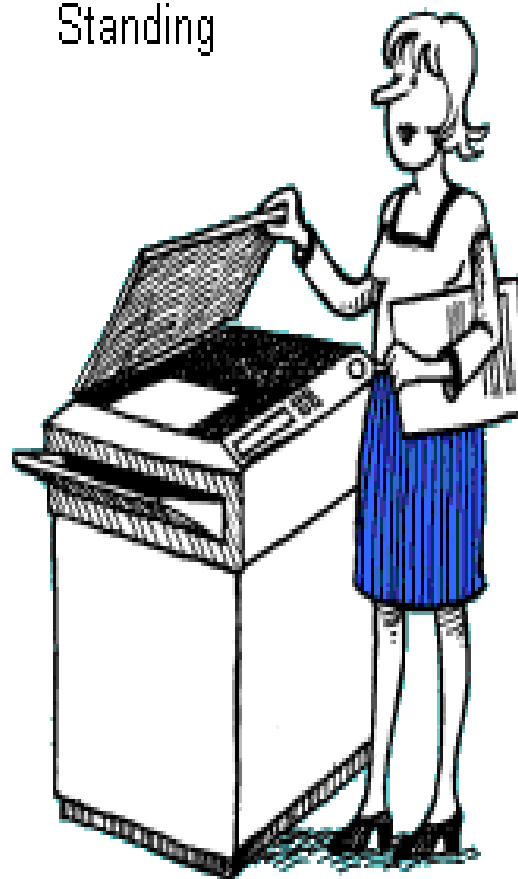
- 1.1 m (t_a, v_a)

- 0.6 m ($H, p_a, \Delta t_{pr}$)

- 0.1 m (t_a, v_a)

Standing

Height parameter

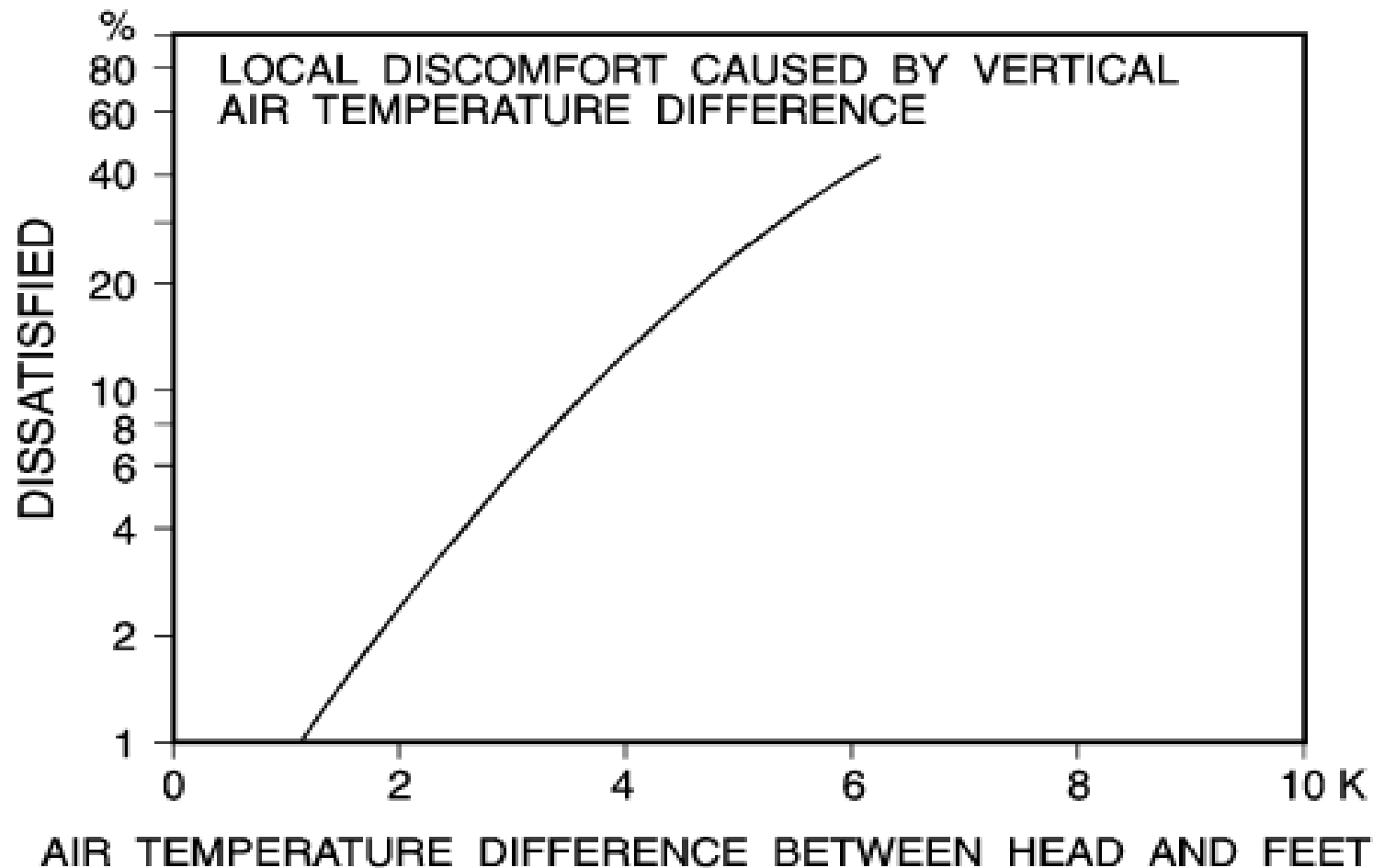


- 1.7 m (t_a, v_a)

- 1.1 m ($H, p_a, \Delta t_{pr}$)

- 0.1 m (t_a, v_a)

Temperatūras gradienta ietekme uz neapmierināto skaitu (CR 1752, 1998)



Mikroklimats

Testēšanas process: mikroklimata rādītāji telpā - gaisa relatīvais mitrums (GRM, %), gaisa plūsmas ātrums (GPĀ, m/s), gaisa temperatūra, noteikti stāvošam darbam vēdera līmenī 1,1 m augstumā no grīdas.

Darba vietas Nr.	Darba vietas apraksts	GRM*, %	t*, °C		GPĀ*, m/s	Normatīvais lielums**
			0.6 m	1.1 m		
1.	Ražotne. Briķešu līnija, kokapstrādes operatora d/v-briķešu iepakojšanas darbi.	60.1	-	21.4	0.06	<u>Aukstais periods:</u> <i>Vidēji smags darbs (II kategorija)</i>
6.	A4 kokapstrādes ceļš. Koksnes pirmapstrādes strādnieki, darbs sektorā pie iekārtas Opti Cut.	64.2	-	20.9	0.04	GRM, %: 30.0 - 70.0; t, °C: 16 - 23; GPĀ, m/s: 0.1 - 0.3.
10.	A5 kokapstrādes ceļš. Koksnes materiālu apstrādātāju d/v, darbs pie iekārtas Hidromat.	55.3	-	22.2	0.06	<u>Siltais periods:</u> <i>Vidēji smags darbs (II kategorija)</i>
13.	A5 kokapstrādes ceļš. Kokapstrādes operatora d/v, darbs pie iekārtas Presses Hess.	58.9	-	22.0	0.09	GRM, %: 30.0 - 70.0; t, °C: 16 - 27; GPĀ, m/s: 0.1-0.4

Piezīmes:

* standarta nenoteiktība pie pārklāšanās koeficienta $k=2$, kas nodrošina 95% ticamības intervālu: relatīvajam mitrumam $\pm 0,7\%$, temperatūrai $\pm 0,2$ °C, gaisa kustības ātrumam $\pm 0,03$ m/s;

** atbilstoši MK not. Nr. 359 „Darba aizsardzības prasības darba vietās”, 28.04. 2009. (stājas spēkā 01.01.2010.).

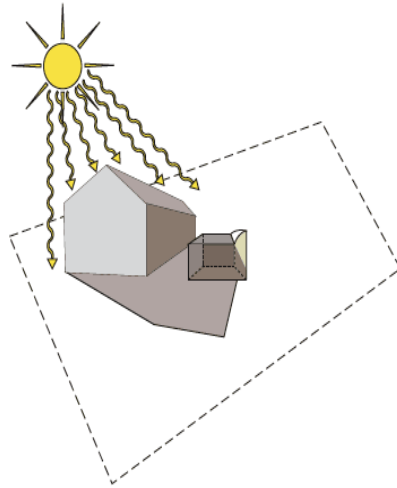
Svarīgākās problēmas darba vietās

- Dažādās darba vidēs ir atšķirīgas sūdzības (birojs, ražošanas cehs, gateris, āra darba vietas u.t.t.)
- Telpu tehniskā izbūve (logu izvietojums/lielums; ventilācija, caurvējš, siltumstarojuma avoti, lietojamie materiāli)
- Sauss gaiss (īpaši apkures sezonas laikā)
- Palielināta (caurvējš) vai samazināta (bezgaiss) gaisa kustība

