

Žanna Martinsone

**Nerūpniecisko iekštelpu gaisa kvalitātes
rādītāji un darba vides riska novērtēšanas
pamatmetožu izstrāde**

Promocijas darbs

Specialitāte – aroda un vides medicīna

Darba zinātniskie vadītāji:

Dr. med. doc. Mārīte Ārija Baķe

Dr.habil.med. prof. Maija Eglīte

Rīga - 2012

ANOTĀCIJA

Promocijas darbā ir 162 lpp., 75 attēli, 86 tabulas, 161 literatūras avoti, 10 pielikumi. Promocijas darbs ir sarakstīts latviešu valodā.

Darba mērķi: novērtēt nerūpnieciskās darba vides iekštelpu gaisa kvalitātes rādītājus un to noteikšanas metodes, kā arī izveidot zinātniski pamatotu pamatmetožu kopumu nerūpnieciskās darba vides iekštelpu gaisa kvalitātes un darbinieku veselības riska novērtēšanai.

Darba metodes: darbā izmantotas starptautiski atzītas iekštelpu gaisa kvalitātes novērtēšanas metodes un iekārtas, kā arī Latvijā pirmo reizi darba vidē novērtēts putekļu daļiņu skaits un virsmas laukums. Darbā veikta biroju darbinieku aptauja, lai izvērtētu iekštelpu gaisa kvalitāti un sūdzības par veselību. Putekļu daļiņu (t.s. nanodaļiņu) iespējamās ietekmes uz biroju darbinieku veselību izvērtēšanai veikti eksperimenti *in vivo* (žurkas) un *in vitro* (šūnas).

Darba galvenie rezultāti: iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāju mērījumu rezultāti parādīja, ka nozīmīgākie biroju iekštelpu gaisa piesārņotāji ir CO₂, formaldehīds, ogļūdeņraži (summāri pēc C), etilacetāts, putekļu daļiņas, t.sk. nanodaļiņas (vērtējot pēc skaita un alveolārās frakcijas virsmas laukuma), NO₂ un O₃, nozīmīgi ir arī mikroklimatiskie rādītāji darba vidē. Mērījumu un aptaujas dati pierādīja ciešas sakarības starp CO₂ koncentrācijām un specifiskām sūdzībām par veselību (grūtībām koncentrēties, nogurumu, galvassāpēm u.c.). Aptaujas rezultāti pierādīja, ka nelabvēlīgiem darba vides riska faktoriem pakļautiem biroju darbiniekiem statistiski ticami lielākas izredzes ir iegūt tādas sūdzības par veselību kā: sausu ādu (OR=3,4) un sausas un iekaisušas acis (OR=2,5) samazināta gaisa mitruma gadījumā; sliktu dūšu vai nelabuma sajūtu (OR=2,6) un iekaisušu, sausu kaklu (OR=2,6) ķīmisko vielu iedarbības gadījumā; šķaudīšanu (OR=2,2) pārāk mazas gaisa kustības gadījumā u.c. Tomēr jāņem vērā, ka tādu veselības simptomu, kā sprandas nogurums, sāpes mugurā u.c. attīstībā, nozīme ir arī vecumam un dzimumam. Eksperimentā ar žurkām tika konstatēts, ka statistiski ticami palielinājušies iekaisuma rādītāji, imūnkompetento šūnu skaita pārmaiņas, kas liecina par kompensējamu iekaisuma procesa attīstību. Perifērās mononukleārās asins šūnās pēc daļiņu iedarbības tika novērota eksocitoze (šūnu fragmentācija).

Kopumā ilglaicīga un sistemātiska nekvalitatīva nerūpnieciskās darba vides iekštelpu gaisa ietekme biroju darbiniekiem var radīt veselības sūdzības.

ANNOTATION

The paper consists of 162 pages, 75 pictures, 86 tables, 161 literature references, 10 attachments. The thesis is completed in Latvian.

Aim of Study: to assess the non-industrial workplace indoor air quality indicators and detection methods, as well as set the science-based methods for non-industrial workplace indoor air quality and assess the health complains of workers.

Methods and Materials: there have been used internationally recognized indoor air quality assessment methods and equipment in study, as well as the first time in the occupational environment of Latvia were estimate dust particle count and surface area concentrations. The employee's survey was done to evaluate impact of indoor air quality and health complaints in offices. The dust particles (include nanoparticles) potential effects on office workers' health was conducted by experiments *in vivo* (rats) and *in vitro* (cells).

Main Results: the measurement results of indoor air quality indicated that the most important indoor air pollutants in offices are: CO₂, formaldehyde, hydrocarbons (by C), ethyl acetate, the count of dust particles (nanoparticles), surface area of dust alveolar fraction. NO₂ and O₃, as well as humidity, temperature and air velocity should be taken in account by evaluation of the non-industrial occupational environment of workplaces. Data of measurements and survey indicated a strong correlation between CO₂ concentrations and specific health complaints (difficulty concentrating, fatigue, headaches, etc.). The survey results also indicated that poor indoor air quality in offices gave the higher odds ratio for such health complains as: dry skin (OR = 3.4) and dry and itchy eyes (OR = 2.5) in case of low air humidity; nausea or feeling sick (OR = 2.6) and sore, dry throat (OR = 2.6) in case of chemicals exposure; sneezing (OR = 2.2) in case on low air velocity etc. However, considering that age and sex play a role in the development of health symptoms (neck fatigue, back pain, etc.). The experiments *in vivo* showed statistically significantly increasing of inflammatory indicators, changes of immune-competent cells, it shows that inflammatory process in lung is offset. Cell's fragmentation was observed after exposure to nanoparticles in peripheral blood mononuclear cells.

In general, long-term and systematic impact of poor non-industrial indoor air can cause health complaints to office workers.

SATURS

Anotācija	2
Annotation.....	3
Tekstā lietotie saīsinājumi	6
Ievads	8
Promocijas darba mērķi.....	10
Promocijas darba uzdevumi.....	10
Promocijas darba hipotēzes	10
Darba zinātniskā novitāte	11
Darba praktiskā nozīmība/lietderība	11
1. Literatūras apskats	12
1.1.Iekštelpu gaisa kvalitāte nerūpnieciskā darba vidē.....	12
1.2.Apkārtējās vides gaisa piesārņojums	18
1.3.Gaisa piesārņojuma ietekme uz cilvēka veselību	19
1.4.Iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāji un to raksturojums	20
1.4.1.Cieto vielu daļiņas jeb putekļu daļiņas	21
1.4.2.Putekļu daļiņas iekštelpu gaisā.....	27
1.5.Jaunākais riska faktors darba vidē - nanodaļiņas – un to iedarbība uz veselību	28
1.6. Pētniecības stratēģijas nanomateriālu drošuma novērtēšanai.....	37
1.7. Gaistošie organiskie savienojumi (GOS)	38
1.8.Neorganiskās gāzes.....	41
1.9.Mikroklimata rādītāji biroja telpās.....	46
1.10.Mikrobioloģiskie piesārņotāji	50
1.11.Ventilācijas sistēmu raksturojums	52
1.12.Iekštelpu gaisa kvalitāte un veselības sūdzības	53
1.13.Iekštelpu gaisa kvalitātes mērījumu veikšanas principi	58
1.14.Vadlīnijas iekštelpu gaisa kvalitātes rādītājiem pasaulē un Latvijā	60
2. Materiāli un metodes	63
2.1. Pētījuma kvantitatīvo datu (mērījumu) apraksts.....	63
2.2. Putekļu daļiņu novērtēšanas metodes	65
2.3. Ķīmisko vielu novērtēšanas apjoms un mērījumu organizācija	65
2.4. Ķīmisko savienojumu novērtēšanas metodes.....	66
Gaistošo organisko savienojumu novērtēšana.....	66
2.6. Mikroklimata novērtēšanas metodes.....	68
2.8. Kvalitatīvo pētījumu datu metodoloģija (aptauja un eksperimenti)	71
Aptaujas datu izvērtēšanā pielietotās statistiskās metodes	72
2.8.3. Šūnu eksperimenta materiāli un metodes	78

3. Rezultāti.....	80
3.1. Iekštelpu gaisa kvalitātes būtiskāko riska faktoru novērtējums	80
3.1.1. Putekļu daļiņu virsmas laukuma un skaita mērījumu rezultāti	81
3.1.2. Gaistošo organisko savienojumu mērījumu rezultāti	85
3.1.3. Neorganisko gāzu mērījumu rezultāti	92
3.1.4. Mikroklimata mērījumu rezultāti	98
3.1.5. Putekļos veikto ķīmisko savienojumu analīžu rezultāti	100
3.2. Biroja darbinieku subjektīvā veselības stāvokļa novērtējums	102
3.2.1. Vides apstākļi un veselība	109
3.2.2. Veselības sūdzības/traucējumi un biroja tehnikas izmantošanas aktivitāte	117
3.2.3. Veselības sūdzības/traucējumi un biroja telpu raksturojums	121
3.3. Sakarībasstarp darba vidi piesārņojošiem faktoriem un veselību	125
3.3.1. Daudzfaktoru analīzes rezultāti	125
3.3.2. Sakarību starp mērījumiem un veselības sūdzībām rezultātu apkopojums	127
3.3. Biroju tehniskā aprīkojuma un darba vides piesārņojuma eksperimentāls novērtējums ...	130
3.4.1. Dzīvnieku eksperimenta rezultāti	130
3.4.2. Eksperimenta ar perifērām mononukleārām asins šūnām rezultāti	140
4. Diskusija	145
5. Secinājumi	158
6. Praktiskās rekomendācijas	161

Izmantotā literatūra

Pielikumi

1. Pielikums „Vadlīnijas iekštelpu gaisa kvalitātes rādītājiem”
2. Pielikums „Mērījumu daļas rezultāti”
3. Pielikums „Iekštelpu gaisa kvalitātes aptauja”
4. Pielikums „Iekštelpu gaisa kvalitātes nodrošinājums - Telpu/ēkas raksturošanas aptauja”
5. Pielikums „Aptaujas vispārējās daļas rezultāti”
6. Pielikums „Izredžu attiecību analīzes rezultāti”
7. Pielikums „Multinominālās loģistiskās regresijas analīzes rezultāti”
8. Pielikums „Sakarības starp mērījumiem un sūdzībām par veselību”
9. Pielikums „RSU Ētikas komisijas protokols”
10. Pielikums „Pārtikas un veterinārā dienesta Ētikas komisijas protokols”

Publikāciju un tēžu saraksts

Galvenās publikācijas

Pateicības

TEKSTĀ LIETOTIE SAĪSINĀJUMI

PM	„ <i>Particular matter</i> ” – cieto vielu daļiņas
nm	nanometrs (10^{-9} m)
GOS	gaistošie organiskie savienojumi
ASHRAE	Amerikas apkures, ventilācijas un gaisa kondicionēšanas inženieru asociācija (<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>)
AER	aroda ekspozīcijas robežvērtība
WHO	Pasaules Veselības organizācija (<i>World Health Organization</i>) - PVO
EPA	Vides Aizsardzības aģentūra (<i>Environmental Protection agency</i>)
COHS	Kanādas Darba vides veselības un drošības institūts (<i>Canadian Occupational Health and Safety</i>)
HOPS	hroniska obstruktīva plaušu slimība
KSS	koronāra sirds slimība
DNS	dezoksiribonukleīnskābe
ppm	vielu daļas uz miljonu
ppb	vielu daļas uz miljardu
ppmv	vielu daļas uz miljonu tilpumā
EI	ekspozīcijas indekss
ES	Eiropas Savienība
HVAC	apkure, ventilācija un gaisa kondicionēšana (<i>heating, ventilation, and air conditioning</i>)
SĒS	slimo ēku sindroms
A-frakcija	alveolārā putekļu daļiņu frakcija
TB-frakcija	traheobronhiālā putekļu daļiņu frakcija
AEŠH	augstefektīva šķīduma hromatogrāfija (HPLC)
GHR	gāzu hromatogrāfija
SOD	superoksīddismutāze

MDA	malondialdehīds
GSH	glutations
LOOH	lipīdu hidroperoksidāze
IARC	Starptautiskā vēžu pētniecības aģentūra (<i>International Agency for Research on Cancer</i>)
ISO	Starptautiskā standartizācijas organizācija (<i>International Organization for Standardization</i>)
LVS	Latvijas Valsts standarts
MK	Ministru kabinets
N vai n	mērījumu, atbilžu vai respondentu skaits izlasē
NIOSH	Nacionālais darba drošības un veselības institūts (<i>The National Institute of Occupational Safety and Health</i>)
OR	izredžu attiecība (<i>odds ratio</i>)
SDEV	standartnovirze (<i>Standard Deviation</i>)
TI	ticamības intervāls

IEVADS

Darba raksturs, tehnoloģija un darbarīki nepārtraukti mainās, it īpaši tādās valstīs kā Latvija, kur kopš 90. gadu sākuma ir ļoti pārmainījusies darba vide. Strauji ir palielinājusies birojos un citās nerūpnieciskās darba vietās strādājošo skaits (sabiedriskās un komerciālās institūcijās).

Iekštelpu gaisa kvalitāte ir nozīmīgs sabiedrības veselības un indivīda veselību un labsajūtu ietekmējošs faktors. Iekštelpu gaisa kvalitāte ir cieši saistīta ar apkārtējās vides gaisa problēmām, kurām Latvijā ir pievērsta īpaša uzmanība: tiek veikts atsevišķu ķīmisko savienojumu monitorings pilsētās, Ministru Kabineta noteikumos par gaisa kvalitāti ir noteiktas šo savienojumu pieļaujamās vērtības ārtelpu gaisā. Latvijā tiek pievērsta uzmanība arī rūpnieciskai darba videi – gaisa kvalitātei darba vietās, bet ļoti maz tiek novērtēta un pētīta nerūpnieciskā iekštelpu gaisa kvalitāte.

Latvijā nerūpnieciskā darba vidē (galvenokārt birojos) parasti uzmanība tiek novērtēti ergonomiskie riska faktori (darbs pie datora), apgaismojums darba vietā, mikroklimata rādītāji un, retos gadījumos, veicot kopēšanas darbus, tiek noteikta ozona, slāpekļa dioksīdu koncentrācija. Jāatzīmē, ka nerūpnieciskā iekštelpu gaisa piesārņojumu var radīt daudz dažādi riska faktori, kuri ir maz novērtēti un analizēti, līdz ar to nav noteiktas galvenās problēmas un prioritātes nerūpnieciskā darba vidē Latvijā.

Iekštelpu gaisa kvalitāti raksturo fizikālie (mikroklimats – gaisa temperatūra, gaisa relatīvais mitrums; troksnis, apgaismojums, u.c.), ķīmiskie (putekļi, neorganiskie savienojumi (oglekļa dioksīds); organiskie savienojumi, u.c.) un bioloģiskie (putekļu ērcītes, pelējuma sēnes, infekcijas slimību ierosinātāji, u.c.) piesārņotāji. Pasaulē liela uzmanība tiek pievērsta ļoti sīko putekļu daļiņu (PM_{10} , $PM_{2,5}$ un $PM_{0,1}$, kur PM – *particular matter* – vielu daļiņas ar diametru 10 μm , 2,5 μm un 0,1 μm jeb 100 nm – nanodaļiņas) koncentrācijai apkārtējā un darba vidē. Nanodaļiņas, ir viens no jaunākajiem identificētiem riska faktoriem darba vidē – jo tās ir smalkākas un vairāk to ir gaisā, jo lielāka ir to aktīvā virsma. Svarīgi atzīmēt, ka liela nozīme ir putekļu daļiņu ķīmiskajam sastāvam [Maynard et al., 2003; Maynard et al., 2005]. No darba vides riska faktoru identifikācijas viedokļa birojos un līdzīga tipa darba vietās ir ļoti daudz neskaidru un neizvērtētu aspektu, kas saistīti ar jaunām biroju iekārtām, tehnoloģijām un kondicionēšanas iekārtām – jaunu ķīmisko piesārņotāju iekštelpu gaisā dažāda veida nanodaļiņas, piemēram, oglekļa u.c. ķīmisko savienojumu nanodaļiņas, polibromētie difenilēteri, ko lieto kā liesmu slāpētājus drukas iekārtās, ftalāti, gaistošie organiskie

savienojumi, kas izdalās no tīrīšanas līdzekļiem, sintētiskiem celtniecības un apdares materiāliem, kā arī lietojot individuālās higiēnas preces [Andersson et al., 1998; Schechter et al., 2005; Wolkoff, Nojgard et al., 2006; Morawska et al., 2007].

Literatūrā minētie nozīmīgākie veselības traucējumi biroju darbiniekiem un citiem nerūpnieciskās darba vides pārstāvjiem ir nogurums, galvassāpes, galvas reiboņi, sausa āda, gļotādas kairinājums, sauss klepus, acu asarošana, alerģiski izsitumi, saaukstēšanās u.c. [Wolkoff, Wilkins et al., 2006]. Atzīmējot putekļu daļiņu iedarbību uz veselību, epidemioloģiskos pētījumos ir konstatētas saistības starp apkārtējās vides piesārņojumu ar putekļu daļiņām (PM₁₀, PM_{2,5}) un paaugstinātu saslimstību ar akūtām plaušu un kardiovaskulārām slimībām, kā arī hronisku slimību saasinājumu, organisma imunitātes samazināšanos, aterosklerozes attīstības veicināšanu un nozīmi citu slimību attīstībā [Cormier et al., 2006; Wolkoff et al., 2006]. Tomēr nav pietiekami izpētīta putekļu daļiņu, t.sk. nanodaļiņu nelabvēlīgā ietekme uz nerūpnieciskā vidē nodarbināto veselību, dzīves kvalitāti, darba spējām un darba produktivitāti.

Pasaulē ir maz pētījumu par nanodaļiņu ekspozīciju darba vidē, turklāt informācija ir pretrunīga par to ietekmi uz veselību saistībā ar daļiņu ķīmisko sastāvu, uzbūvi un izraisītiem efektiem. Ļoti mazo izmēru (1-100 nm) dēļ tās spēj iekļūt no elpceļiem asinsritē un šūnās, un izraisīt nozīmīgus veselības traucējumus. Nenoskaidrots ir jautājums par nanodaļiņu toksicitāti un korelāciju ar daļiņu īpašībām. Nanodaļiņu izraisīto kaitīgo efektu novērtēšanai tiek izmantoti iekaisuma un alerģijas marķieri, bet trūkst vispusīgas informācijas par nanodaļiņu ietekmi uz dažādiem bioloģiskiem procesiem (oksidatīvo stresu, audzēju etioloģiju, DNS bojājumiem) [Oberdörster et al., 2005; Maynard et al., 2005; Cormier et al., 2006]. Attīstoties tehnoloģijām (īpaši nanotehnoloģijai) un materiālu ražošanai, nanodaļiņu toksicitātes pētījumi ir ļoti aktuāli.

Jāatzīmē, ka nerūpnieciskās darba vides iekštelpu gaisa kvalitāti raksturo zemāks piesārņojuma līmenis salīdzinājumā ar rūpniecisko darba vidi. Darba higiēnā aktuāla problēma arī ir dažādu riska faktoru dažādu piesārņojuma līmeņu vienlaicīgas iedarbības izpēte uz darbinieku veselību, kā arī pareizu principu, un metožu izvēle iespējamā riska novērtēšanai, ietverot atbilstošu normatīvu pielietošanu.

Latvijā nerūpnieciskās darba vides riska faktori nav pietiekami aktualizēti, trūkst informācija, konkrētu vadlīniju un normatīvo dokumentu nerūpnieciskā iekštelpu gaisa kvalitātes novērtēšanā gan darba vides aizsardzības ekspertiem, gan darba devējiem, darbiniekiem un sabiedrībai kopumā.

Promocijas darba mērķi

1. Novērtēt nerūpnieciskās darba vides iekštelpu gaisa kvalitātes rādītājus un to noteikšanas metodes.
2. Izveidot zinātniski pamatotu pamatmetožu kopumu nerūpnieciskās darba vides iekštelpu gaisa kvalitātes un darbinieku veselības riska novērtēšanai.

Promocijas darba uzdevumi

1. Apkopot informāciju par nerūpniecisko iekštelpu gaisa kvalitātes rādītājiem un to novērtēšanas metodēm, atlasīt nozīmīgākos kvalitātes pamatrādītājus nerūpniecisko iekštelpu gaisa kvalitātes novērtēšanai.
2. Apkopot informāciju par nerūpnieciskā darba vidē sastopamo nanodaļiņu toksicitāti, iedarbības mehānismiem un iespējamiem biomarkeriem, lai izvēlētos piemērotākos veselības pārmaiņu rādītājus, ko varētu izmantot preventīvajā medicīnā.
3. Pamatmetožu kompleksa izveide nerūpniecisko iekštelpu gaisa kvalitātes riska noteikšanai.
4. Veikt aptauju biroju darbinieku vidū un analizēt sakarības starp darbinieku veselības sūdzībām un iekštelpu gaisa piesārņojuma līmeni.
5. Veikt biroju tehniskā aprīkojuma (printeri, kopētāji) radītā darba vides piesārņojuma iespējamo ietekmi uz organismu eksperimentālu novērtējumu, noteikt sevišķi smalko putekļu daļiņu (nanodaļiņu) transportu organismā, to izgulsnēšanos konkrētos orgānos un organisma atbildes reakciju.
6. Sagatavot priekšlikumu projektu par nerūpniecisko iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāju normatīviem lielumiem, pamatojoties uz veiktajiem pētījumiem un citu valstu pieredzi.

Promocijas darba hipotēzes

- Putekļu daļiņas (t.sk. nanodaļiņas) rada paaugstinātu iekštelpu gaisa piesārņojumu nerūpnieciskās darba vidē (birojos).
- Sevišķi smalkās putekļu daļiņas (t.i., nanodaļiņas) izgulsnējas laboratorijas dzīvnieku (žurkas) orgānos un rada tajos funkcionālus traucējumus.

- Piesārņots iekštelpu gaiss birojos rada nelabvēlīgu ietekmi uz biroja darbinieku veselību.

Darba zinātniskā novitāte

1. Kvalitatīvi un kvantitatīvi identificēti ar plaši izmantotām biroju iekārtām un tehnoloģijām saistīti darba vides riska faktori:
 - » ultrasmalkās putekļu (oglekļa un citu ķīmisko savienojumu) nanodaļiņas,
 - » noteiktie daļiņu izmēri, skaits, virsmas laukums ir būtiski nanodaļiņu toksicitātes novērtēšanas rādītāji.
2. Pirmoreiz Latvijā veikta kompleksa neindustriālā iekštelpu gaisa kvalitātes izvērtēšana, nosakot darba vides higiēnisko mērījumu korelāciju ar darbinieku sūdzībām par veselību.
3. Objektīvos eksperimentālos pētījumos *in vivo* un *in vitro* identificēta biroju iekštelpu gaisa piesārņojuma ietekme uz organismu, kas apstiprina tā iespējamo risku cilvēku veselībai.

Darba praktiskā nozīmība/lietderība

1. Promocijas darba rezultātā tika identificēti nozīmīgākie iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāji nerūpnieciskā darba vidē (birojos), norādītas novērtēšanas metodes un izstrādāti kompleksas novērtēšanas pamatprincipi/kritēriji.
2. Promocijas darbs ir pamats iekštelpu gaisa kvalitātes vadlīniju izveidošanai Latvijā, tas ietver prasības novērtēšanas kārtībai, noteicamiem rādītājiem un normatīviem lielumiem. Latvijā ir izstrādāti normatīvie lielumi (AER – arodekspozīcijas robežvērtība) gaisa kvalitātes rādītājiem rūpnieciskā darba vidē, bet tie nav attiecināmi uz nerūpniecisko darba vidi (birojiem un administratīvo darbu), jo darba specifika un telpu aprīkojums ir būtiski atšķirīgs, netiek identificēta ķīmisko riska faktoru iespējamā klātbūtne darba vidē. Definētos iekštelpu gaisa kvalitātes rādītājus var pielāgot mājokļiem, izglītības iestādēm u.c publiskām telpām.
3. Promocijas darbs sniedz galvenos principus darbinieku veselības stāvokļa un iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāju savstarpējās iedarbības izvērtēšanai.

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Iekštelpu gaisa kvalitāte nerūpnieciskā darba vidē

Iekštelpu gaisa kvalitāte ir gaisa īpašību kopums, kas nosaka gaisa fizikālo, ķīmisko un bioloģisko faktoru iedarbības pakāpi uz cilvēku telpās, kurās nav ražošanas procesu un/vai darbību, kas var ietekmēt darbinieku komforta līmeni un veselības stāvokli [IAQ, 2003].

Iekštelpu gaisa kvalitāte ir tieši saistīta ar apkārtējās vides kvalitāti; tāpēc apkārtējās vides piesārņojuma samazināšanas pasākumi ir prioritāte ne tikai Latvijā, bet visā pasaulē.

Tīra gaisa sastāvā parasti ir 78% slāpekļa, 21% skābekļa un 1% citu gāzu. Dabā gaisā var atrasties arī ūdens tvaiki, kvēpi, putekšņi, baktērijas, vīrusi un citu vielu piemaisījumi.

Vielas, kas nokļūst gaisā cilvēka darbības vai dabisku procesu rezultātā un kuras var izraisīt kaitīgu iedarbību uz cilvēku vai dzīvnieku organismiem, kā arī ietekmēt dabas procesus, sauc par **gaisu piesārņojošām vielām** [Eglīte, 2008]. Nozīmīgākos iekštelpu gaisa piesārņotājus skat. 1.1. tabulā.

1.1. tabula

Literatūrā minētie nozīmīgākie iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāji

Iekštelpu gaisa kvalitātes rādītājs	Avots
Oglekļa dioksīds	Cilvēka elpošanas process, gāzes un petrolejas iekārtas, ierīces, procesi vai darbības, kas izdala sadegšanas produktus.
Mikroklimata rādītāji: temperatūra, mitrums, gaisa kustības ātrums	Ventilācija, klimats, cilvēki, iekārtas.
Putekļi (putekļu daļiņas), t.sk., nanodaļiņas	Iekšējās: mitrinātāju piedevas, slikta mājokļa uzturēšana, neefektīvi putekļu sūcēji, celtniecības materiāli, sēnīšu sporas, dūmi, cauruļvadu cauruļu izolācijas materiāli, paklāju šķiedras, kopētāju/printeru un papīra putekļi. Apkārtējā vidē: gaisa piesārņojums, celtniecības darbības, satiksmes kustība, rūpnieciskās emisijas, un tās putekļu daļiņas, kas rodas ugunsgrēku un nelaimes gadījumu rezultātā.
Gaistošie organiskie savienojumi (GOS's) - trihloretilēns, benzols, toluols, metiletilketons, spirti, metakrilāti, akroleīns, policikliskie aromātiskie ogļūdeņraži, pesticīdi, aldehīdi u.c.	Krāsas, lakas, līmes, iekārtu sakarsušās plastmasas detaļas, uzkopšanas līdzekļi, kožu bumbas, līmes, kopētāji, silikona blīvēšanas materiāli, insekticīdi, herbicīdi, sadegšanas produkti, asfalts, benzīna tvaiki, tabakas dūmi, kosmētikas līdzekļi un citi personiskie produkti, mēbeles u.c.
Formaldehīds	Putu izolācija, saplākšņi, kokskaidu plātnes un paneļi, paklāji un audumi, līmes, tīrīšanas līdzekļi, degšanas

Iekštelpu gaisa kvalitātes rādītājs	Avots
	produkti, tostarp tabakas dūmi.
Ozons	Kopējamās mašīnas, elektrostatiskie gaisa attīrītāji, elektriskā izlāde, smogs.
Slāpekļa oksīdi	Degšanas produkti no gāzes krāsnīm un ierīcēm; tabakas dūmi, dīzeļa dzinēju izplūdes gāzes.
Mikroorganismi un citi bioloģiskie piesārņotāji – vīrusi, pelējuma sēnes, baktērijas, nematodes, amēbas, ziedputekšņi, blaugznas, un ērces.	Gaisa apstrādes sistēmas kondensāti, dzesētāji, ūdens bojāti materiāli, augsts mitrums iekšējās, mitru organisko materiālu porainas slapjas virsmas, mitrinātāji, karstā ūdens sistēmas, augu, dzīvnieku ekskrementi, dzīvnieki un kukaiņi, pārtikas produkti.
Neorganiskās gāzes – amonjaks, sērūdeņradis, sēra dioksīds	Logu tīrītāji, skābes kanalizācijas caurulēs, tīrīšanas līdzekļi, degšanas produkti, tabakas dūmi.
Oglekļa monoksīds	Tabakas dūmi, fosilā kurināmā dzinēja izpūtēji, fosilā kurināmā ierīces.
Radons	Zeme zem ēkām, būvmateriāli un gruntsūdeņi
Azbests	Izolācijas un citi celtniecības materiāli, piemēram, grīdas flīzes, sauso sienu savienojumi, apmetums, cauruļu izolācija.
Sintētiskās šķiedras	Stikla šķiedra un minerālvate
Tabakas dūmi	Cigāri, cigaretes, pīpes tabaka [NIOSH, 2006; IAQ, 2003]

Azbests, radons un sintētiskās šķiedras ir uzskatāmi par potenciāli svarīgiem gaisa kvalitāti ietekmējošiem rādītājiem, tomēr akūti veselības traucējumi nav saistīti ar tiem. Šos rādītājus, ņemot vērā to nelabvēlīgo ietekmi uz veselību, būtu nepieciešamas novērtēt iekšējās, kur ir veikti vai tiek veikti demontāžas darbi, remonts, kā arī specifiskās darba vietās muzejos, arhīvos, pazemes darbu veicējiem, kur var būt paaugstināts dabīgais radona fona līmenis utt.