Piemēri:

- Kokzāģētāva, darbs ar daudzdzāģi, operatora d/v – 9,6°C
- Cepšanas cehs, cepēju d/v: + 30 °C
- Adītājas darba vieta - GRM - 21%, GKĀ – 0,08 m/s; T = 27,1°C (sauss un karsts)
- Biroja darbs, atklātā tipa birojs (18 darbinieki): +24 °C, GRM – 27%, GKĀ – 0,01 m/s (sauss, karsts un bezgaiss)
- Metāla preses operatora d/v: GRM – 73,3%, GKĀ – 0,43 m/s; T = 18,2°C
- Darbinieki, kuri strādā ārā ir pakļauti dažādiem laikasptākļiem

Svarīgākās problēmas (biroja darbs)



- Ventilācijas sistēmas darbība - sabalansēti (temp., mitrums, plūsma, apmaiņa/h, iekštelpu piesārņojums, sist. apkope)
- Darba galdu izvietojums (ventilācijas izvadi, caurvējš, temp. gradients, kondicionieris)
- Dabīgās ventilēšanas iespējas
- Cilvēku skaits telpā
- Grīdas segumi (mīkstie segumi)
- Nepiemērots apģērbs
- Dzeramā ūdens trūkums

Preventīvie pasākumi

- Lielāko daļu no šiem fizikāliem faktoriem var novērst vai vismaz samazināt līdz pieņemamam līmenim un kontrolēt, tādējādi uzlabojot gan nodarbināto veselību un labklājību, gan darba ražīgumu un kopējos ekonomiskos rādītājus.

Trokšņa svarīgākie preventīvie pasākumi (1)

Skņas Intensitāte, dB(A)	Veicamie pasākumi	Obligātās veselības pārbaudes	Drošības zīme	Dzirdes IAL	Mērījumi
< 80	Nav nepieciešami	–	–	–	–
80–85	Nodarbināto apmācība par troksni un tā iedarbību	1 reizi trijos gados	–	Jā	Ne retāk kā reizi trijos gados (izmaiņas kopš 2012. gada grozījumiem MK not. Nr. 66)
85–87	+ Vizuāli redzama informācija par troksni + Bīstamo vietu norobežošana + Pasākumi trokšņa līmeņa samazināšanai	1 reizi gadā	Jāizvieto drošības zīme Nr. 6.3. "Jālieto dzirdes aizsardzības līdzekļi"*	Jā 	
> 87	+ Nekavējoties jāveic pasākumi trokšņa līmeņa samazināšanai vismaz līdz 87 dB(A)	1 reizi gadā	Jāizvieto drošības zīme Nr. 6.3. "Jālieto dzirdes aizsardzības līdzekļi"*	Jā 	

* Atbilstoši MK noteikumu Nr. 400 "Darba aizsardzības prasības drošības zīmju lietošanā" (pieņemti 03.09.2002.) prasībām

Trokšņa svarīgākie preventīvie pasākumi (2)

- Darba organizācija: nodrošinot dzirdes orgāna atpūtu darba pārtraukumos (ieteicams 20 min. ik pēc 2 stundām).
- Dzirdes higiēna no darba brīvajā laikā. Pēc 8 h 85 dB jāievēro trokšņa līmenis $< 70\text{dB}$ 10 h.

Trokšņa svarīgākie preventīvie pasākumi (3)

■ Kolektīvie pasākumi trokšņa samazināšanai:

- inženiertehniskie (piem., skaņas izolācija: iekārta vai darbinieks, pretvibrācijas platformas, ražošanas tehnoloģijas, mašīnu un ierīču konstrukcijas uzlabošana);
- organizatoriskie (iekārtu izvietojums, darbinieku izvietojums, darbinieku rotācija)

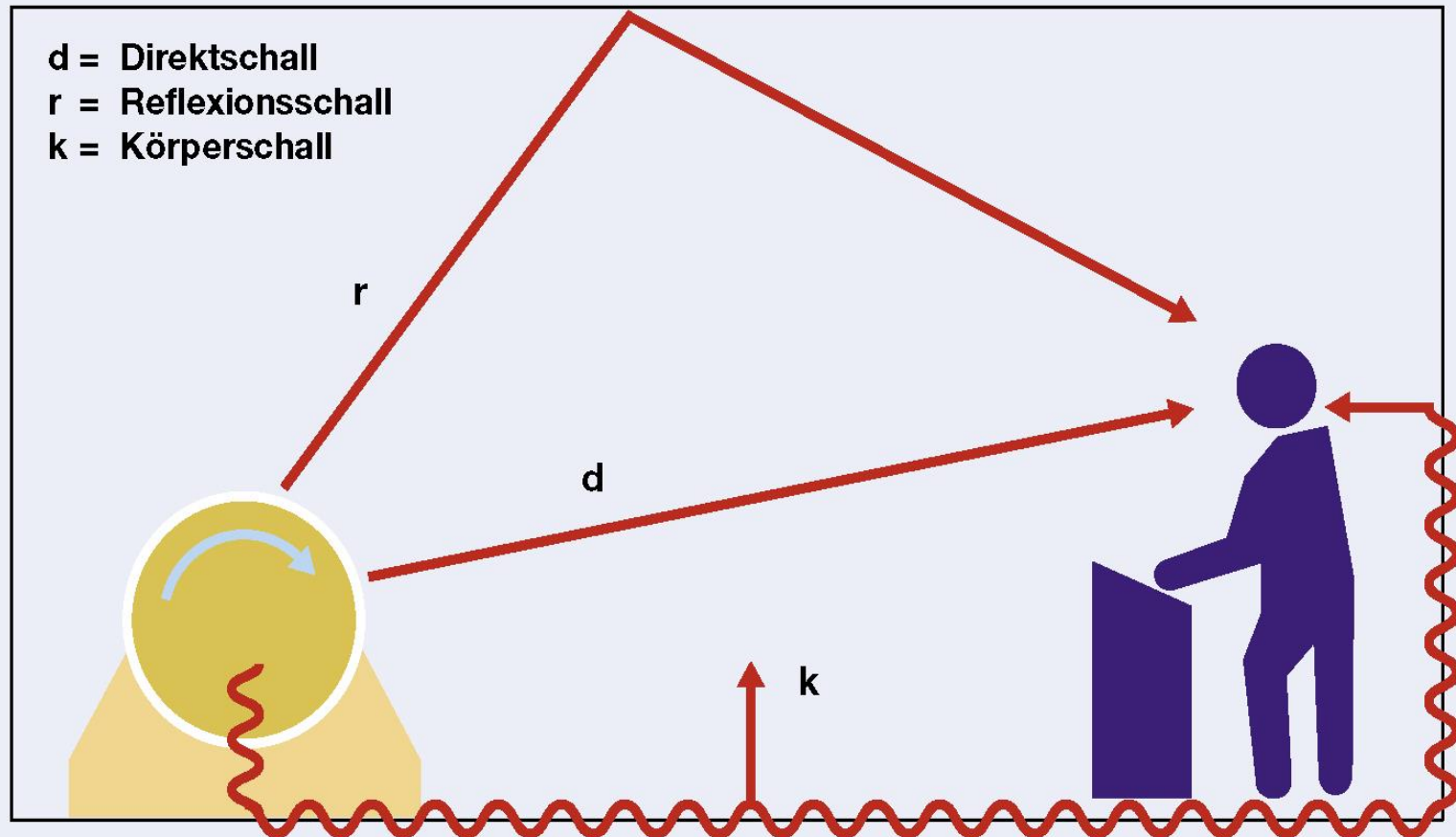
■ Individuālā aizsardzība (piemēroti IAL);

Trokšņa svarīgākie preventīvie pasākumi (4)