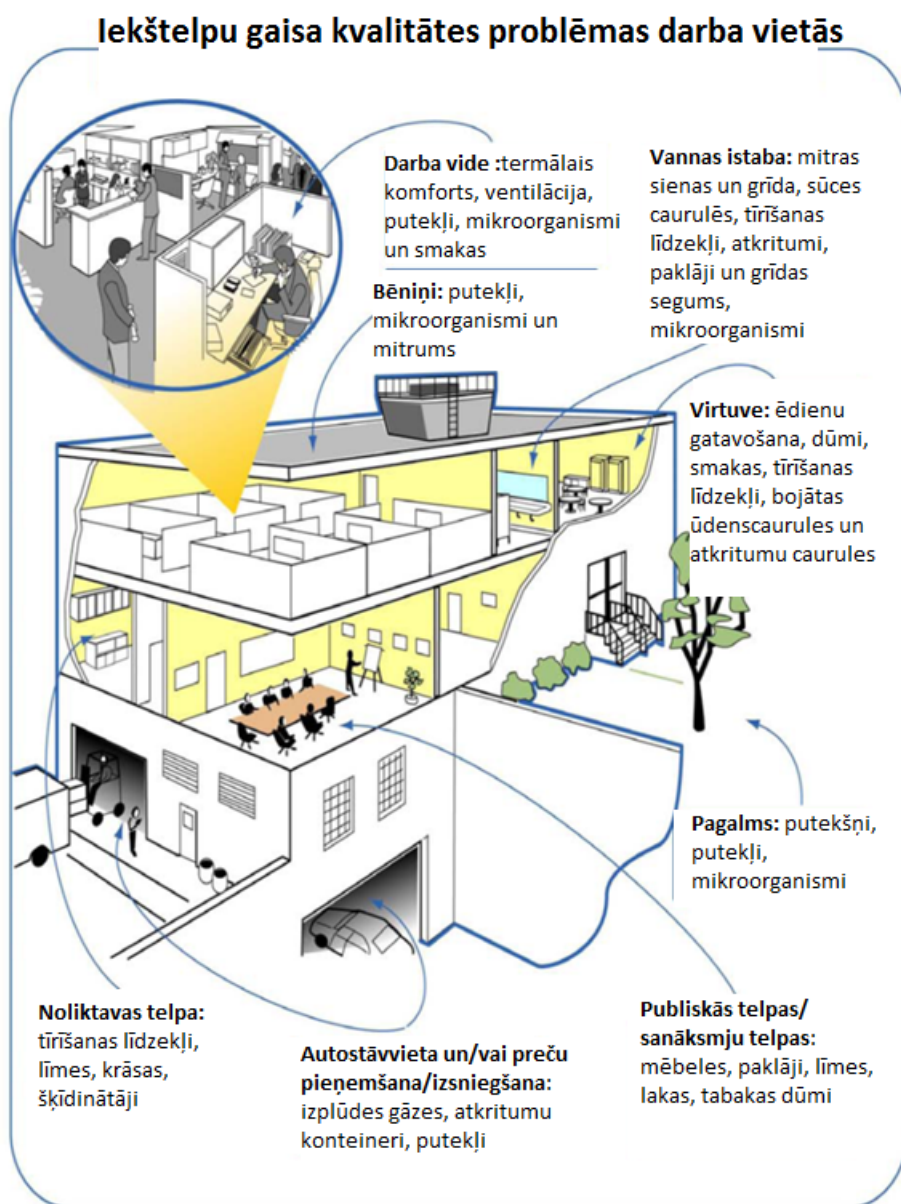
Nerūpnieciskā darba vidē, izskatot jautājumus par ietekmi uz darbinieku veselību, ir nozīmīgi arī tādi faktori kā troksnis, apgaismojums, stress, darba vietas plānojums, aprīkojums, darba rīku ergonomika un drošums.

Iekštelpu gaisa kvalitātes raksturojumam nav iespējams izmantot kādu vienu visaptverošu rādītāju, jo gaisā satopamas daudz un dažādas vielas un savienojumi, kas var nelabvēlīgi ietekmēt cilvēku veselību. Daudzu vielu ietekme uz cilvēku veselību vēl nav pilnībā izpētīta, tādēļ pastāv tikai neliels skaits piesārņojošo vielu, kuru koncentrācijām apkārtējā gaisā noteikti robežlielumi vai mērķlielumi, kas sasniedzami pēc noteikta laika perioda.

ASV pētnieki uzskata, ka pieņemama (laba, normāla) iekštelpu gaisa kvalitāte ir tad, ja gaisā nav zināmu piesārņotāju bīstamās, kaitīgās koncentrācijās un lielākai daļai iekšējā strādājošo (80% un vairāk) cilvēku tās neizraisa neapmierinātību (sūdzības) [ASHRAE, 2004].

Laba iekštelpu gaisa kvalitāte palīdz nodrošināt veselīgu un produktīvu vidi visiem darbiniekiem, kas atrodas telpās. Ir daudz dažādu veidu, kas palīdz uzturēt un sasniegt labu gaisa kvalitāti, kā arī uzlabot sliktu gaisa kvalitāti. Lielāko daļu iekštelpu gaisa kvalitātes problēmu var novērst ar regulāru un kvalitatīvu iekārtu un sistēmu tehnisko apkopi, kā arī īstenojot vienkāršus un lētus pasākumus [IAQ, 2003].

Iekštelpu gaisa kvalitāte ir nozīmīga vides veselības problēma, jo vairākums cilvēku lielāko dienas daļu (līdz pat 90%) pavada telpās, kur praktiski visi cilvēki var tikt pakļauti iekštelpu gaisa piesārņotāju iedarbībai gan darba vidē, gan mājas vidē (skat. 1.1. att.).



1.1. att. Raksturīgākie avoti, kas rada iekštelpu gaisa kvalitātes problēmas darba vidē [IAQ, 2003]

Tieši ekonomiski attīstītāko valstu iedzīvotāji, kā arī vēsajā un mitrajā klimatā dzīvojošie pavada ilgāku laiku telpās. Līdz ar to iekštelpu mikrovides kvalitātei ir arvien lielāka nozīme un pastiprināta uzmanība būtu jāpievērš jaunu biroja ēku būvniecības un veco ēku renovācijas projektiem, kuros jāparedz cilvēka veselībai nekaitīgu materiālu izmantošana, efektīvu telpu vēdināšanas sistēmu ierīkošana, darbinieka veselībai “draudzīga” telpu dizaina projektēšana u.c.

Pēdējos divdesmit gadus enerģiju saudzējošie pasākumi sekmējuši to, ka jaunas un renovētās ēkas tiek būvētas pēc iespējas hermētiskākas, kas rada gaisa apmaiņas problēmas un pasliktina iekštelpu gaisa kvalitāti. Bieži vien ventilācijas sistēmas tiek uzstādītas tā, lai minimalizētu svaiga gaisa iekļuvi iekšējās telpās, un darbojas pēc gaisa recirkulācijas principa, proti, telpā jau cirkulējošam gaisam noteiktā laika posmā tiek pievienots neliels daudzums apkārtējās vides gaiss, kas noteiktā laika posmā cirkulē slēgtā sistēmā, kur tas tiek attīrīts. Šādi izveidota ventilācijas sistēma veicina gaisa piesārņojošo vielu uzkrāšanos vienas ēkas ietvaros [Alberta, 2009].

Itāļu pētnieki, veicot iekštelpu gaisa kvalitātes un veselības problēmu analīzi birojos un citās nerūpnieciskās darba vietās, atzīmē, ka svarīgi ir precīzāk norādīt kritērijus iekštelpu gaisu piesārņojošo rādītāju noteikšanai, ierīkot piemērotas ventilācijas sistēmas, izzināt ķīmisko vielu maisījumu pastiprinošo vai sinerģisko iedarbību un mikroorganismus uzkrājošo produktu toksicitāti, kā arī nodrošināt objektīvu klīnisko testu pieejamību iekštelpu gaisa kvalitātes ietekmes uz veselību novērtēšanai un ēku novērtēšanas rādītāju kompleksu pārskatīšanu [Abbritti, 2006].

Pašreiz noteiktie galvenie faktori, kas ietekmē iekštelpu gaisa kvalitāti ēkās:

- Ēkas atrašanās vieta (apkārtējās vides piesārņojuma līmenis). Ēkas atrašanās vieta un ventilācijas sistēmas stāvoklis ļauj novērtēt, kā notiek gaisa cirkulācija ēkā un cik lielā mērā no ārpuses iekšā nonāk svaigs gaiss.
- Ēkas ekspluatācija un tehniskais stāvoklis, ventilācijas, komforta standartu ievērošana – mitrums, temperatūra, gaisa plūsmas ātrums, ventilācijas sistēmas apkopšana, ēkas personāla apmācība, regulāra ēkas tehniskā apskate.
- Būvmateriāli, ēkas apdare un cits ēkas saturs (telpās izmantotais aprīkojums) - ventilācijas, lifti, apkures sistēmas; izmantotie būvmateriāli, izmantojamie telpu un iekārtu tīrīšanas līdzekļi un veids; darbam nepieciešamie tehniskie līdzekļi. Ļoti būtiska ir arī ēkas apdares materiālu emisija, infiltrācija, ūdens iekļūšana, ēkas struktūra, grīdu segumi.

- Ēkas ventilācijas, apkures sistēmas iekārtojums un uzturēšana. Ventilācijas un kondicionēšanas sistēmas galvenā funkcija ir ārējās vides gaisa izplatīšana ēkas iekšpusē, tā attīrīšana, gaisu piesārņojošo vielu likvidēšana, gaisa mitruma un temperatūras kontrole. Ventilācijas sistēmas nepilnvērtīga funkcija, kā arī dabīgās vēdināšanas trūkums telpās (nav iespējams attaisīt logus, durvis), kas nenodrošina pietiekamu gaisa apmaiņu telpā – tātad rada svaiga gaisa trūkumu, un kopumā var būtiski pasliktināt iekštelpas gaisa kvalitāti.
- Ārējās vides apstākļi - klimats, it īpaši reģionos ar zemu temperatūru, jo tajos grūtāk kontrolēt iekštelpu mitruma līmeni, līdz ar to pieaug risks pelējumu un ar to saistīto slimību attīstībai. Apkārtējā vides gaisa kvalitāte, augsne, putekļi utt., ūdens kvalitāte.
- Ēkas iemītnieki un viņu aktivitātes var ietekmēt iekštelpu gaisa kvalitāti. Piemēram, smēķēšana, zāļu lietošana, slimošana (vīrusi, strutainas infekcijas u.c.), kosmētikas un personiskās higiēnas līdzekļu lietošana, ēdienu gatavošana, metabolisma īpatnības [WS, 2005].

Augstākās koncentrācijās iekštelpu piesārņotāji var izraisīt fiziskus simptomus, un dažos gadījumos var izraisīt nopietnu risku veselībai. Telpās ar daudz darbiniekiem, ar mēbelēm un lielām biroju iekārtām aprīkotās telpās, var tik veicināta paaugstināta piesārņojumu rašanās darba vidē.

Faktori, kas visbiežāk ietekmē biroja darbinieku darba produktivitāti un var radīt nelabvēlīgu ietekmi uz veselību ir šādi:

- Smakas - ietver personiskās aprūpes produktus, smaržas, tīrīšanas līdzekļus, biroja preces, būvmateriālu emisijas, pārtikas produktus, ķermeņa smakas un smakas no citiem avotiem (gaisa piesārņojums, emisijas no kaimiņu ēkām).
- Gaisa kustības ātrums – slikta gaisa cirkulācija.
- Biroja tehnikas izvēle, atrašanas vieta un izmantošanas biežums.
- Pārāk daudz mēbeļu uz m², kas traucē gaisa cirkulāciju telpā.
- Darba telpas dizains.
- Darba vietas ergonomika.
- Trokšņa un vibrācijas līmenis.
- Tieša saules staru iedarbība.
- Stress mājās vai darba vietā [Wolkoff, 2001; EPA, 2010].

ASV Nacionālais darba drošības un veselības aizsardzības institūts (*NIOSH*), veicot pēdējos desmit gados apmēram 500 iekštelpu gaisa kvalitātes izmeklējumus, ir konstatējis primāros cēloņus iekštelpu gaisa kvalitātes problēmām:

- nepietiekama ventilācija - 52%
- piesārņojums no ēkas iekšpuses - 16%
- piesārņojums ārpus ēkas - 10%
- mikrobioloģiskais piesārņojums - 5%
- piesārņojums no apdares audumiem - 4%
- nav zināmi avoti - 13% [*OSHA, 2006*].

Laba gaisa kvalitāte nozīmē, ka iekštelpu gaisam jābūt svaigam, patīkamam, tas nedrīkst negatīvi iespaidot cilvēku pašsajūtu. Gaisa kvalitātei jābūt tādai, lai stimulētu darba produktivitāti. Izstrādātie iekštelpu gaisa standarti un vadlīnijas ne vienmēr ir piemērojami visiem darbiniekiem, it īpaši jutīgākiem cilvēkiem. Pasaulē tiek veikti pētījumi un ir izstrādātas vadlīnijas iekštelpu gaisa kvalitātes noteikšanai, uzlabošanai un jaunu standartu izstrādāšanai, ir izveidota iekštelpu gaisa kvalitātes menedžmenta sistēma [*Seppänen, 2005*].

Starptautiskajā pētījumā, kurā piedalījās ASV, Kanādas un Somijas pētnieki un kura mērķis bija sagatavot alergologiem nepieciešamo informāciju, lai un sniegtu rekomendācijas pacientiem gadījumos, kad alergisku slimību cēlonis varētu būt neapmierinoša iekštelpu gaisa kvalitāte, tika apskatīti specifiski iekštelpu gaisa piesārņotāji, kā, piemēram, ozons, slāpekļa dioksīds, sēra dioksīds, oglekļa monoksīds, gaistošie organiskie savienojumi, vielu cietās daļiņas (putekļi jeb PM – *Particulate matter*), mikrobioloģiskais piesārņojums. Pētījuma rezultātu būtiskākais secinājums bija saistīts ar arhitektūras un celtniecības jautājumiem, t.i., par iekštelpu gaisa kvalitāti ir jādomā jau ēkas projekta stadijā. Pētnieki atzīmēja arī, ka iekštelpu gaisa kvalitātes standarti netiek plaši izmantoti un netiek kontrolēta to ievērošana, turklāt ir izstrādātas vairākas specifiskas programmas, piemēram, iekštelpu gaisa kvalitāte skolās, kā arī stratēģija iekštelpu gaisa kvalitātes izraisītu alergēnu un kairinātāju monitorēšanai [*Bernstein, 2008*].