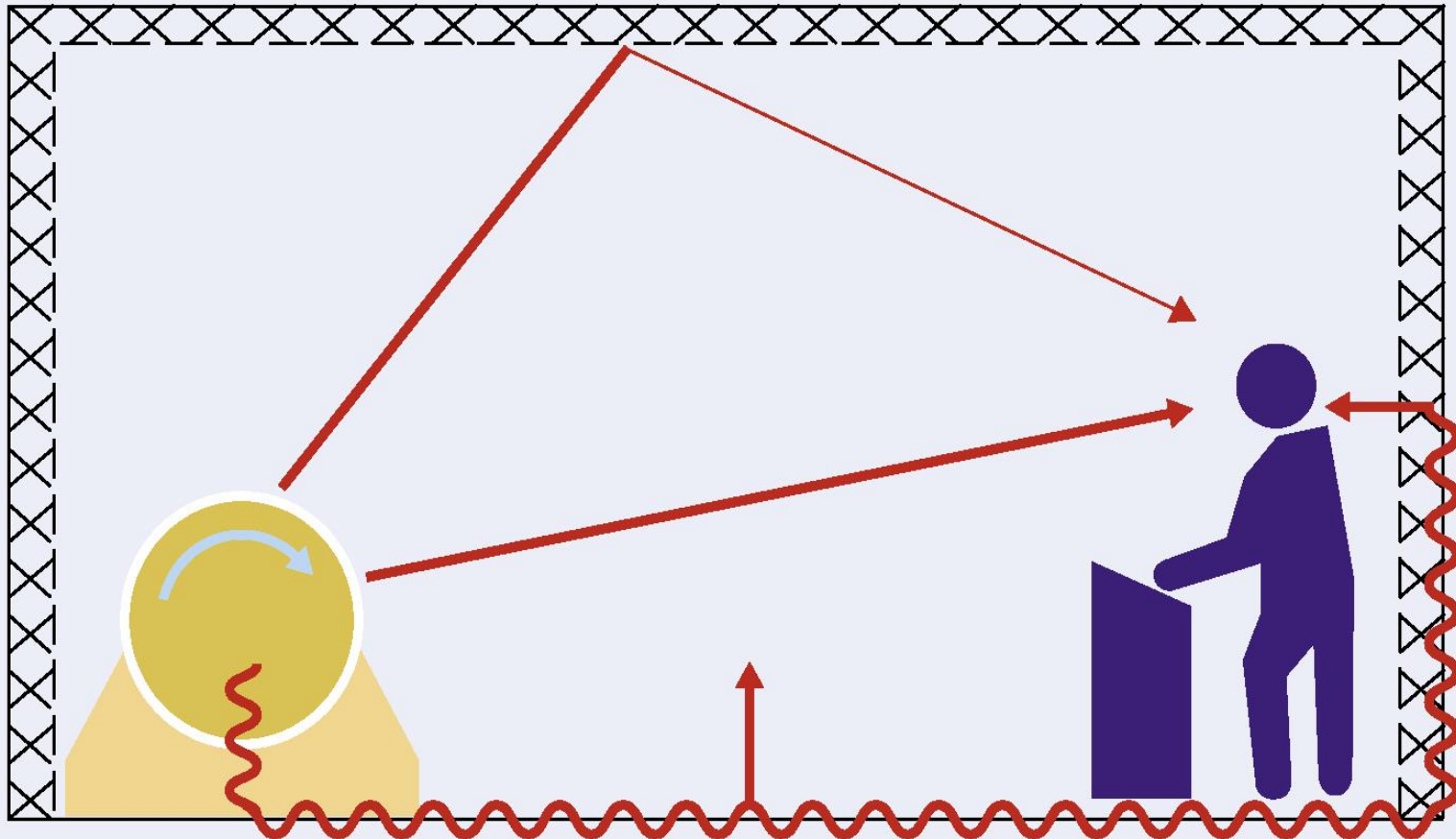
Trokšņa samazināšanos darba telpās tehniski panāk:

- novietojot iekārtas uz izolēta pamata
- izmantojot skaņu slāpējošus materiālus – izolējošas starpsienas, klusinātāji
- lielas ražošanas telpas pārdala sektoros ar troksni izolējošām starpsienām
- trokšņainās mašīnas norobežo ar akustiskiem ekrāniem
- vibrējošu mašīnu trokšņa samazināšanos panāk, metāla detaļas nomainot ar plastmasas detaļām.