Tomēr kopumā profesiju standarti un normatīvie lielumi iekštelpu gaisa kvalitātes rādītājiem ir izstrādāti galvenokārt rūpnieciskai darba videi (kokapstrāde, metālapstrāde utt.) un balstoties uz veselīgiem darbspējīgiem pieaugušiem vīriešiem, kas strādā astoņas stundas dienā piecas dienas nedēļā. Tas liecina, ka šiem kritērijiem atbilst tikai neliela daļa darbinieku. Svarīgi ir vadlīnijas un standartus iekštelpu gaisa

kvalitātei izvērtēt, ņemot vērā arī vecumu, dzimumu, ģenētiskos faktorus, paradumus (piemēram, smēķēšana, alkohola un narkotiku lietošana), medikamentu lietošanu, kas kompleksā ar iekštelpu gaisa kvalitātes rādītājiem (arī zemās koncentrācijas), var radīt negatīvu ietekmi uz veselību. Turklāt profesiju standarti un normatīvie lielumi nav piemērojami nerūpnieciskai darba videi, arī mājas videi un jutīgām personām, piemēram, bērniem un veciem cilvēkiem [IDPH, 2011].

1.2. Apkārtējās vides gaisa piesārņojums

Gaiss ir skābekļa avots, kas ir vitāli nepieciešams cilvēka organismam. Gaisa sastāvā (99,9%) ir slāpeklis, skābeklis, ūdens tvaiks un inertās gāzes. Apkārtējās vides gaiss satur dažādus piesārņotājus, arī ķīmiskas vielas no rūpnieciskā sektora emisijām, automobiļu izplūdes gāzes, atmosfēras dabisko piesārņojumu, bioloģisko aerosola veidojošos mikroorganismus. Piesārņojošo vielu avoti apkārtējās vides gaisā ir gan cilvēka darbības, gan arī dabisko procesu radīti.

Atmosfēras piesārņojumu iedala:

- Dabiskajā atmosfēras piesārņojumā, ko veido gāzes un tvaiki, kas atmosfērā lielā daudzumā nonāk no vulkāniem, geizeriem, ģeotermālajiem un citiem pazemes avotiem, arī no mežu un stepes ugunsgrēkiem atmosfēras sastāvā nonāk gāzes.
- Mākslīgajā atmosfēras piesārņojumā, kas rodas cilvēku saimnieciskās darbības rezultātā. Nozīmīgākie atmosfēras piesārņotāji ir rūpniecība, transports, komunālā saimniecība, lauksaimniecība. Viens no galvenajiem piesārņotājiem ir sadegšanas produkti, kas rodas no automobiļu dzinējiem, kā arī apkures iekārtu un katlu māju darbības procesā radušies savienojumi.

Viens no būtiskiem piesārņojuma veidiem apkārtējās vides gaisā ir cieto vielu daļiņu izplatīšanās no nepilnīgas sadegšanas procesiem, dedzinot degvielu un kurināmo materiālu, piemēram, dīzeļdzinēja dūmi ir vien no cieto vielu daļiņu piesārņojuma avotiem. Galvenie cieto putekļu daļiņu piesārņojuma avoti ir automašīnu izplūdes gāzes, māju kurināmā sadegšanas produktu izmeši un rūpniecības objektu ražošanas procesu emisijas.

Otrs piesārņojuma veids ir kaitīgās gāzes, piemēram, sēra dioksīds, oglekļa monoksīds, slāpekļa oksīdi, kā arī ķīmisko vielu tvaiki. Šie savienojumi var piedalīties

ķīmiskās reakcijās atmosfērā, veidojot smogu un skābos lietus [Eglīte, 2008].

Iekštelpu gaisa kvalitāte lielā mērā ir atkarīga no gaisa, kas ir ārpus telpām. Ja gaiss, kas nonāk telpās caur ventilācijas sistēmu, netiek filtrēts vai kā citādi attīrīts, tad būtībā šis gaiss pēc kvalitātes līdzinās gaisam, kas ir ārpus telpām [Brooks, 1991]. Kāds ASV laikraksts informatīvā materiālā norāda, ka gaisa pieplūde ventilācijas sistēmai daudzviet notiek no vietas, kas atrodas vienā līmenī ar pazemes autostāvvietu vai preču piegādes platformām, līdz ar to radot birojā pat toksiskus un veselībai ļoti kaitīgus apstākļus. Jaunu ēku, arī biroju ēku, celtniecībā tiek izmantotas jaunas tehnoloģijas un materiāli, nozīmīgi tiek taupīta enerģija, tomēr ēkas nekļūst cilvēkam „veselīgākas”. Tās bieži ir piesārņotas ar dažādu materiālu izgarojumiem, un galvenokārt tādēļ, ka nav efektīvas ventilācijas sistēmas [LAQ, 2003].

Kā jau iepriekš minēts, viens no iekštelpu piesārņotājiem ir apkārtējās vides gaiss, tomēr iekštelpās veiktās darbības var radīt papildus piesārņojumu, piemēram, smēķēšana un ēdiena gatavošana. Iekštelpu gaisa piesārņojuma avoti ir tabakas dūmi, ēdiena gatavošana un sildīšanas ierīces, ķīmisko savienojumu emisija no celtniecības materiāliem, krāsām un mēbelēm rada piesārņojumu iekštelpās. Cilvēki telpās pavada aptuveni 80-90% laika, līdz ar to kaitīgo iekštelpu piesārņotāju iedarbības sekas var būt nopietnas. Cilvēki strādā, mācās, ēd, dzer un guļ slēgtā vidē, kur gaisa plūsma var būt ierobežota. Šo iemeslu dēļ daži eksperti uzskata, ka vairāk cilvēku cieš no iekštelpu gaisa sliktās kvalitātes nekā apkārtējās vides piesārņojuma. Iekštelpu gaisa piesārņotāju līmenis var būt pat par 25-62% lielāks nekā ārpus telpām un radīt nopietnas veselības problēmas. Ārtelpu gaisa piesārņotāju koncentrācijas iekštelpu gaisā lielākoties ir atkarīgas no piesārņojošo vielu koncentrācijas ārējās vides gaisā, šā gaisa infiltrācijas ātruma caur ēku būvmateriāliem, mehāniskās ventilācijas efektivitātes, kā arī piesārņotāju reaktivitātes [NIOSH, 2006].

1.3. Gaisa piesārņojuma ietekme uz cilvēka veselību

Ķīmiskām vielām ir dažādas īpašības, dažāds arī to iespējamais kaitējums veselībai. Ķīmiskā viela var izraisīt kaitīgu veselības efektu tikai tad, ja tās nokļūst organismā vai nonāk ar to saskarē.

Gaisa piesārņojums var dažādi ietekmēt cilvēku veselību, radot gan īstermiņa, gan ilgtermiņa ietekmi. Atsevišķu grupu cilvēki ir jutīgāki pret piesārņojošo vielu iedarbību, piemēram, mazi bērni, veci cilvēki, alerģiski cilvēki, hronisku sirds un plaušu

slimību slimnieki. Apkārtējās vides piesārņojuma ietekme uz cilvēku veselību ir atkarīga arī no konkrēto kaitīgo vielu klātbūtnes, iedarbības ilguma un to koncentrācijas gaisā. Piemēri īslaicīgas iedarbības sekām ir acu, deguna un rīkles un augšējo elpceļu infekcijas (bronhīts, pneimonija). Citi simptomi var būt galvassāpes, slikta dūša un alerģiskas reakcijas. Īslaicīgs gaisa piesārņojums var pasliktināt jau slimojošu cilvēku veselības stāvokli, piemēram, bronhiālo astma un plaušu emfizēma.

Galvenie ķīmisko vielu iekļūšanas ceļi organismā ir elpceļi (ieelpojot), āda (uzsūcoties caur ādu un acu konjunktīvu), gremošanas trakts (ēdot ar netīrām rokām, norijot pēc ieelpas), caur placentu (no mātes nedzimuša bērna organismā). Neatkarīgi no iekļūšanas ceļa organismā ķīmiskas vielas nonāk cilvēka asinsritē un tiek ar asinīm iznēsātas pa visu organismu, tādējādi kaitīgais efekts var izpausties ne tikai vielas uzņemšanas vietā, bet arī citā orgānā vai sistēmā [Eglīte, 2000].

Ķīmiskās vielas gaisā var izdalīties putekļu, dūmu, tvaiku un gāzu veidā [Eglīte, 2008]. Piemēram, biomasas degšanas rezultātā, ja nav pilnīga sadegšana un atmosfērā nonāk dažādi piesārņotāji, ieskaitot cietās daļiņas, oglekļa oksīdu, slāpekļa oksīdus, sēra dioksīdu un organiskus savienojumus. Atmosfērā piesārņotājvielas var tikt pakļautas ķīmiskām un fizikālām izmaiņām. Galvenie veselības draudi, īslaicīgi atrodoties dabas ugunsgrēku zonā, ir cieto daļiņu klātbūtne gaisā. Dūmos ir arī vairākas kancerogēnas vielas, ilglaicīga cieto daļiņu ekspozīcija korelē ar kardiovaskulāras saslimstības pieaugumu. Īslaicīgas dūmu ekspozīcijas gadījumā izteikts riska pieaugums ļaundabīga jaunveidojuma vai kardiovaskulāras slimības attīstībai jebkurā dzīves periodā ir neliels [WHO, 2010].

Pētniecība par gaisa piesārņojuma ietekmi uz veselību turpinās. Veselības traucējumi, ko rada gaisa piesārņojums var izmaksāt ļoti dārgi, tie ietver veselības aprūpes izdevumus, zaudēto darba produktivitāti darba vietā, kā arī cilvēku labklājību.

1.4.Iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāji un to raksturojums

Iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāji katrā valstī var tik noteikti specifiski, tie var būt raksturīgi konkrētiem klimata apstākļiem, atrašanās vietām, ēku konstrukcijām u.c.

Pasaulē vadošās organizācijas (WHO, COHS, NIOSH, EPA, ASRAE u.c.) ir identificējušas nozīmīgākos iekštelpu gaisa kvalitātes rādītājus: cietās vielu daļiņas, gaistošie organiskie savienojumi (atsevišķi izdalot formaldehīdu), oglekļa dioksīds (CO₂), slāpekļa dioksīds (NO₂), oglekļa monoksīds (CO), ozons (O₃), mikroklimata

rādītāji (gaisa temperatūra, mitrums un plūsmas ātrums), mikroorganismi (baktērijas un sēnītes), radons.

Latvijas situācijā radons un svins iekštelpu gaisā nerada būtisku problēmu, tie rada specifisku problēmu kādā konkrētā situācijā, piemēram, muzeja darbiniece, kuras darba telpas ir vecas, slikti ventilētas mūra ēkas pagrabā, var tikt pakļauta radona ietekmei, kura avoti varētu būt celtniecības materiāli un zemes ieži. Svina piesārņojums iekštelpu vidē ir problēma galvenokārt valstīs, kur ēku apdarei tiek plaši izmantotas svinu saturošas krāsas (vēl joprojām ASV un mazāk attīstītās valstīs). Svina piesārņojums bija iekštelpu gaisā automaģistrāļu tuvumā bija arī Latvijā, kad iekšdedzes dzinēju degvielai par antidetonators tika lietots tetraetilsvins.

Viens no apkārtējās vides piesārņotājiem, kas plaši tiek izvērtēts pasaulē, ir cieto vielu jeb putekļu daļiņas. Tās, kā apkārtējās vides gaisa kvalitātes rādītājs, tiek izmantots arī Latvijā. Pēdējos desmit gados putekļu daļiņas tiek izvērtētas arī iekštelpu gaisa kvalitātes noteikšanai.

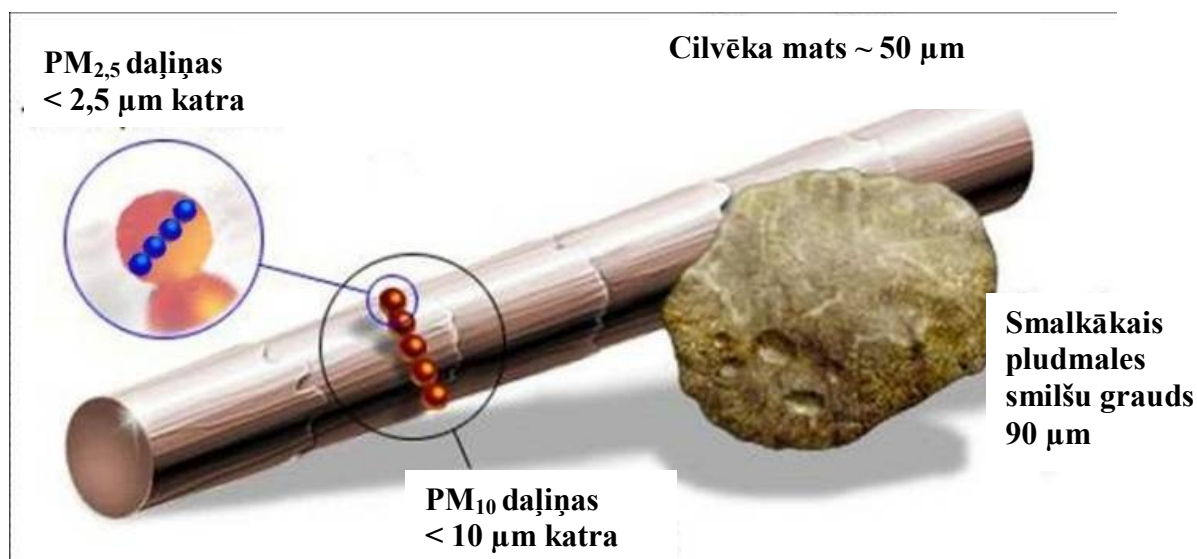
1.4.1. Cieto vielu daļiņas jeb putekļu daļiņas

Šīs daļiņas būtībā ir atmosfēras aerosols, ko veido dažāda lieluma cietās daļiņas un/vai pilieni. No gaisa kvalitātes viedokļa būtiski ir divi to raksturlielumi: lielums un ķīmiskais sastāvs.