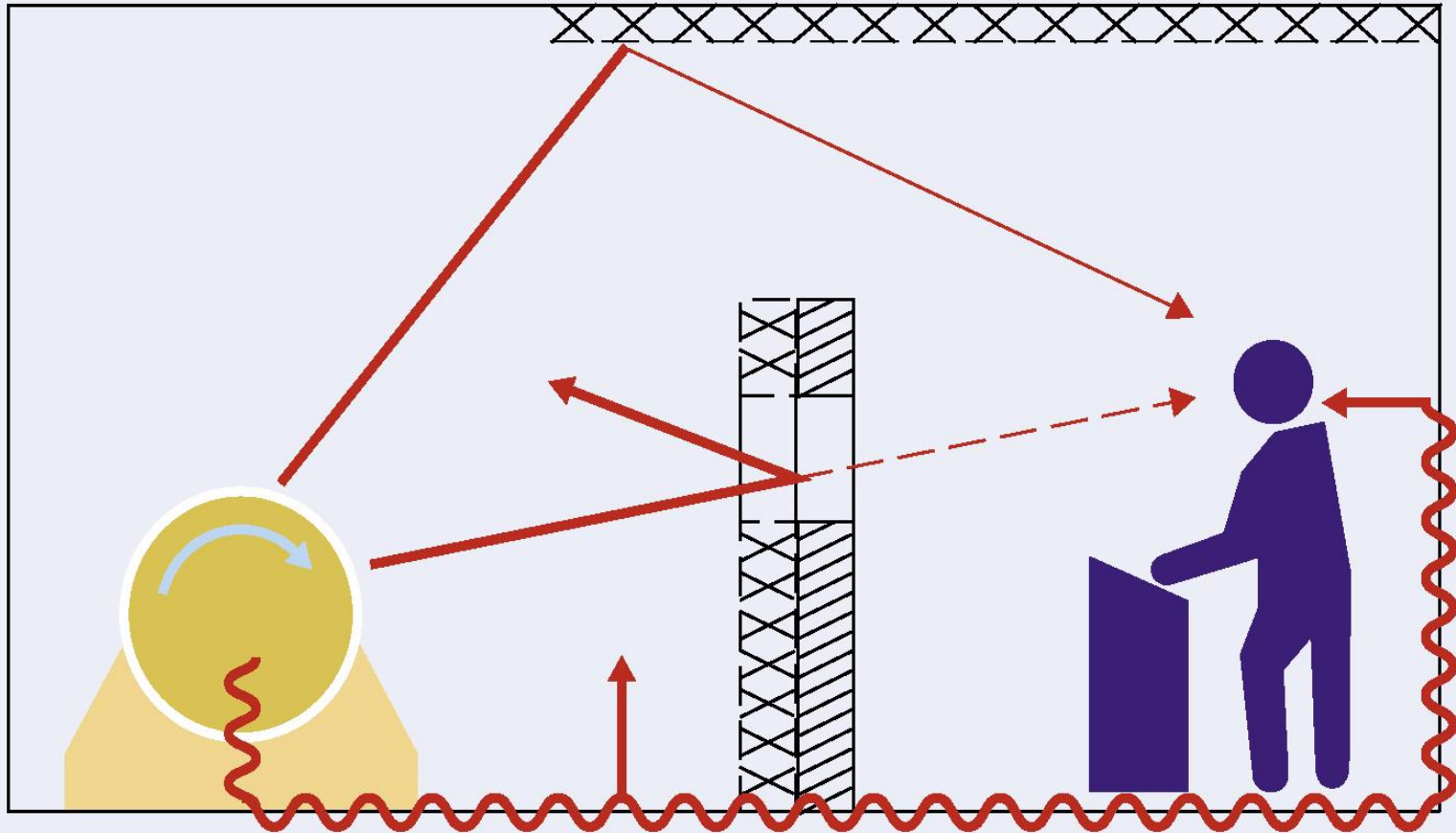
Schallausbreitungswege



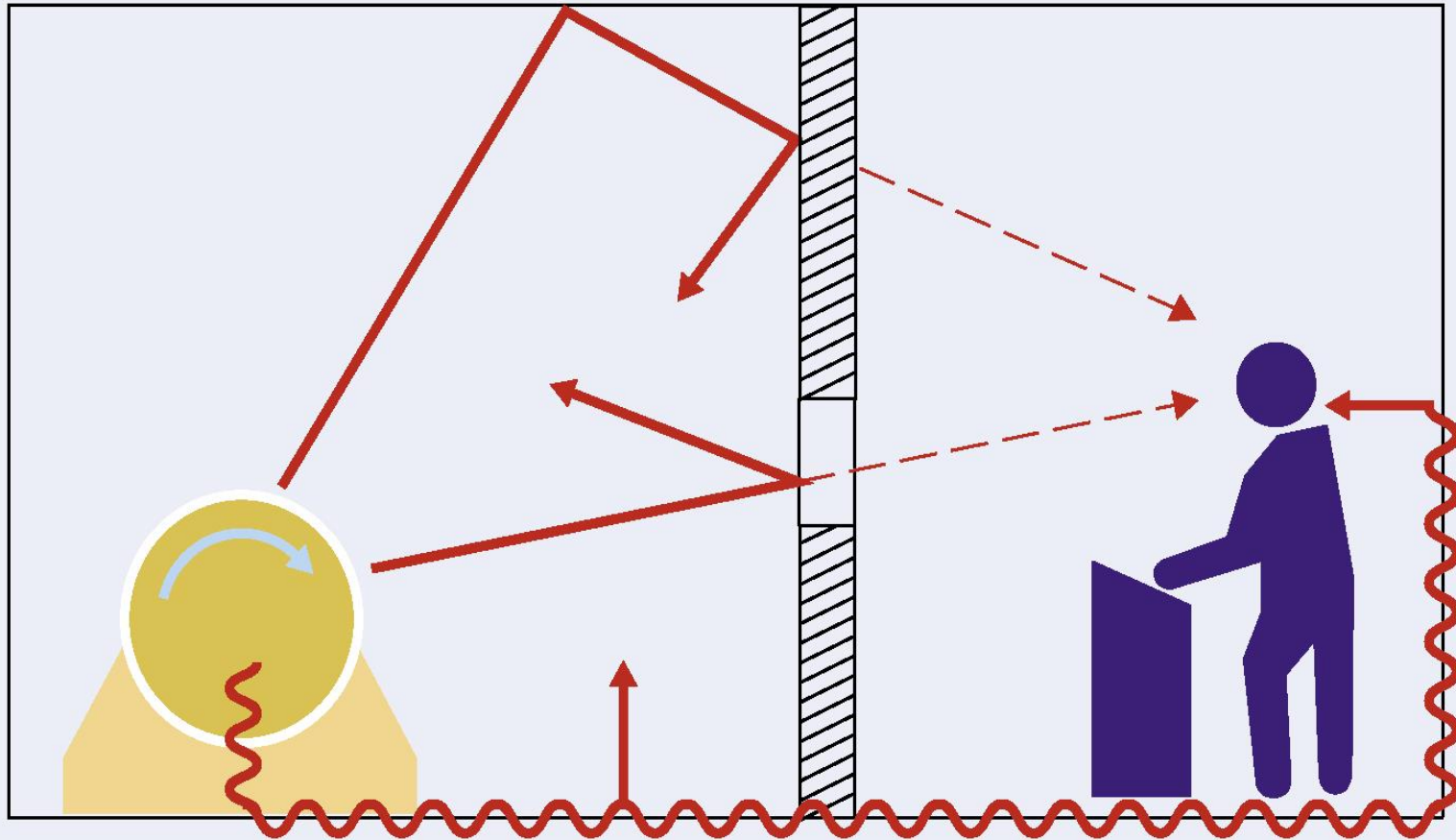
Reflexionsschallminderung durch Schallabsorption



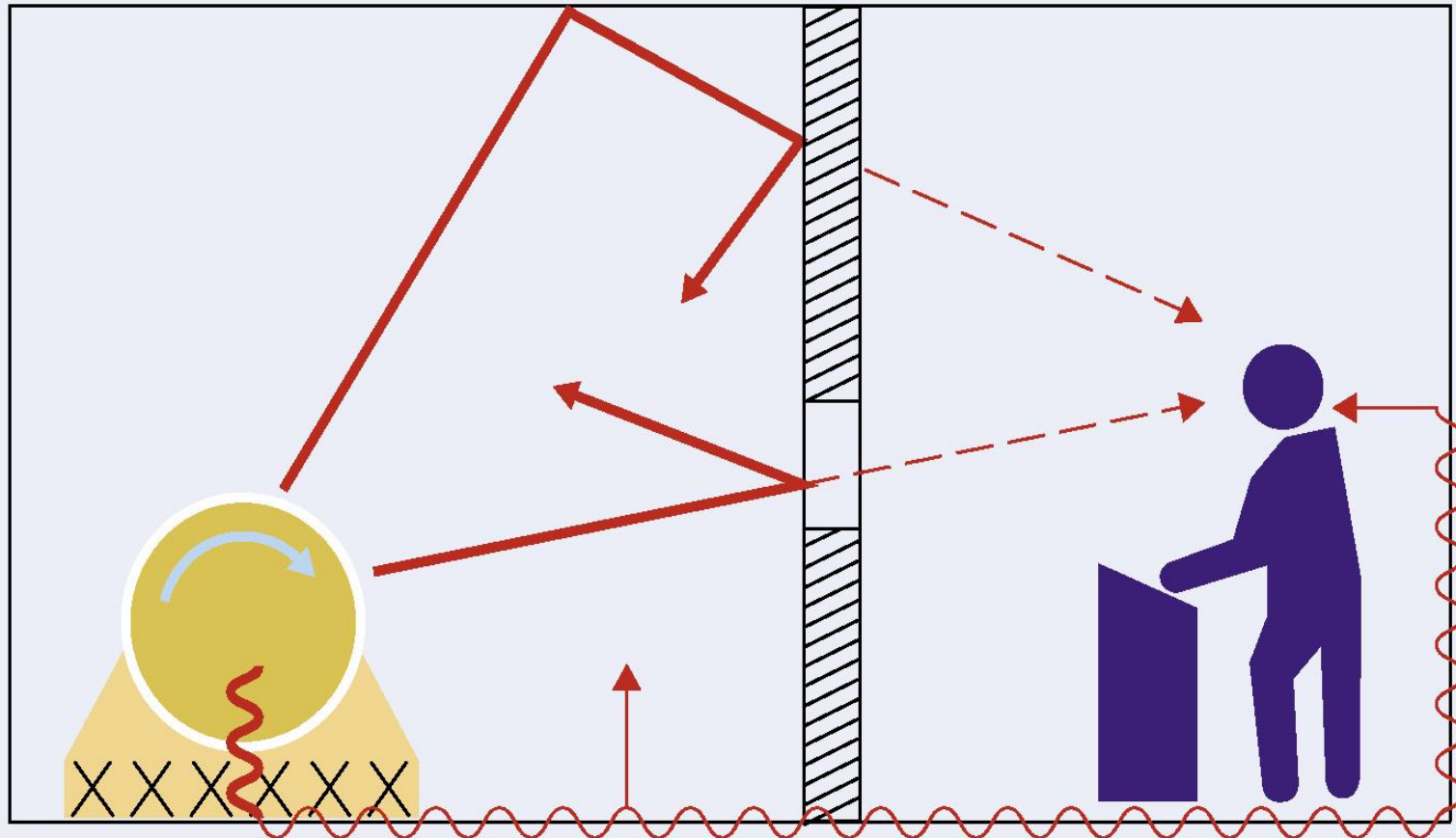
Direktschallabschirmung und begrenzte Schallabsorption