Cieto daļiņu apzīmējumam tiek lietots saīsinājums PM (no angļu valodas – “*particulate matter*”) lieluma raksturošanai lietojot indeksu. Piemēram, PM₁₀ nozīmē, ka tās ir daļiņas, kuru aerodinamiskais diametrs ir mazāks par 10 μm, tātad tās ietver arī PM_{2,5}. PM₁₀ un PM_{2,5} ietver arī daļiņas, kuru diametrs ir mazāks par 0,1 μm, kuras sauc par ultrasmalkām daļiņām [WHO, 2006].

Apkārtējā vidē esošo putekļu daļiņu aerodinamiskais diametrs ir no 0,005 μm (5 nm) līdz 100 μm, bet elpceļos iekļūst daļiņas ar lielumu <10 μm. Apdzīvotās vietās putekļu daļiņas parasti iedala trīs grupās: ultrasīkās daļiņas jeb nanodaļiņas ar aerodinamisko diametru mazāku par 100 nm (PM_{0,1}), sīkās daļiņas – mazākas par 2,5 μm (PM_{2,5}) un rupjās daļiņas – aerodinamiskais diametrs mazāks par 10 μm (PM₁₀). Pēdējo gadu pētījumi norāda, ka vairāk nekā 90% minerālvielu daļiņu ar diametru mazāku par 2,5 μm desorbējās cilvēku plaušās. Turklāt nanodaļiņām kopumā tiek noteikta lielāka ietekme uz elpošanas sistēmu nekā smalkajām daļiņām [Murr, 2004].

Attēlā ir redzams PM_{10} and $PM_{2,5}$ daļiņu salīdzinošs izmēru attēlojums, kur pludmales smalkākais smilšu graudiņš ir $90\ \mu m$ liels, bet cilvēka mata diametrs – $50\ \mu m$ liels.



1.4.1.1. attēls. Relatīvais daļiņu izmērs [SOER, 2009]

Pašreiz lielākā daļa no gaisa kvalitātes monitoringa stacijām veic tikai PM_{10} mērījumus, tāpēc pētījumos bieži vien tiek izmantoti PM_{10} rādītāji.

Lielākas daļiņas (no $2,5$ līdz $10\ \mu m$) rodas mehānisku procesu rezultātā, piemēram, celtniecībā, ceļa virsmu izkliešanās rezultātā, kā arī pārnesot daļiņas ar vēju. Smalkas daļiņas ($\leq 2,5\ \mu m$) rodas galvenokārt kā degšanas produkti [WHO, 2005].

Daļiņām, kuru diametrs ir $0,1$ un dažī μm , ir liels potenciāls starprobežu transportā. Tās var palikt atmosfērā vairākas dienas un tādējādi tikt transportētas 1000 vai vairāk kilometru attālumā no emisijas avota. Piesārņojuma dispersijas modeļi parāda, ka lielajās Eiropas valstīs ap 30% no vidējām $PM_{2,5}$ koncentrācijām, bet mazajās valstīs ap 90% ir pārrobežu transporta ceļā radies piesārņojums. Tātad liela piesārņojuma daļa, ko gaisā emitē katra valsts, ietekmē gaisa kvalitāti arī blakus esošās valstīs [WHO, 2006].

Cieto vielu daļiņu komponenti

Svarīgākās cieto daļiņu ķīmiskās sastāvdaļas ir sulfāti, nitrāti, hlorīdi savienojumos ar amoniju, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} joniem, organiskais un elementārs ogleklis, augsnes sastāvdaļas, ūdeni un smagos metālus saistošas daļiņas. Cietās daļiņas nonāk gaisā tiešas emisijas ceļā vai veidojas gāzveida prekursoriem (lielākoties SO_2 , NO , NO_2 , amonijs, nemetāna gaistošas organiskas vielas). Kura no cieto daļiņu

sastāvdaļām visvairāk ietekmē veselību, vēl joprojām nav izpētīts. Dažādi pētījumi uzrāda atšķirīgas sastāvdaļas. Daudzas PM sastāvdaļas spēj inducēt skābekļa radikāļu veidošanos. Turklāt ir pamats domāt, ka cieto daļiņu virsma un sastāvs lielākā mērā nosaka to efektus uz veselību nekā to lielums [WHO, 2006]. Ir atrastas sakarības starp apkārtējā vidē esošām daļiņām, NO₂ un ozona un ietekmi uz veselību [WHO, 2005b].

Dažādi komponenti var ierosināt dažādus efektus, piemēram, ir zināms, ka PAO (policikliskie aromātiskie ogļūdeņraži, piemēram, benzpirēns) var izraisīt DNS bojājumus un vēzi [WHO, 2006].

Daži metāli un arī nemetālu ultrasmalkas daļiņas jeb nanodaļiņas ir spēcīgi iekaisuma izraisītāji, tie ierosina arī kardiovaskulāras slimības [WHO, 2006].

Vairāki pētījumi *in vitro* ir parādījuši, ka daļiņām ar lielāku oksidēšanas potenciālu ir lielāka iespēja samazināt antioksidantu aizsardzību. Transporta kustības rezultātā emitētajām cietām daļiņām ir augsta oksidatīvā aktivitāte, tāpēc tās saistītas ar vairākiem veselības efektiem, ieskaitot kardiovaskulāro, respiratoro sistēmu un atopisko sensibilizāciju no apkārtējā gaisa alergēniem.

Cieto vielu daļiņu iedarbības mehānismi

Cilvēku, dzīvnieku, kā arī šūnu pētījumi parāda, ka cietas daļiņas iniciē vai saasina slimības.

- Vispirms PM inducē iekaisuma atbildi, ar kuru plaušu audi nevar tikt galā. Šī atbilde ietver iekaisuma šūnu pieplūdi, kam seko skābekļa un slāpekļa reaktīvo maisījumu veidošanās, intracelulāro signālu kaskāde kā atbilde uz PM asociētiem stresa faktoriem, izmaiņas gēnu ekspresijā un starpšūnu signalizējošo vielu tīklā.
- Audu aizsargmehānismi, kā, piemēram, dažādi antioksidantu tipi (vitamīni), plaušu pretiekaisuma proteīni un citokīni var būt lielā daudzumā.
- Cietās daļiņas un iekaisuma atbilde var inducēt audu bojājumu un dzīšanu, kas var sekmēt plaušu struktūras remodelāciju un funkcijas zudumu.
- Cietās daļiņas spēj iedarboties arī kā adjuvanti, inducējot alergiskas reakcijas ar specifisko IgE (imūnglobulīns E) produkciju un eozinofilo iekaisumu un saasinot alergiskas atbildes.
- Cietās daļiņas un smalkās cietās daļiņas ierosina arī DNS bojājumus, mutācijas un kancerogēnēzi. Šie efekti ir saistīti ar oksidatīvo DNS bojājumu,

organisko maisījumu metabolismu un jaunu vielu veidošanos. Šos efektus saasina nepietiekamas DNS salabošanas spējas un zemas aktivēto karcinogēno metabolītu detoksikācijas [WHO, 2006]. Itāļu zinātnieki atrada tiešu korelāciju starp $PM_{2,5}$ koncentrāciju un mutagēno aktivitāti. Trīs gadus zinātnieki atlasīja gaisa daļiņu paraugus tuvu intensīvām transporta kustību vietām, kuros noteica $PM_{2,5}$ līmeni un izmantoja paraugus, lai veiktu mutagēnos testus uz *Salmonella typhimurium*. Rezultātā $PM_{2,5}$ mēneša vidējā koncentrācija bija $48,76 \mu g/m^3$, ziemā koncentrācija bija trīs reizes lielākas nekā vasarā. Mutagēnie testi izrādījās pozitīvi un mutagēnā aktivitāte ziemā bija astoņas reizes lielāka nekā vasarā [Gili, 2007].

- Cieto daļiņu ietekme uz kardiovaskulāro sistēmu iespējams iesaista recēšanas faktoru aktivāciju, tāpēc veidojas tromboze, bet nevar izslēgt arī aterosklerotisko pangu destabilizāciju [WHO, 2006]. Vienā pētījumā tika pierādīts, ka ilglaicīga apolipoproteīna E (apoE) peļu ekspozīcija zemām $PM_{2,5}$ koncentrācijā, izmainīja to vazomotoru tonusu, inducēja asinsvadu iekaisumu un stimulēja aterosklerozi. Cita pētījuma ietvaros arī tika konstatēta ilglaicīga $PM_{2,5}$ ietekme uz aterosklerozes attīstību, mērot miega artēriju sienīgas (*intima-media*) biezumu 798 cilvēkiem. Rezultātā konstatēja pārmaiņas, kas liecināja par subklīniskas aterosklerozes attīstību. Ja $PM_{2,5}$ palielinājās par $10 \mu g/m^3$, tad IBM palielinājās par 5,9% [Künzli N, 2005].

Pastāv iespēja, ka kardinālus efektus izraisa tieša iedarbība uz sirdi, piemēram, plaušu stresa mediatoru atbrīvošanas/noplūde un/vai šķīstošo maisījumu tieša ietekme uz sirdi vai arī ultrasmalko daļiņu ietekme uz sirdi [WHO, 2006].

Pētījumā, kas tika veikts ar pelēm, konstatēja, ka $PM_{2,5}$ ierosina oksidēto fosfolipīdu pieaugumu plaušās, ar kuru palīdzību tiek ierosināta sistēmiska šūnu iekaisuma atbilde [Kampftrath, 2011].

Cietās daļiņas un veselība

Ir noskaidrots, ka daļiņas, kuru diametrs ir lielāks par $10 \mu m$, spēj nonākt tikai līdz augšējiem elpceļiem, taču mazākās, it īpaši $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$, un $PM_{0,1}$ spēj dziļi iespiesties plaušās, izraisot dažādas plaušu slimības, it sevišķi bērniem [Eglīte, 2008]. Putekļu daļiņas, kas ir mazākas par $2,5 \mu m$ var ietekmēt citu vielu toksisko iedarbību uz cilvēku veselību [Pope et al. 2006]. Piemēram, NO_2 iedarbība veicina iekaisuma procesus astmātiskiem cilvēkiem [Barack et al., 2005], savukārt formaldehīds neizraisa

aleģisku iedarbību uz elpceļiem [Ezratty *et al.*, 2007]. Cilvēku un dzīvnieku pētījumi par putekļu daļiņu un ķīmisko vielu maisījumu iedarbību uz cilvēku veselību norāda, ka tā ir vērtējama kā maņu orgāniem kairinoša [Nielsen *et al.*, 2007b].

Cilvēku veselību negatīvi ietekmē iekštelpu gaisā esošās daļiņas, kuru lielums ir no 0,1 μm (un mazāks) līdz 10 μm . Lielākās daļiņas (virs 10 μm) tiek izfiltrētas caur degunu. Mazākās daļiņas (<2,5 μm), kas sasniedz apakšējos elpceļus, ir galvenokārt atbildīgas par nelabvēlīgo ietekmi uz veselību. Pārāk augsta nanodaļiņu koncentrācija var izraisīt tādas veselības simptomus kā sausas acis, kontaktlēcu problēmas, deguna, rīkles un ādas kairinājumu, klepu, šķaudīšanu, un elpošanas grūtības.

Apkārtējā vidē esošo cieto daļiņu ietekme uz veselību ir dažāda:

- Respiratoro un kardiovaskulāro slimību paasinājumi (uz ko norāda palielināta hospitalizācija un neatliekamās palīdzības meklēšana, skolu neapmeklētība, darba nespējas lapu izsniegšana, kā arī ierobežotas dienas aktivitātes). Liela mēroga epidemioloģiskie pētījumi liecina, ka ieelpojamām apkārtējā gaisa piesārņojuma daļiņām (PM_{2,5}) var būt arī ietekme uz kardiovaskulāro sistēmu. Kohortu pētījumi ir dokumentējuši saistību starp paaugstinātu daļiņu koncentrāciju gaisā un akūtu miokarda infarktu, paātrinātu sirdsdarbību un sirds ritma samazināšanos.
- Pārmaiņas autonomās nervu sistēmas funkcijās un kardiovaskulārie riska faktori, piemēram, paaugstināts asinsspiediens, palielināts C reaktīvais olbaltums un endotēlija disfunkcija [WHO 2003, Dominici *et al.*, 2006].
- Pārmaiņas plaušu funkcijās un respiratoro simptomu pieaugums.
- Pārmaiņas plaušu audos un struktūrā.
- Pārmaiņas respiratoros aizsargmehānismos [Morawska, 2004].
- Augļa augšanas aizture. Risks, ka jaundzimušajam būs mazs dzimšanas svars ievērojami palielinājās ar katru cieto daļiņu koncentrācijas pieaugumu par 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pirmajā un trešajā grūtniecības trimestrī, pieļaujot, ka augļa augšanas aizture varētu būt saistīta ar piesārņojumu no transporta vai ar dzīvesvietai blakus esošiem lieliem ceļiem. Zinātnieki ir izpētījuši 336000 bērnus, kuri piedzima Ņūdžersijā, ASV laika periodā no 1999 līdz 2003. gadam, neiekļaujot tajā priekšlaicīgi dzimušos bērnus, un dvīņus un rūpīgi izvērtēja citus augļa augšanas aiztures riska faktoros. Pētnieki izmantoja datus par gaisa piesārņojuma līmeni no ASV Apkārtējas vides aizsardzības aģentūras (US

Environmental Protection Agency). Pētījuma autori uzsver, ka precīzs mehānisms, kādā veidā gaisa piesārņojums aizkavē augļa augšanu, nav zināms un piesārņojuma efekti var atšķirties pirmajā un trešajā trimestrī, kā arī komplicēto un nekomplicēto grūtniecību gadījumā. Pēc iepriekšējo pētījumu datiem, gaisa piesārņojums varētu mainīt auglim šūnu aktivitāti vai samazināt skābekļa un barības vielu daudzumu [Rich, 2009].

Visnepatīkamais cieto daļiņu efekts ir palielināts priekšlaicīgas nāves risks, ko pierāda dzīves ilguma samazināšanās par apmēram 8,6 mēnešiem 25 Eiropas Savienības valstīs [WHO, 2006].

Pārmērīgā karstuma periodā mirstība saistībā ar augsto PM₁₀ koncentrāciju paaugstinās par 14,3% [WHO, 2010].