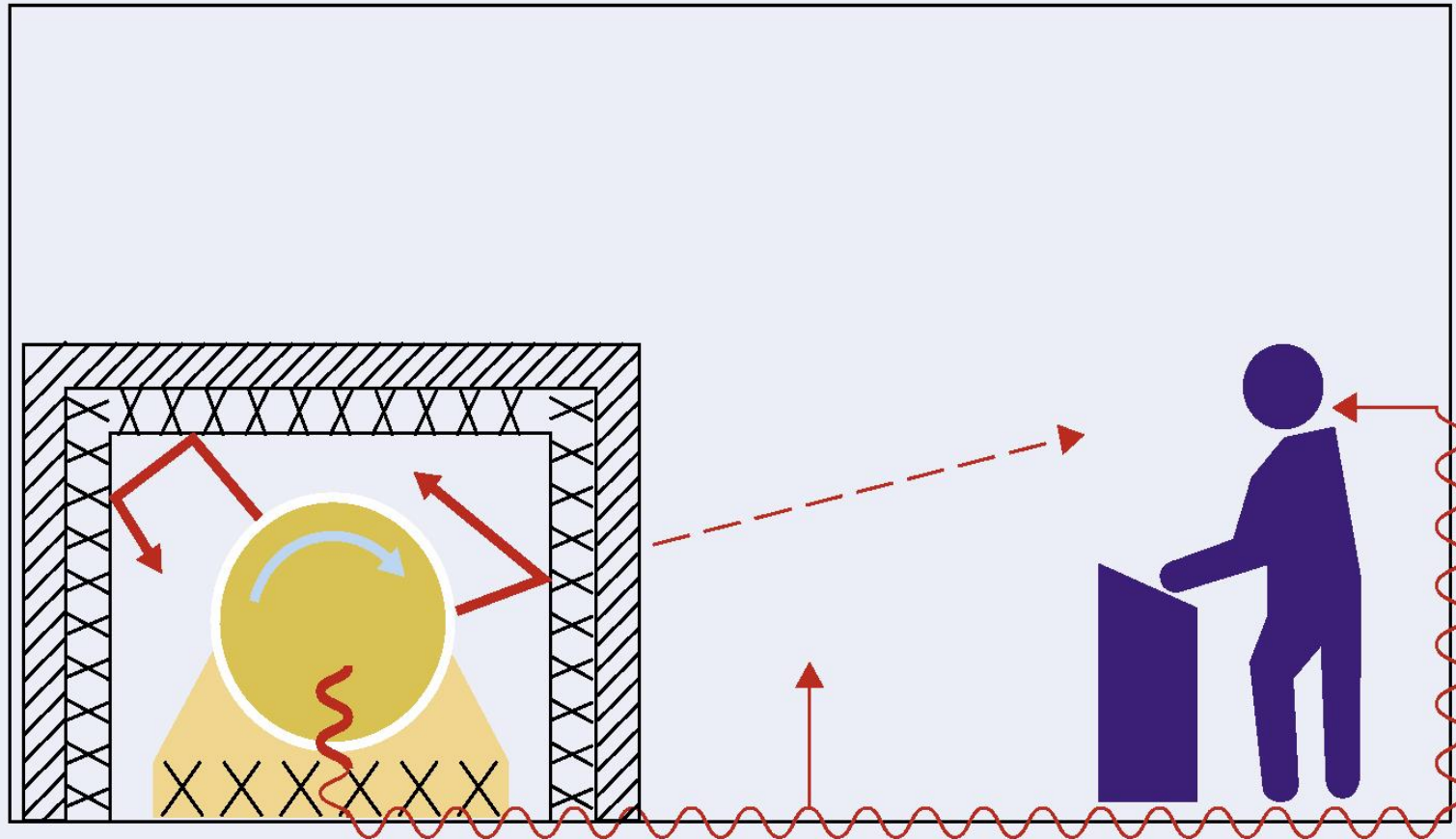
Räumliche Abtrennung, z. B. Kabine



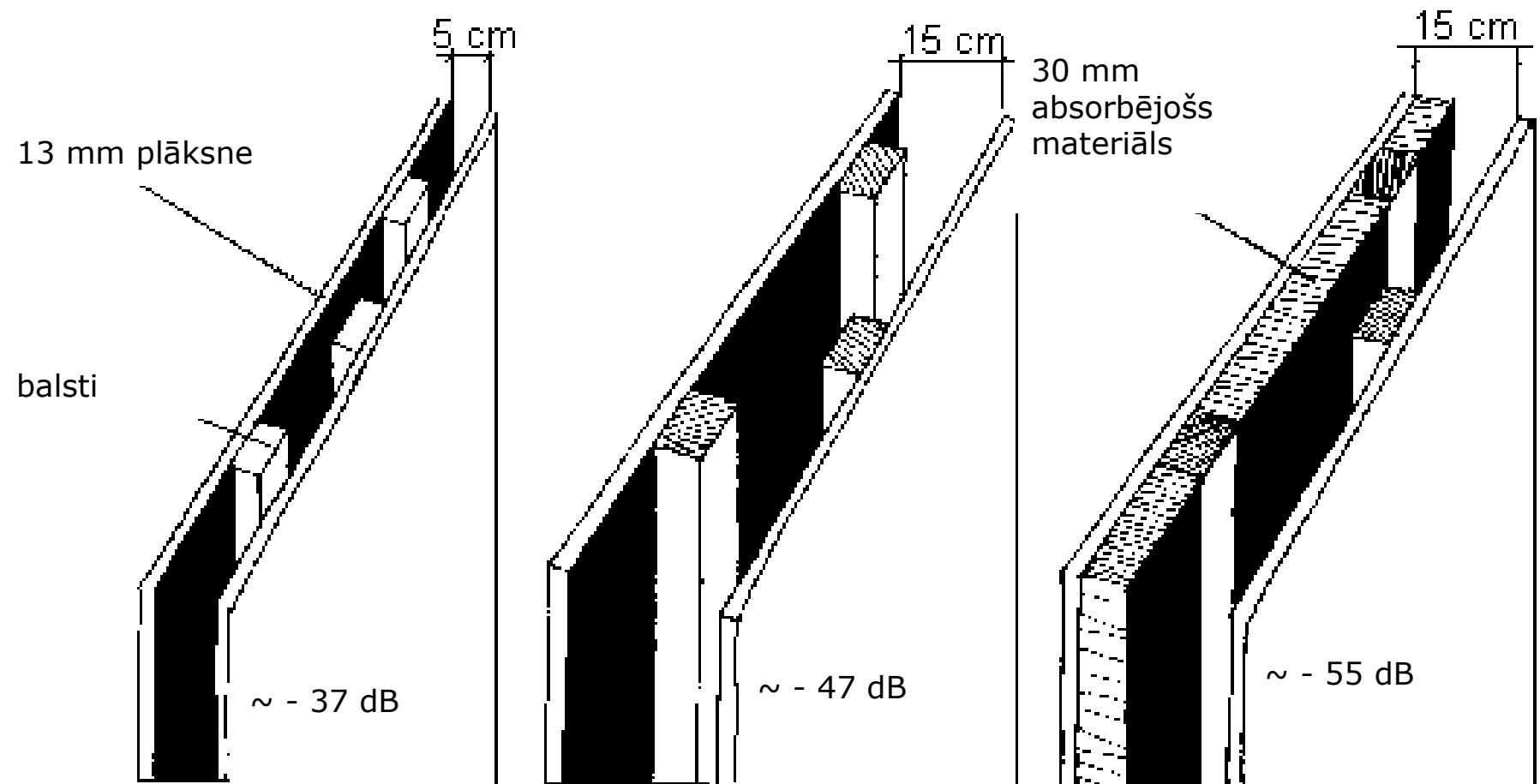
Luftschalldämmung durch Trennwand und Körperschallisolation



Kapselung einschließlich Körperschallisolation



Troksni slāpējošas sienas - ekrāni



■ Nodarbināto informēšana (ne tikai formāli) par:

- faktoru kaitīgo ietekmi uz veselību;
- drošām darba metodēm;
- riska novērtējuma nepieciešamību un lietderīgumu.

■ Iekārtu tehniskā stāvokļa uzturēšana:

- rokas instrumentu apkopes;
- tehnikas apkope (amortizatori, riepas, sēdekļi).

■ Iekārtu pareiza uzglabāšana un transportēšana (gan PRV, gan troksnim), jo tās var tikt bojātas.

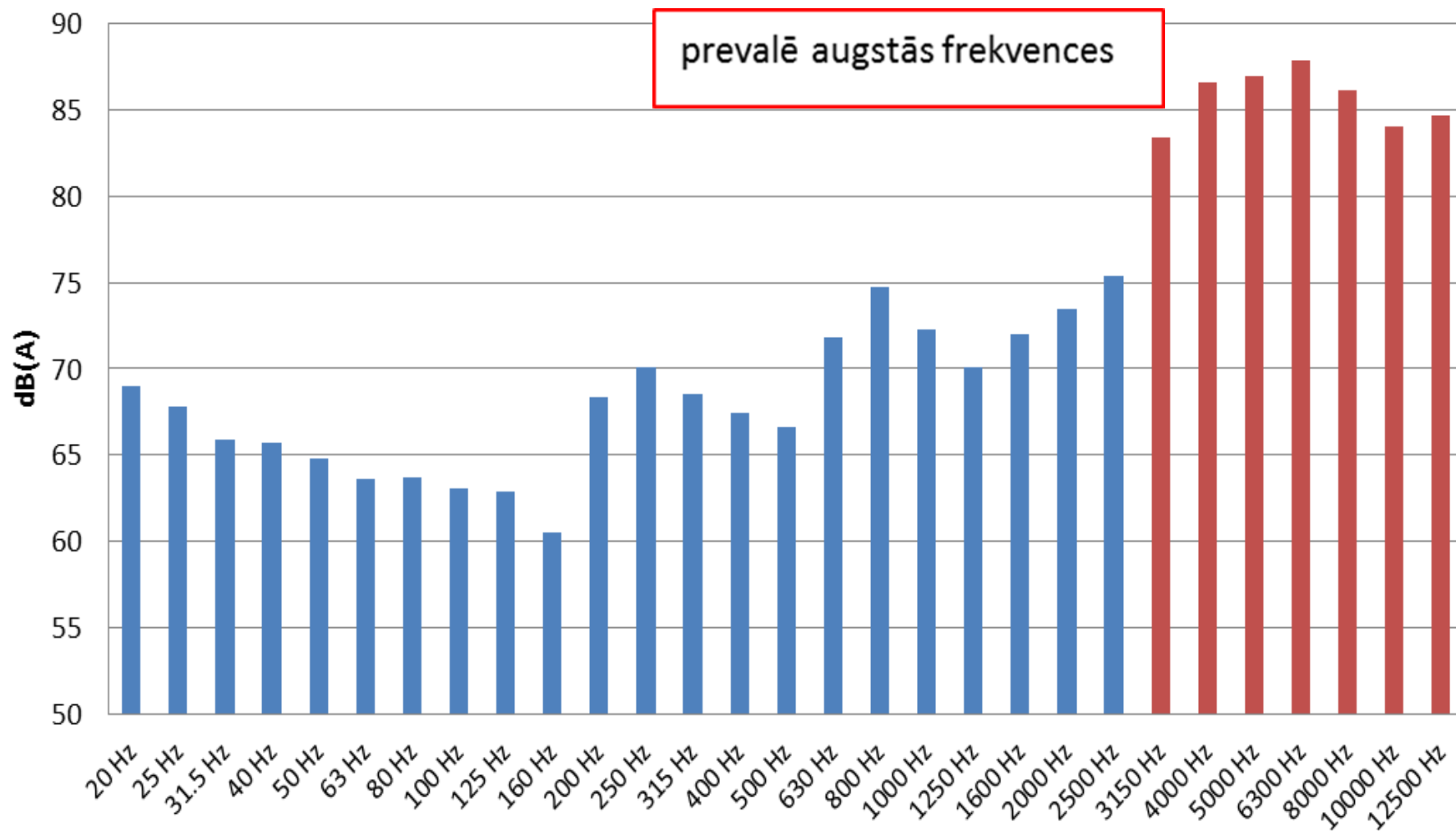
- Preventīvo darbību plāns un tā reāla pildīšana;
- OVP veikšana saskaņā ar MK noteikumiem Nr. 219 “Obligātās veselības pārbaudes veikšanas kārtība” (10.03.2009.);
- Laboratorisko mērījumu veikšana situācijas apzināšanai un kontrolēšanai, kā arī, iespējams naudas ekonomēšanai (OVP);

To buy,
or not
to buy,
that is the
question.

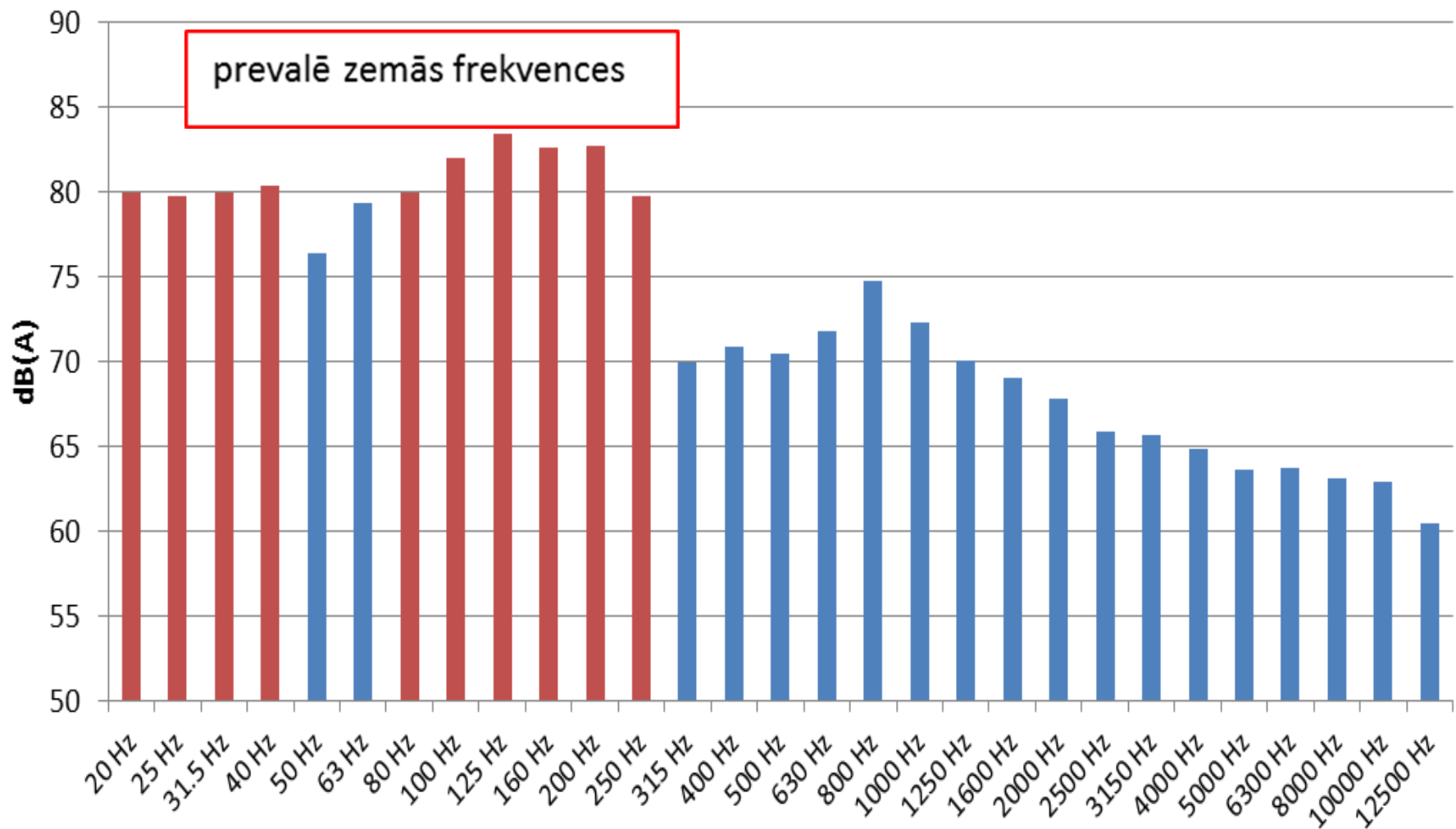
www.buynothingday.co.uk

- Dažādu iekārtu radītā trokšņa spektrs (frekvences) atšķiras, tāpēc arī efektīvāko IAL veids atšķiras!
- Kā var nopirkt atbilstošāku – respektīvi labāko?