Daļai populācijas, kas atrodas paaugstināta riska grupā, cieto daļiņu ekspozīcijas dēļ novēro šādas veselības problēmas:

- Personas ar plaušu slimībām (piemēram, hroniskas obstruktīvas plaušu slimības (HOPS), akūts bronhīts) un kardiovaskulārām slimībām (piemēram, KSS) ir pakļautas lielākam mirstības un hospitalizācijas riskam.
- Personas ar respiratorām infekciju slimībām (piemēram, pneimonija) arī ir pakļautas lielākam priekšlaicīgas mirstības un saslimstības riskam (hospitalizācija, respiratoro simptomu saasinājumi). Turklāt cieto daļiņu ekspozīcija palielina indivīdu uzņēmību pret respiratorām infekcijām.
- Arī vecākiem cilvēkiem ir paaugstināts priekšlaicīgas nāves un hospitalizācijas risks kardiopulmonālu iemeslu dēļ. Vecu cilvēku, kam jau ir elpošanas vai sirdsdarbības traucējumi, mirstības pieaugums tika novērots, ja viņi tika pakļauti PM₁₀ putekļu daļiņu koncentrācijai virs 500 µg/m³ kombinācijā ar augstu sēra dioksīda līmeni, kuru iedarbības ilgums bija no vienas līdz četrām dienām.
- Bērniem ir palielināts pastiprināto respiratoro simptomu un samazinātas plaušu funkcijas risks.
- Bērniem un pieaugušajiem ar astmu, pastiprinās simptomu saasinājums un palielinās medicīniskās palīdzības nepieciešamības risks, tomēr pieaugušiem cilvēkiem ar astmu PM negatīvie efekti izpaužas vairāk [Hamada et al, 2000; Shusterman et al., 2003; Morawska, 2004, WHO 2004a and 2005].

Gan smalkas, gan ultrasmalkas daļiņas ietekmē veselību neatkarīgi viena no otras. Tā kā iekaisuma reakcijas plaušās attīstās dažu dienu laikā, tad starp ultrasmalko

daļiņu ekspozīciju un to redzamiem efektiem uz veselību pastāv dažu dienu intervāls. 5 dienu kumulatīvais efekts ir spēcīgāks nekā vienas dienas efekti. Tomēr smalkām daļiņām vienas dienas efekti ir lielāki.

Inhalējamo astmas medikamentu lietošana un astmas simptomi pieaugušajiem pieaug kopā ar ultrasmalko un smalko daļiņu, gāzveida piesārņotāju, piemēram, NO₂, koncentrācijām [Morawska, 2004].

Dažos pētījumos ar dzīvniekiem, kuri tika pakļauti PM augstām koncentrācijām, ir atklājušies ne tikai nopietni efekti uz kardiopulmonālo sistēmu, bet arī negaidīta iedarbība uz aknām un smadzenēm. Pašreiz tiek uzskatīts, ka lielākās daļiņas galvenokārt ietekmē elpceļus un plaušas, bet smalkās daļiņas – kardiovaskulāro sistēmu. Nanodaļiņas caur plaušām var pārvietoties uz citiem orgāniem, ieskaitot aknas, liesu, smadzenes, placentu un augli. Vēl viens no nanodaļiņu iekļūšanas ceļiem ir tā pārvietošanās pa olfaktoro nervu sistēmu uz smadzenēm [WHO, 2006].

1.4.2. Putekļu daļiņas iekštelpu gaisā

Cieto daļiņu koncentrācijas iekštelpās mēdz būt lielākas nekā ārā. Vidējās koncentrācijas daļiņām, kas ir mazākas par 3,5 µm var būt no 20 līdz 30 µg/m³. Augstākās koncentrācijas ir konstatētas "netīro" pilsētu rajonos, mājās ar smēķētājiem vai malkas krāsns apkuri.

Helsinku pētījumā mērījumu rezultāti parādījuši, ka mikrodaļiņu, kuru diameters ir mazāks par 100 nm, daudzums telpās pieaug atkarībā no satiksmes intensitātes ārpus biroja telpām, un arī daļiņu, kuru lielums ir 7-600 nm, daudzums telpā ir saistīts ar to daudzuma palielināšanos apkārtējās vides gaisā. Šīs putekļu daļiņas nokļūst iekštelpu gaisā caur mehānisko pieplūdes ventilācijas sistēmu [Hussein, 2004].

Biežākie tehniskie gaisa piesārņošanas avoti birojos

EPA veica pētījumu par birojos biežāk izmantotām iekārtām un to radīto gaisa piesārņojumu (skat. 1.4.2. tabulu). Eksperimentālos pētījumos, ievietojot dažādus printerus testēšanas kamerās, tika pierādīta nanodaļiņu izdalīšanās vides gaisā un emisijas daudzuma saistība ar kopiju skaitu un printeru vecumu [Hetes, 1995].

Biroja iekārtu radītais piesārņojums

Piesārņojuma avots	Piesārņojuma veids	Piesārņojuma daudzums
Sauso tinšu printeri	Hidrokarbonāti, ozons, sauso tinšu putekļi	Ozons ~ 40 µg/kopija Putekļi ~ 0,001 µg/m ³ izmeklējamās telpās, ~90-460 µg/m ³ izmantotā gaisā
Lāzerprinteri	Hidrokarbonāti, ozons, tinšu putekļi, gaistošie organiskie savienojumi	Ozons: ~ 438 µg/min Putekļi ~ 60 µg/min Gaistošie organiskie savienojumi ~ 2,5 – 6,0 µg/lapa
Datortermināli	Ozons	Nav datu
Slapjo tinšu printeri	Hidrokarbonāti, ozons	Gaistošie organiskie savienojumi ~ 25 g/h
Strūklas printeri	Hidrokarbonāti, ozons	Nav datu
Faksi	Hidrokarbonāti, gaistošie organiskie savienojumi	Nav datu

Putekļi iekštelpu vidē var rasties arī no darbiem ar dokumentiem, ienesti ar āra apaviem, citiem avotiem. Laba telpu uzkopšanas prakse, piemēram, mitrā slaucīšana un mazgāšana vai uzkopšana ar putekļsūcēju var palīdzēt kontrolēt putekļu uzkrāšanos telpās.

Jāatzīmē, ka, jo mazākas putekļu daļiņas, jo ilgāk tās atrodas gaisā un palielinās to ekspozīcijas iespējas un ilgums.

1.5. Jaunākais riska faktors darba vidē - nanodaļiņas – un to iedarbība uz veselību**Vispārīgi par nanodaļiņu toksicitātes un bīstamo īpašību novērtēšanu**

21. gadsimta tehnoloģijas strauji attīstās un pašreiz aktuālas ir nanotehnoloģijas. Nanotehnoloģijas ietver materiālu vizualizāciju, raksturojumu, ražošanu un manipulācijas ar struktūrām, kas ir mazākas par 100 nanometriem (nm) [OHS, 2006]. Nanotehnoloģijas no vienas puses piedāvā jaunus ieguvumus un iespējas (piemēram, mazāks enerģijas patēriņš, toksisku materiālu aizvietošana, medicīnas tehnoloģiju attīstība u.c.), bet no otras puses - rada jaunu risku un nedrošību [Nowack, 2008; OHS, 2006].

Pēdējo desmit gadu laikā ir pieaugusi jaunu, rūpnieciski ražotu nanomateriālu attīstība. Aizvien vairāk tiek atzīts, ka nanodaļiņas var radīt risku cilvēka veselībai. Toksikoloģiskie pētījumi liecina, ka nanodaļiņām ir funkcionālas/fundamentālas īpašības, kas nosaka to toksicitāti. Šīs īpašības ietver virsmas laukumu un ķīmisko

sastāvu, daļiņu lielumu un formu, kā arī daļiņu lādiņu un skaitu u.tml., bet mazāk nanodaļiņu masu [Aitken, 2008].

Nanomateriāliem/nanodaļiņām var piemist jaunas īpašības un pazīmes, kas atšķiras no tām īpašībās, kas ir tiem pašiem materiāliem, kas nav nanoizmērā. Saskaņā ar ISO /TR 27628 definīciju, nanodaļiņas ir daļiņas, kuru diametrs ir mazāks par 100 nm.

Nanomateriālu īpašības var mainīt, izmantojot inženiertehniskās iespējas, piemēram, modificējot vielu struktūru, samazinot skābekļa radikāļu veidošanos, veidojot virsmas pārklājumu u.c. [Sayes et al., 2006; NIOSH, 2006].

Nanomateriālus var izmantot tādās jomās kā informācijas un komunikāciju tehnoloģijās, enerģētikā, rūpniecībā, inženierzinātnēs, vides inženierzinātnēs, ķīmijas rūpniecībā, medicīnā, farmācijā un kosmētikā. Daži nanomateriāli ir izmantoti jau vairākas desmitgades (piemēram, saulesbriļļu, kosmētikas, audumu pārklājumu, krāsu, sporta preču, sprāgstvielu, degvielas un pirotehnikas izstrādājumu u.c. ražošanā), kā arī pašlaik tiek izstrāti jauni materiāli (piemēram, baterijas, saules baterijas, gaismas avoti, elektroniskās informācijas nesēji, displeja tehnoloģijas, bioanalīzes un biodetektoru, medicīnas implantu un jauni orgāni u.c.). Kopumā nanoproduktu izmantošana palielināsies nepārtraukti [OSHA, 2006].

Nanodaļiņu ietekme uz cilvēku veselību

Cilvēku āda, gremošanas trakts un plaušas vienmēr ir tiešā kontaktā ar vidi. Āda, plaušas un gremošanas trakts piedalās dažādu savienojumu (ūdens, barības vielas, skābeklis) transportā pa organismu. Nanodaļiņas var iedarboties uz cilvēku veselību darba vides un apkārtējās vides ietekmes rezultātā. To iedarbība galvenokārt var notikt trīs veidos: ieelpojot (caur plaušām), transdermāli (caur ādu) un norijot (caur gremošanas traktu). Visbiežākais iedarbības veids ir caur plaušām, kur pēc ieelpošanas nanodaļiņas sasniedz plaušas, kuņģa un zarnu traktu un pat smadzenes. Lai noskaidrotu nanodaļiņu ietekmi uz organismu, visbiežāk tiek veikti eksperimentāli pētījumi, kuros tiek aplūkota nodaļiņu toksicitāte [HSE, 2006 un 2007; Borm et al., 2006; Nel et al., 2006; Donaldson et al., 2006; Mossman et al., 2007; NIOSH, 2006].

Nanodaļiņu iedarbība caur plaušām

Plaušas sastāv no divām dažādām daļām: elpceļiem (gaisa transportēšana iekšā un ārā no plaušām) un alveolām (gāzu apmaiņas procesi). Cilvēku plaušas satur

aptuveni 2300 km garus elpceļus un 300 miljonu alveolu (gāzes apmaiņas zonas). Plaušu virsmas laukums pieaugušam cilvēkam ir 140 m² (pielīdzināms tenisa korta laukumam) liels. Elpceļi ir relatīvi stabila barjera, kur aktīvais epitēlijs tiek aizsargāts ar viskozu gļotu kārtu. Gāzu apmaiņas zonā barjera starp alveolu un kapilāru sienām ir ļoti plāna. Alveolu lūmens ir tikai 0,5 µm liels, līdz ar to pastāv gaisā esošo daļiņu iespējas iekļūt asinsplūsmā un ar to citos orgānos. Lielais alveolu virsmas laukums un intensīvais gaisa - asinis kontakts padara alveolas mazāk aizsargātas pret vides piesārņotāju kaitējumu salīdzinājumā ar elpceļiem.

Plaušu lokālās toksicitātes mehānisma pamats

Divi galvenie faktori, kas nosaka elpošanas trakta atbildes reakcijas veidošanos uz daļiņu iedarbību. Tie ir:

- daļiņu virsmas aktivitāte – sevišķi, daļiņu virsmas spēja veidot brīvos radikāļus;
- daļiņu aglomerācija/disaglomerācija - nosaka iespējamību atsevišķām daļiņām iedarboties uz plaušu audiem pēc kontakta ar nanomateriālu [Borm *et al.*, 2006].

Sfērisks ciets materiāls var tikt ieelpots, ja tā aerodinamiskais diametrs ir mazāks par 10 µm. Par 2,5 µm mazākas daļiņas mazākas var nonākt pat alveolās, it īpaši tas attiecināms uz nanodaļiņām. Šķiedru, kas tiek definētas kā cietas vielas, kuru garuma attiecība pret diametru ir vismaz 3:1, iekļūšana plaušās ir atkarīga no to aerodinamiskām īpašībām. Šķiedras ar nelielu diametru iekļūst dziļāk plaušās, bet ļoti garas šķiedras (vairāk par 20 µm), galvenokārt iekļūst augšējos elpceļos. Daļiņu izvadīšana no augšējiem elpceļiem notiek ar gļotu sekrētu (atklepošana, atkrēpošana), bet dziļākos plaušu audos (alveolās) – ar makrofāgu fagocitozes palīdzību. Daļiņu un šķiedru fagocitozes rezultātā aktivizējas makrofāgi un tiek stimulēta hemokīnu, citokīnu, reaktīvā skābekļa daļiņu un citu mediatoru izdalīšanās, kas var izraisīt ilgstošu iekaisumu un rezultēties ar fibrozām pārmaiņām plaušās. Fagocitozes efektivitāti var būtiski ietekmēt, piemēram, fizikāli-ķīmiskās īpašības, materiāla cietība, bionoturīgums u.c., turklāt šķiedras var būt pārāk garas, lai tās veiksmīgi fagocitētu vai arī šis process notiek ļoti lēni. Inhalējamā daļiņu ietekme uz citiem orgāniem ir tikai nesen atzīta. Lielākā pētījumu daļa ir koncentrēta uz daļiņu iespējamo seku un darbības traucējumu saistīto ietekmi uz sirds un asinsvadu sistēmu (aritmiju, koagulāciju) [SCHER, 2006]

Eksperimentālos pētījumos ar dzīvniekiem ir noskaidrots, ka toksiskā iedarbība uz plaušām tiek pastiprināta, ja daļiņu izmērs samazinās no mikrometriem uz nanometriem. Pētnieki skaidro, ka toksicitātes palielinājums visticamāk ir saistīts ar

palielinātu daļiņu virsmas laukumu. Tomēr jāatzīmē, ka dažādiem materiāliem nanometru lieluma diapazonā piemīt dažādas pakāpes toksicitātes uz elpošanas ceļiem. Šo atšķirību iemesli pašlaik nav vēl pietiekami izprasti. Līdz ar to nav iespējams izdarīt vispārējus secinājumus par toksicitāti, ņemot par pamatu tikai lielumu, tāpēc potenciālā toksicitāte katram nanodaļiņu saturošam materiālam jāizskata atsevišķi.