Trokšņa frekvences (Leq) d/v 1-1



Trokšņa frekvences (Leq) d/v 1-2



IAL iegāde pēc frekvenču analīzes

Frekvence, Hz	Mērītais troknis, dB	IAL 1 aizsardzība pa frekvencēm, dB	Troknis pēc slāpēšanas, dB
63	70.8	14.3	56.5
125	84.7	13	71.7
250	88.3	17.7	70.6
500	86.6	30.2	56.4
1000	85.4	37.2	48.2
2000	82.6	34	48.6
4000	79.8	30.4	49.4
8000	72.8	37.9	34.9
			54.5



Frekvence, Hz	Mērītais troknis, dB	IAL 2 aizsardzība pa frekvencēm, dB	Troknis pēc slāpēšanas, dB
63	70.8	10.1	60.7
125	84.7	7.3	77.4
250	88.3	15.1	73.2
500	86.6	25	61.6
1000	85.4	30.1	55.3
2000	82.6	30.2	52.4
4000	79.8	33.2	46.6
8000	72.8	32	40.8
			58.5

Skaņas spiediena atšķirības un dB(A)...



85 dB(A)



+



**85+3 =
88 dB(A)**

Vibrācijas preventīvie pasākumi (1)

Lai novērstu vibrācijas kaitīgo ietekmi, var veikt pasākumus, kas samazinātu plaukstu un rokas vai visa ķermeņa vibrāciju. Tos iedala:

- ✓ **organizatoriski tehniskajos,**
- ✓ **sanitārhygiēniskajos,**
- ✓ **ārstnieciski preventīvajos.**

Vibrācijas preventīvie pasākumi (2)

- Iekārtu un instrumentu pilnveidošana, lai samazinātu vai novērstu vibrācijas ietekmi uz nodarbinātā organismu. Tā, piemēram:
 - sitienu un rotāciju mehānismus, kniedēšanu un valcēšanu nomaina ar citiem tehnoloģiskiem procesiem;
 - uzlabo detaļu nostiprināšanu apstrādes laikā;
 - lieto iekārtas, kam nav kritiskās frekvences (35–200 Hz) un kas darbojas ar lielu apgriezienu skaitu.
- Regulāri jāizdara preventīvais kārtējais un kapitālais remonts, jo nolietojums rada lieku vibrāciju un troksni.
- Jāizmanto vibroizolācija, lietojot amortizējošus gumijas rokturus, atsperes vai citas mehāniskas, pneimatiskas, hidrauliskas ierīces.

Vibrācijas preventīvie pasākumi (3)

- Ja vibrāciju nav iespējams novērst, tad jāsamazina darba laiks (vai kontakta laiks).
- Nodarbinātajiem ir jābūt informētiem par vibrācijas līmeni, kā arī par tehniskajiem līdzekļiem, kas izmantoti šo apstākļu uzlabošanai.
- IAL lietošana: cimdi ar speciālu oderējumu, apavi ar biezu, mīkstu zoli, amortizējošie gumijas vai termoplastu paliktņi.



Vibrāciju slāpējoši paliktņi



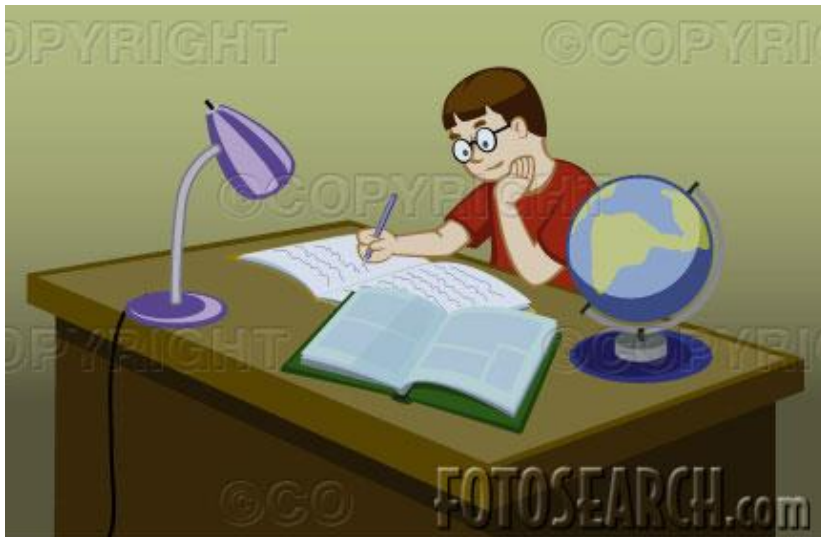


Preventīvie pasākumi: apgaismojums (1)

- Atbilstošs apgaismes ķermeņu skaits, izvietojums un tīrība;
- Gaismas spektrs (auksie un siltie baltās gaismas toņi);
- Darba vietas izvietojums attiec. uz apgaismojumu, logu, dažādiem aizēnojošiem vai atstarojošiem objektiem;

Preventīvie pasākumi: apgaismojums (2)

Apgaismojuma viendabīgums



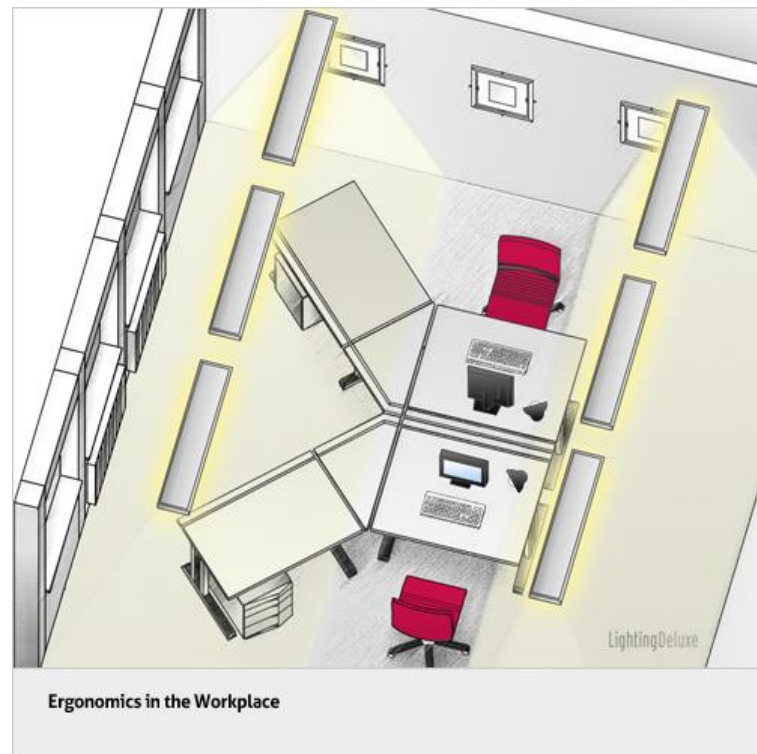
✓ Attiecība starp minimālo un maksimālo lielumu darba veicamajā laukumā nebūtu zemāka par **0,8**

✓ Tātad, ja uz darba virsmas max apg. ir 500 lx, tad min darba virsmas apgaismojumam ir jābūt vismaz 400 lx ($400/500=0,8$)

Preventīvie pasākumi: apgaismojums (2)

- Starp darba vietu un tās tiešo apkārtni. Ieteicams, lai tiešās apkārtnes apgaismojums būtu mazāks nekā darba vietas apgaismojums, bet ne mazāk par $\frac{1}{3}$.
- Starp darba vietu un tās tālāko apkārtni. Ieteicams, lai apgaismojuma proporcija nebūtu mazāka par $\frac{1}{10}$.