Informācijas un izpratnes trūkums jo īpaši attiecas uz jauniem nanodaļiņu materiālu veidiem, piemēram, oglekļa nanocaurules. Ierobežota informācija, kas ir pieejama tieši par oglekļa nanocaurulītēm, liecina, ka tām piemīt raksturīga toksicitāte (vismaz uz elpošanas ceļiem). Ir daudz informācijas par ietekmi uz veselību esošo mikrometru izmēra daļiņu materiālam, jo īpaši par ietekmi uz elpceļiem. Dažos pētījumos ir salīdzināta materiāla toksicitāte, kad materiāls sasniedz nanometru lielumu. Viens aspekts, kam var būt īpaša nozīme un, kas attiecināms uz jauniem oglekļa bāzes materiāliem un kuru ražošanā izmanto metāla katalizatorus, ir jautājums par toksiskumu, ja galaprodukts satur atlieku metālu. Piemēram, dažiem oglekļa nanocaurules saturošiem materiāliem, kam ir salīdzinoši augsts (pēc masas) atlikušā niķeļa saturs, var būt jautājums par iedarbību uz veselību. Būtu nepieciešama sīkāka informācija par atlikušo metālu saturu oglekļa nanocaurulītēs un citās nanodaļiņās, kā arī „atlikuma” (*leaching out*) rādītājiem bioloģiskajās sistēmās, lai noteiktu, vai tieši metālu iedarbībai varētu būt svarīga ietekme uz elpošanas traktu un jebkuru citu sistēmu toksicitāti. Pašreiz pietrūkst informācijas par nanodaļiņu, kuras ražo nanotehnoloģiju mērķiem, potenciālo ietekmi uz veselību. Literatūras avotos pieejamā informācija norāda, ka metāliem varētu būt toksicitātes potenciāls, kas ir būtiski lielāks par cieto daļiņu toksicitāti.

Visbiežākais gaisā esošo daļiņu iedarbības ceļš darba vietās ir ieelpojot. Nanodaļiņu nogulsņēšanos elpošanas ceļos nosaka daļiņu lielums. Gaisā nanodaļiņas var atrasties kā primārās nanodaļiņas, agregātu formā (nanodaļiņu kopums, kas savstarpēji ir cieši sasaistītas, piemēram, sakausējumi, temperatūras un spiediena rezultātā, metāliski sasaistīti), kā arī veidojot aglomerātus (nanodaļiņu kopums, kas savstarpēji saistīts ar nosacīti vājiem spēkiem, kas līdz ar to var sadalīties mazākos aglomerātos, agregātos un pat primārās nanodaļiņās). Nanodaļiņu aglomerāti var nogulsnēties atkarībā no aglomerātu diametra, bet nevis no nanodaļiņu sastāva. Pētījumi vēl notiek, lai noteiktu fizikālos faktorus, kas veicina nanodaļiņu aglomerāciju un deaglomerāciju, kā arī aglomerātu nozīmi ieelpojamo nanodaļiņu toksicitātē [Donaldson et al, 2006; NIOSH, 2006]. Pētījumos ar cilvēkiem ir noskaidrots, ka lielākā daļa

ieelpoto nanodaļiņu, salīdzinot ar lielākām daļiņām, uzkrājas elpošanas sistēmā. Turklāt pētījumi ar dzīvniekiem pierāda, ka nanodaļiņas no plaušām var tikt transportētas uz citiem orgāniem organismā, lai gan nav labi zināms, cik šo procesu ietekmē nanodaļiņu ķīmiskās un fizikālās īpašības [Takenaka et al., 2001; Kreyling et al., 2002; Oberdörster et al., 2004; Semmler et al., 2004]. Sakarā ar nanodaļiņu mazo lielumu, nanodaļiņas var šķērsot šūnu membrānu un, mijiedarboties ar šūnas struktūrām, piemēram, mitohondrijiem, izraisīt oksidatīvos bojājumus un pasliktināt šūnu funkcijas šūnu kultūrā. Pētījumos ar dzīvniekiem ir pierādīts, ka nanodaļiņas ir bioloģiski aktīvākas nekā lielākas daļiņas ar tādu pašu ķīmisko sastāvu, un šo nanodaļiņu bioloģisko aktivitāti nosaka nanodaļiņu virsmas laukums [Renwick et al., 2001; Barlow et al., 2005]. Tieši nanodaļiņu lielākai bioloģiskai aktivitātei ir būtiska nozīme to izmantošanai rūpnieciskos, komerciālos un medicīniskos nolūkos. Cilvēku radīto nanodaļiņu iedarbība var izraisīt negatīvu ietekmi uz veselību, un radīt līdzīgus veselības traucējumus kā jau izpētītās nanodaļiņas ar nosacījumu, ka tām ir līdzīgas fizikālās un ķīmiskās īpašības. Pētījumi ar grauzējiem un cilvēkiem apstiprina hipotēzi, ka nanodaļiņu iedarbība rada lielākus elpošanas sistēmas traucējumus, nekā lielākas putekļu daļiņas ar tādu pašu masu un ar līdzīgu ķīmisko sastāvu. Piemēram, kvēpi, metināšanas dūmi, kuru aerosolos ir arī nanodaļiņas, eksperimentos ar dzīvniekiem parāda, ka nanodaļiņām piemīt iekaisumu un ļaundabīgo veidojumu izraisīša iedarbība [Mossman et al., 2007; Nel et al., 2006; NIOSH, 2006].

Lai gan fizikāli-ķīmiskie raksturlielumi dabā esošām nanodaļiņām un cilvēku radītām nanodaļiņām var stipri atšķirties, tomēr to radītās veselības problēmas, kā to apliecina pētījumi, ir līdzīgas. Ar putekļu daļiņām saistīto plaušu slimību bioloģiskais mehānisms (piemēram, oksidatīvais stress, iekaisums, citokīnu un šūnu augšanas faktoru ekspresija), parāda, ka ir konsekventa plaušu atbilde uz ieelpojamām putekļu daļiņām, t.sk., nanodaļiņām [HSE, 2006]. Toksikoloģiskie pētījumi rāda, ka ķīmiskās un fizikālās īpašības ietekmē nanodaļiņu toksicitāti [Kreyling et al., 2002; Semmler et al., 2004; Gwinn et al., 2006].

Nanodaļiņu virsmas laukums, aktivitāte un daļiņu skaits var būt labāki potenciālā veselības apdraudējuma rādītāji nekā daļiņu masa. Lielāks potenciālais veselības apdraudējums var tikt saistīts ar lielāku nanodaļiņu skaitu vai virsmas laukumu, salīdzinot ar tādas pašas masas lielāku putekļu daļiņu koncentrāciju [Nel et al., 2006; HSE, 2006]. Šis pieņēmums balstās uz novērotām pārmaiņām plaušās, kas konstatētas pētījumos ar grauzējiem, kuri pakļauti dažāda veida nanodaļiņu iedarbībai

(piemēram, titāna dioksīds, kvēpi (*Carbon Black*), bārija sulfāts, dīzeļa kvēpi, akmeņogļu pelni un toneru pulveri) un pētījumos ar cilvēkiem, kas pakļauti aerosolu, t.sk. nanodaļiņu (piemēram, dīzeļa izmeši un metināšanas dūmi) iedarbībai. Šie pētījumi liecina, ka noteiktas masas un relatīvi nešķīstošas nanodaļiņas ir daudz toksiskākas nekā lielākas daļiņas ar līdzīgu ķīmisko sastāvu un virsmas īpašībām. Daļiņas ar mazāku virsmas bioloģisko aktivitāti ir mazāk toksiskas [HSE, 2006]. Tomēr pat daļiņas ar zemu piemītošo toksicitāti (piemēram, titāna dioksīds) izraisa plaušu iekaisumu, audu bojājumus un fibrozi, ja uz organismu iedarbojas pietiekami augstas daļiņu virsmas laukuma devas [Tran et al., 2000].

Nanodaļiņu iedarbība caur zarnu traktu

Zarnu trakts ir sarežģītākā vielu barjeras – apmaiņas sistēma. Tas ir visnozīmīgākais ceļš makromolekulu iekļūšanai organismā. Kuņģī tikai mazas molekulas var caur epitēliju nokļūt organismā. Tievo un resno zarnu epitēlijs ir ciešā kontaktā ar norīto barību, lai nodrošinātu uzturvielu uzsūkšanos un izmantošanu. Disaharīdu, peptīdu, taukskābju un monoglicerīdu maisījums, kas rodas gremošanas procesos tievajās zarnās, tālāk tiek pārveidots un uzņemts ar zarnu bākstiņām. Viena no slimībām, kas tiek saistīta ar apkārtējās vides cieto vielu piesārņojumu un ietekmi uz zarnu traktu, ir Krons slimība. Tā raksturojas ar iekaisumu kuņģa un zarnu traktā, tai ir nezināma etioloģija slimība un tajā kombinācijā ar ģenētisko komponenti nozīme ir apkārtējās vides faktoriem. Pētījumos ir pierādīts, ka smalkās daļiņas (0,1-1,0 μm) tiek saistītas ar Krons slimības attīstību, jo tiek ierosinātas imūnās atbildes reakcijas. Dubultaklā, randomizētā pētījumā, tika pierādīts, ka diēta ar zemu daļiņu saturu (maz kalcija un eksogēno mikrodaļiņu) atvieglo Krons slimības simptomus, neskatoties uz to nav precīzi zināma zarnu epitēlijšūnu loma fagocitozes procesos.

Organismā jau ieelpotās nanodaļiņas var tikt fagocitētas un ar krēpu izdalījumiem norītas, kā arī tās var tikt norītas tad, ja elpošana noris caur muti, kad tās kopā ar siekalām nonāk kuņģa un zarnu traktā, bet no tā tālāk izplatīties uz citiem ķermeņa orgāniem. Ir daži pierādījumi, ka mazākas daļiņas caur zarnu sienām iekļūst kopējā asinsritē vieglāk nekā lielākās [Behrens et al., 2002]. Nanodaļiņas tieši norijot var uzņemt ar pārtiku, ūdeni, kosmētiskiem līdzekļiem vai narkotikām. Kaut arī šādā veidā uzņemtās nanodaļiņas reti nokļūst zarnu limfā un tiek izplatītas uz citiem orgāniem, tomēr vairums nanodaļiņu strauji tiek izvadītas caur fēcēm. Piemēram, eksperimentos ar radioaktīvo irīdiju nanodaļiņas netiek uzņemtas caur kuņģa un zarnu

traktu, bet žurkām norijot ūdenī šķīstošo radioaktīvi iezīmētu oglekļa daļiņu (C60), 98% tas tiek izvadīts ar fekālijām. Turpretim 90% no intravenozi ievadīta radioaktīvi iezīmēta C60 organsimā saglabājas vismaz nedēļu, ar 70% pagaidu atrašanos aknās [Nel *et al.*, 2006].

Turpmāk vēl jāpievērš uzmanība nanodaļiņu transplacentārās barjeras šķērsošanas izpētei. Ja auglis tiek pakļauts nanodaļiņu iedarbībai kritiskajā attīstības laikā, tad var veidoties nopietni attīstības bojājumi pēcnācējiem.

Nanodaļiņu iedarbība uz organismu caur ādu

Pieauguša cilvēka āda aizņem aptuveni 1,5 m² lielu laukumu, to galvenokārt pārklāj samērā plāna (10 μm) pārragojušu, atmirušu šūnu kārtā. Ādas barjeru ir grūti šķērstot jonu savienojumiem, kā arī ūdenī šķīstošām molekulām.

Daži pētījumi liecina, ka nanodaļiņas varētu iekļūt organismā caur ādu arodekspozīcijas laikā. Nesenie pētījumi liecina, ka titāna dioksīda (TiO₂) nanodaļiņas, kas tiek izmantotas saules aizsargkrēmos nenonāk dziļāk ādā par epidermu. Pētījumi ir parādījuši, ka daļiņas, kas mazākas par 1 μm diametrā var iekļūt mehāniski atdalītos ādas paraugos [HSE, 2004, Borm *et al.*, 2006]. Nanodaļiņas ar mainīgām fizikālām ķīmiskām īpašībām var iekļūt veselās cūkas ādā, piemēram, nanodaļiņas (quantum dots) ar dažādu izmēru, formu un virsmas pārklājumiem. Lai pasīvās difūzijas ceļā nanodaļiņas iekļūtu epidermā un dermā, ir nepieciešamas no 8 – 24 stundām [Rymann-Rasmussen *et al.* 2006]. Akūto ādas kairinājuma pētījumos ar trušiem un vietējo limfmezglu pārbaudes rezultāti ar pelēm liecina, ka titāna dioksīda (TiO₂) nanodaļiņas nav ādu kairinošas un sensibilizējošas [Warheit *et al.*, 2007].

Potenciālās nanodaļiņu izraisītās veselības problēmas

Ir daudz neskaidrību par to, vai cilvēku radīto nanomateriālu unikālās īpašības (kas nodrošina to komercpanākumus) rada veselības risku darba vidē. Šīs neskaidrības rada trūkstošās zināšanas par faktoriem, kas ir būtiski, lai prognozētu veselības riskus, piemēram, pēc iedarbības ceļiem, materiālu pārvietošanās (kinētikas), pēc iekļuves organismā, kā arī materiālu mijiedarbību ar organisma bioloģiskām sistēmām. Potenciālais veselības risks šādu vielu iedarbībai galvenokārt saistīts ar daļiņu lielumu un iedarbības ilgumu, materiāla noturību organismā, raksturīgo materiālu toksicitāti un cilvēka uzņēmību. Esošo pētījumu rezultāti ar dzīvniekiem vai cilvēkiem, par iedarbību un organisma reakciju uz nanodaļiņām vai citām respirablām daļiņām, ļauj provizoriski

spriest par iespējamo cilvēku radīto nanomateriālu nelabvēlīgo ietekmi uz veselību. Eksperimentālos pētījumos ar grauzējiem un šūnu kultūrās konstatēts, ka nanodaļiņu toksicitāte ir lielāka nekā ar tādu pašu masu lielākām daļiņām ar līdzīgu ķīmisko sastāvu [Barlow *et al.*, 2005; Nel *et al.*, 2006; Mossman *et al.*, 2007; Araujo *et al.*, 2008]. Daļiņu virsmas laukums un citi daļiņu parametri var ietekmēt toksicitāti, ieskaitot šķīdību, formu un virsmas ķīmisko sastāvu, tāpēc jāveic vairāk pētījumu par ietekmi uz daļiņu īpašībām, par mijiedarbību uz bioloģiskām organisma sistēmām [HSE, 2006].

Tradicionāli daļiņu deva plaušās tiek ievadīta, piemēram, iepilināšanas vai ieelpošanas veidā, un deva tiek noteikta kā masa. Vairāki pētījumi norāda, ka iekaisuma reakcija ir atkarīga no daļiņu virsmas laukuma, kas uzkrājas plaušās (alveolās) [Tran *et al.*, 2000; Faux *et al.*, 2003; Nel *et al.*, 2006; Warheit *et al.*, 2007]. Tādējādi daļiņu virsmas laukums ir labāks nosakāmais rādītājs nekā masa, lai raksturotu daļiņu devas ietekmi attiecībā uz iekaisuma reakciju. Vēl ir jānoskaidro precīzi mehānismi, kuri ļautu novērtēt toksicitātes līmeni materiāliem (ar nanodaļiņu sastāvu), lai gan ir atrasts, ka oksidatīvam stresam ir liela nozīme ierosinot izmaiņas molekulārā un šūnu līmenī. Pētījuma rezultāti parādīja saikni starp virsmas laukuma devu un iekaisuma reakciju *in vitro* starp slikti šķīstošām daļiņām un iepriekš veiktiem *in vivo* rezultātiem. Pētījums uzsver alveolās esošo epitēlija šūnu mijiedarbību ar nogulsņējušāmies daļiņām, kas rezultātā izraisa iekaisumu [Faux *et al.*, 2003].