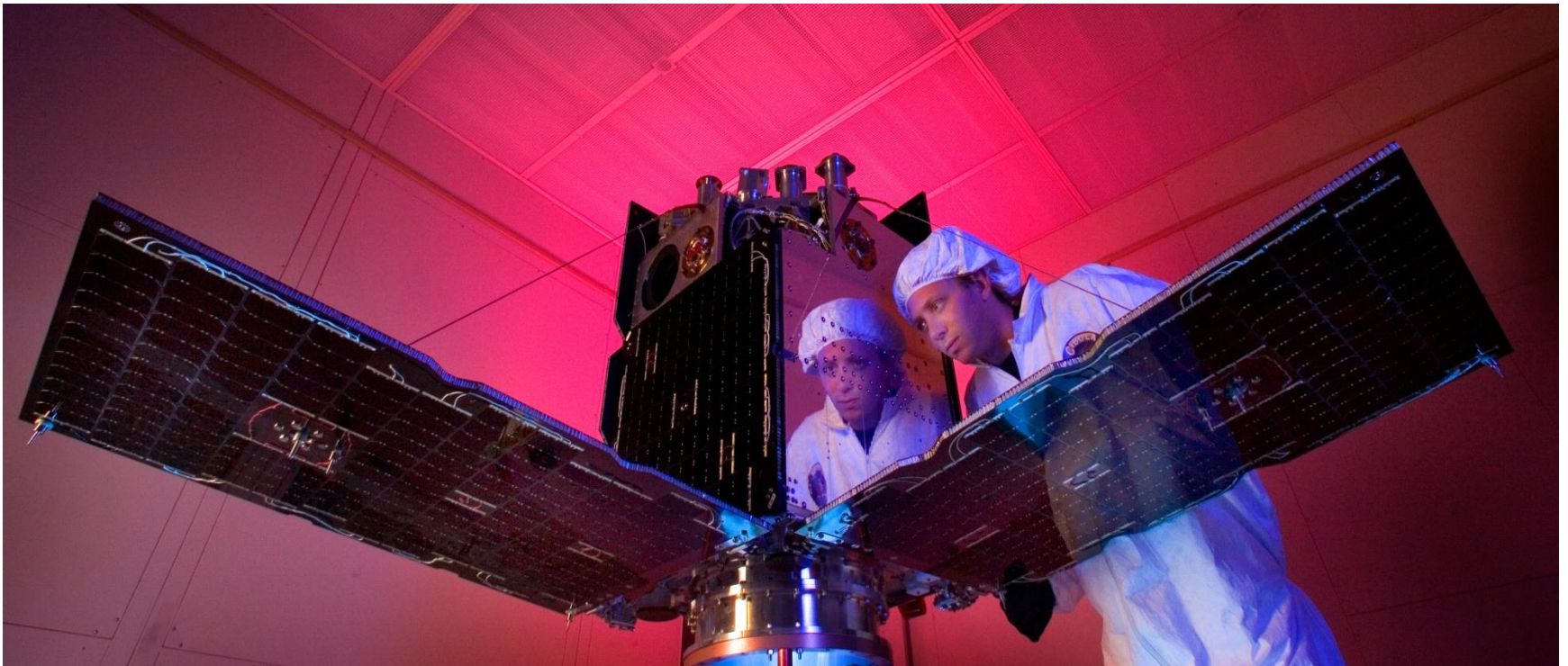
Apgaismojuma proporcijas



Ideālā kombinācija:

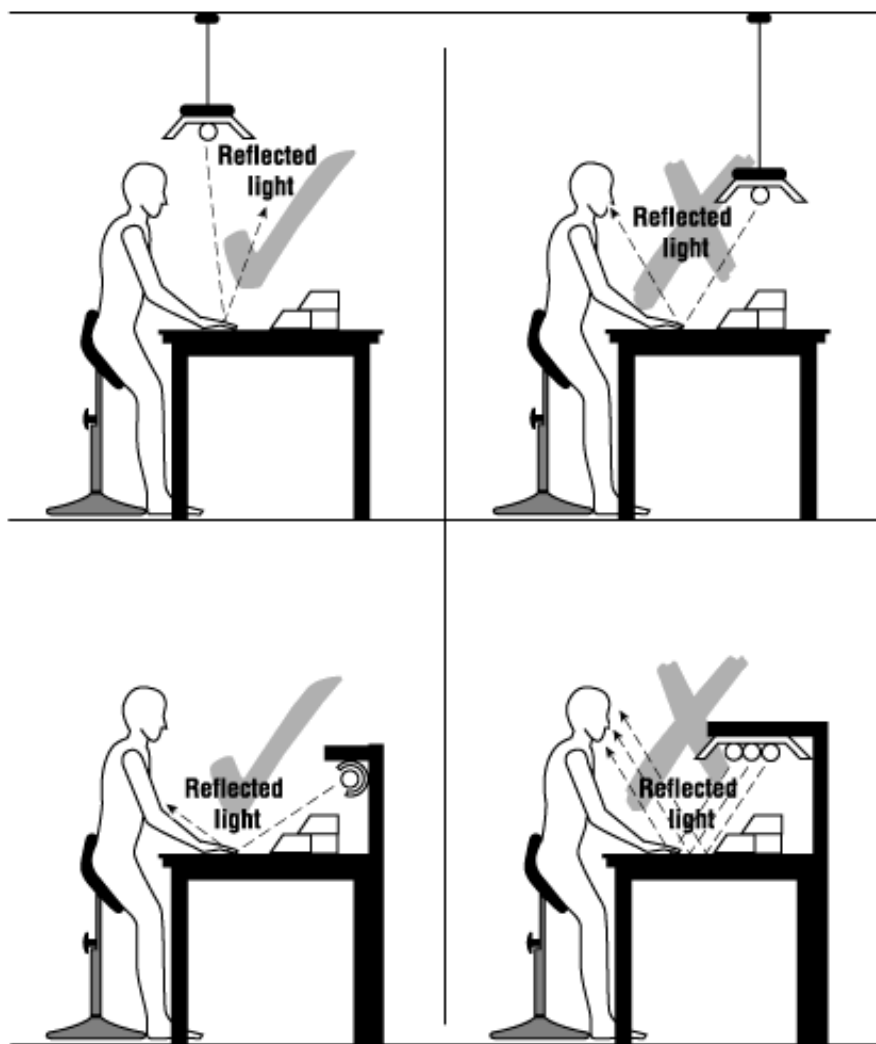


Dabīgais + vispārējais + lokālais + atbilstošas krāsas



- Ir darba procesi, kur kvalitātes kontrolei un tehniskajam ražošanas procesam ir nepieciešama noteikta spektra gaisma.

Atstarotā gaisma



Preventīvie pasākumi: mikroklimats (1)

- Sabalansēta ventilācijas sistēma;
- Gaisa mitrinātāji (pēc vajadzības);
- Vārtu “aizkari” (piem. gumijas) aizsardzībai pret caurvēju;
- Periodiska telpu vēdināšana;
- Darba pārtraukumi (sasildīties/atdzist, padzerties);
- Karstuma aizsardzības plēves uz logiem, kur nepieciešams;
- Atbilstošs darba apģērbs.

Insulation for the entire clothing:

$$I_{cl} = \sum I_{clu}$$



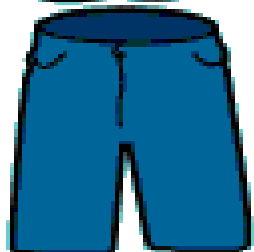
0.19

+



0.04

+



0.11

+



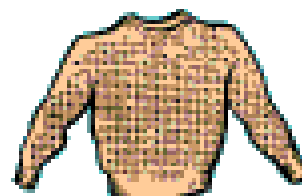
0.02

+



0.02

0.38



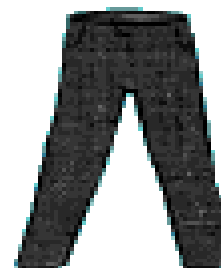
0.28



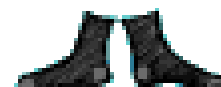
0.25



0.04



0.25



0.05



0.04

0.91

Laboratorisko mērījumu plānošana (1)

- Svarīgs nosacījums ir veikt mērījumus laikā, kad notiek raksturīgākais darba process;
- Plānojot trokšņa mērījumus, ir svarīgi iegūt pēc iespējas plašāku informāciju par darba procesiem un trokšņa/vibrācijas avotiem;
- Mērījumi jāveic normālā iekārtas ekspluatācijas režīmā (aizsargvāks, ātrums, lietošanas/braukšanas režīms u.t.t.)

Laboratorisko mērījumu plānošana (2)

- Vibrācijas līmenis vienai iekārtai vai tehnikai var mainīties atkarībā no darba procesa, piemēram, no apstrādājamā materiāla (PRV) vai no ceļa seguma (VKV), tāpēc mērījumam jāizvēlas raksturīgākās situācijas;
- Pirms mērījumu izdarīšanas jāpārbauda iekārtu tehniskais stāvoklis, jo tas var ietekmēt rezultātus.

Laboratorisko mērījumu plānošana (3)

- Pirms apgaismojuma mērījumu veikšanas – jāpārlicinās, ka apgaismes ķermeņi nav pārdeguši, to tīrības pakāpe ir atbilstoša, tie netiek aizklāti ar mēbelēm vai kāds priekšmets nerada tiešo aizēnojumu darba vietā;
- Mikroklimata mērījumu laikā svarīgi pārlicināties par ventilācijas normālo darbību, par iespējamām caurvēja avotiem vai sildelementiem.

Paldies par
uzmanību!