Daļiņām, nogulsņējoties plaušās, piemīt spēja radīt šūnās oksidatīvo stresu, jo pastāv kontakts starp daļiņu un šūnu virsmām. Tātad gan ļoti aktīvās daļiņas ar zemu virsmas laukumu un daļiņas ar zemu toksiskumu un ar lielu virsmas laukumu saskarē ar plaušu audiem var radīt vienādu oksidatīvā stresa līmeni šūnās. Brīdī, kad ieelpotā daļiņu deva sasniedz kritisku līmeni, sākas iekaisuma reakcija. Zemas toksicitātes putekļiem iekaisums samazinās pārtraucot iedarbību, kamēr augsta toksiskuma putekļiem iekaisums turpināsies pat pārtraucot iedarbību [Tran *et al.*, 2000]. Pastāvīgs iekaisums var novest pie smagām slimībām, piemēram, fibrozes un vēža. Maza diametra nanodaļiņas spēj iekļūt epitēlija šūnās un tādā veidā no plaušām tikt ievadītas asinsritē [Gilmour *et al.*, 2004], un pat aizvadītas uz smadzenēm caur ožas nerviem [Oberdorster *et al.*, 2004]. Oglekļa nanodaļiņas [Oberdorster *et al.*, 2004] un mangāna oksīda (30 nm) [Elder *et al.*, 2006] daļiņas pēc inhalācijas var uzkrāties ožas nervā. Turklāt mangāna nanodaļiņas var izraisīt iekaisīgas pārmaiņas smadzenēs [Feikert *et al.*, 2004]. Autori apgalvo, ka, neskatoties uz cilvēku un grauzēju deguna anatomijas atšķirībām, rezultāti parāda potenciālo nanodaļiņu iedarbību uz cilvēku.

Pamatojoties uz pētījumiem ar dzīvniekiem, nanodaļiņas no plaušām var nokļūt asinsritē un uzkrāties citos orgānos [Takenaka et al, 2001.; Nemmar et al, 2002].

Inhalējamo nanodaļiņu spēja nokļūt citos orgānos, ne tikai plaušās, liek domāt, ka nanodaļiņu ietekme uz veselību var nebūt saistīta tikai ar elpošanas sistēmas traucējumiem. Nanodaļiņas uzkrājas plaušās vairāk nekā lielākās putekļu daļiņas, un to uzkrāšanās saistīta ar pārmaiņām elpošanas biežumā, palielinātu elpošanas ātrumu un mainot elpošanu no deguna uz muti [NIOSH, 2006], kā arī starp personām ar esošām plaušu slimībām [Brown et al., 2002]. Eksperimentālie pētījumi ar žurkām ir pierādījuši, ka ar līdzvērtīgām masas devām, nešķīstošo nanodaļiņu nozīme ir daudz aktīvāka nekā lielākām putekļu daļiņām ar tādu pašu sastāvu, lai veidotos plaušu iekaisums, audu bojājumi un plaušu audzēji [Renwick et al., 2001; Barlow et al, 2005; Brown et al, 2007]. Šie pētījumi ir parādījuši, ka mazāk šķīstošu un zemas toksicitātes daļiņu devas un reakcijas attiecības ir saistītas ar daļiņu lielumu, kad deva ir izteikta kā daļiņu virsmas laukums un lielums, kā arī citas daļiņu īpašības var ietekmēt toksicitāti. Lai gan saistība starp daļiņu virsmas laukuma devu un plaušu ir konstatēta starp mazāk šķīstošām un zemas toksicitātes daļiņām, tomēr kristāliskais silīcija dioksīds rada izteiktākus iekaisuma procesus nekā citas mazāk šķīstošas un zemas toksicitātes daļiņas ar tādu pašu virsmas laukumu devu [HSE, 2006]. Tas norāda, ka devas - atbildes reakcija var atšķirties daļiņām ar atšķirīgu ķīmisko sastāvu un citām īpašībām.

Atšķirības daļiņu disaglomerācijā

Kā aprakstīts iepriekš, daļiņas nanometru diapazonā visticamāk atmosfērā saglabāsies kā atsevišķas daļiņas kādu laika periodu, bet tās var veidot aglomerātus. Cik lielā mērā disaglomerācija notiek reizē, ja daļiņas ievada plaušās un kā tas var ietekmēt turpmāko toksicitāti [NIOSH, 2006], tiek pētīts.

Dzīvnieku eksperimentālo pētījumu kopaina liecina, ka plaušu toksicitāte tiek pastiprināta, ja daļiņu izmērs ir samazināts no mikrometru uz nanometru diapazonu. Toksicitātes pieaugums šķiet saistīts vismaz daļēji ar daļiņu virsmas laukuma pieaugumu. Tomēr pēc pētījumu datiem redzams, ka dažādiem materiāliem nanometru izmēru diapazonā piemīt dažādas pakāpes toksicitāte uz elpošanas ceļiem. Šo atšķirību iemesli pašlaik nav pietiekami izprasti, tāpēc nav iespējams iegūt vispārējus secinājumus par toksicitāti, ņemot par pamatu lielumu. Potenciālā toksicitāte katram nanomateriālam jāskata katrā gadījumā atsevišķi [Brown et al, 2007]. Daži pētījumi

norāda uz nanodaļiņu spēju veikt disaglomerāciju, kam var izrādīties svarīga nozīme daļiņu toksiskuma izraisīšanai plaušās [NIOSH, 2006].

Kvēpu/sodrēju (Carbon Black) specifiskā toksicitāte

Sodrēji ir daļiņas, kas sastāv no amorfa oglekļa un sakusušu daļiņu sakopojuma. Daļiņu lielums, virsmas laukums, vidējās kopējās masas sadalījums, morfoloģija vai uzbūve un ķīmiskais sastāvs variē dažādas pakāpes kvēpiem/sodrējiem. Primārās daļiņas veidojas ražošanas procesā sakusušu daļiņu sakopojuma formā. Daļiņu sakopojumi (agregāti) tipiski veido daļiņu aglomerātus [NIOSH, 2006].

Eksperimentālos pētījumos ar brīvprātīgiem pārbaudīja nanodaļiņu ietekmi uz sistēmisku asinsvadu darbību. Nanodaļiņas sastāvēja no elementārā oglekļa, bez organiskiem savienojumiem vai metāliem. Ieelpojot $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oglekļa nanodaļiņas, samazinājās maksimālā apakšdelma asinsrite, palielinājās minimālā asinsvadu pretestība un samazinājās plazmas nitrātu koncentrācija. Šie konstatējumi atbalsta hipotēzi par to, ka, ieelpojot nanodaļiņas, pasliktinās sistēmiskās asinsvadu funkcijas un samazinās slāpekļa oksīda (NO) biopieejamība. Šie efekti norāda uz potenciālo mehānismu, kas ir saistāms ar nanodaļiņu nelabvēlīgo iedarbību uz sirds un asinsvadu sistēmu [Shah *et al.*, 2008].

1.6. Pētniecības stratēģijas nanomateriālu drošuma novērtēšanai

Nanodaļiņu pilnīgam toksikoloģiskam raksturojumam būtu jāiekļauj šādi mērījumi:

- daļiņu lieluma sadalījums pēc skaita, virsmas laukuma un formas un to mijiedarbība ar organismu;
- dispersija un izmaiņas daļiņu lieluma sadalījumā, aglomerātu lielums bioloģiskā vidē;
- fizikālās un ķīmiskās īpašības (ieskaitot elementu sastāvu, blīvumu, kristāla struktūru, ķīmisko reaktivitāti, šķīdību, elektrovadītspēju, kušanas punktu, cietību, optiskās īpašības) pulveriem un daļiņām bioloģiskā vidē;
- virsmas laukums un pulveru porainība, daļiņu devas un daļiņas ceļš bioloģiskā vidē (šīs īpašības var mainīties bimolekulārās adsorbcijas vai aglomerācijas rezultātā);
- virsmas ķīmija (piemēram, virsmas uzbūve un struktūra, virsmas laukuma enerģija/ samitrināšanās spēja, virsmas lādiņš, virsmas reaktivitāte vai zeta

potenciāls, atrašanās un ķīmiskās īpatnības absorbētā materiālā/organismā) pulveriem [HSE, 2006].

1.7. Gaistošie organiskie savienojumi (GOS)

Ķīmiskās vielas, kas visbiežāk saistītas ar iekštelpu gaisa kvalitāti, ir gaistošie organiskie savienojumi (GOS). Tās ir ķīmiskas vielas, kuru molekulārajā struktūrā ir līdz divpadsmit oglekļa atomiem un ūdeņradis. Turklāt svarīga ir GOS viršanas temperatūra, tā ir diapazonā no 50 līdz 250°C. Šīm ķīmiskām vielām piemīt augsts tvaika spiediens, kas ļauj dažām savienojumu sastāvdaļām pastāvēt gāzveida un tvaiku stāvoklī istabas temperatūrā.

Pastāv vairāki tūkstoši ķīmisko vielu (sinezētu un dabisku), kuras var saukt par GOS. No tām vairāk nekā 900 vielu ir identificētas iekštelpu gaisā un vairāk nekā 250 ķīmisko vielu noteiktas koncentrācijās, kas pārsniedz 1 ppb [OSHA, 2006]. Iekštelpu gaisā parasti sastopamas no 10 līdz 100 dažādu GOS vielu vai to kombināciju, un šo kombināciju raksturs un ietekme ir maz pētītas [Kasper, 2009]

Ir ļoti daudz visdažādāko gaistošo organisko savienojumu avotu: celtniecības un telpu apdares materiāli, paklāji un audumi, virtuves, tīrīšanas un dezinfekcijas līdzekļi, biroja tehnika, dezodoranti un gaisa atsvaidzinātāji, krāsas, šķīdinātāji, līmes, higiēnas un kosmētikas līdzekļi, kā arī biroja aprīkojums - marķieri, pildspalvas, krāsas, šķīdinātāji, kopēšanas iekārtas [Bornehag et al., 2005a; Nazaroff and Weschler 2004, Singer et al., 2006; SCHER, 2006]. Apkārtējā vidē GOS koncentrācijām vajadzētu būt zemākām par 0,1 mg/m³, ja apkārtne nav piesārņojuma avotu, bet GOS līmenis iekšelpās var būt ievērojami lielāks. Tipiskas GOS koncentrācijas birojos svārstās no dažiem mikrogramiem līdz dažiem miligramiem uz kubikmetru gaisa. Iekštelpu gaisā tiek pārstāvētas dažādas ķīmisko vielu grupas: ketoni, piemēram, acetons (krāsās, apdares materiālos, šķīdinātājos, blīvēšanas materiālos u.c.), alifātiskie ogļūdeņraži, piemēram, oktāns, dekāns, heksāns (krāsās, līmēs, benzīnā, degšanas galaproduktos, paklājos, linolejā, blīvēšanas savienojumos u.c.), aromātiskie ogļūdeņraži, piemēram, toluols, ksiloli, etilbenzols, benzols (krāsās, līmēs, benzīnā, sadegšanas procesos u.c.), hlorētie šķīdinātāji, piemēram, tetrahloretilēns, trihloretilēns, dihlormetāns, metilēnhlorīds (mīksto pārklājumu un paklāju tīrīšanas un aizsardzības līdzekļos, krāsās, lakās u.c.) u.c. ķīmisko vielu grupas [IAQ, 2003; Eglite, 2000].

Informāciju par akūto un GOS subakūto ietekmi uz veselību var saņemt datu bāzēs (piemēram, drošības datu lapas) un literatūras avotos. Tomēr informācija par iespējamo ietekmi uz veselību pēc ilgstošas ķīmisko vielu sistemātiskas iedarbības (kancerogēnā, mutagēnā un reproduktīvā iedarbība) daudzām ķīmiskām vielām, kas ir atrodamas iekštelpu darba vidē, nav pieejama.

Iekštelpu darba vidē īpaši tiek izdalīti aldehīdi, šķīdinātāji, polimēru materiālu sadalīšanās produkti, izdalīšanas produkti no materiāliem, liesmas slāpētāji. GOS zemās koncentrācijās var izraisīt nogurumu, galvas sāpes, miegainību, galvas reiboņus, vājumu, redzes traucējumus, ādas iekaisuma reakcijas un vispārējo diskomfortu. Paaugstinoties devai, var rasties elpceļu kairinājums, smaguma sajuta krūškurvī, vemšana. Biroju telpās, ar nepietiekami efektīvu ventilāciju, aldehīdu un izocianātu ietekmes iespēja uz veselību ir augsta, jo tie bieži iekštelpu gaisā pārsniedz normas [Alberta, 2009; IAQ, 2003].

Acu un augšējo elpceļu kairinājums bieži tiek saistīti ar iekštelpu gaisa piesārņotāju iedarbību [Alarie et al. 1973; Nielsen et al. 1991; Alarie et al. 1998; Doty et al. 2004] un to izpētei ir pievērsta uzmanība jau kopš 20. gs. 70 gadiem. Jāatzīmē, ka šo kairinājumu var radīt arī pārāk zems relatīvais gaisa mitrums telpā. Arī smakas ir nevēlamas iekštelpu vidē. Smaka pati par sevi neizraisa toksisku iedarbību uz veselību, bet var palielināt ziņošanu par simptomiem (piemēram, galvassāpes, slikta dūša, acu un rīkles kairinājums) [Wolkoff et al. 2006a].

Jāatzīmē, ka gados vecāki cilvēki [Kjaergaard et al. 1992; Shusterman et al., 2003] var būt mazāk jutīgi pret deguna [Schusterman et al., 2003] un acu kairinājumu [Kjaergaard et al., 1992]. GOS galvenokārt izraisa ādas un gļotādas kairinājumu, bet pētījumi neļauj pārbaudīt dažus jaučējfaktorus (temperatūru, ventilāciju, pelējuma sēnes un putekļu ērcītes), kā arī psihosociālos faktorus, kas var radīt līdzīgus veselības traucējumus [Saijo et al., 2004; Takigawa et al., 2004; Fiedler et al., 2005; Laumbach et al., 2005; Hutter et al., 2006]. Jaunākie ziņojumi nenorāda uz saistību starp kopējo GOS koncentrāciju iekštelpu gaisā un jaunu astmas gadījumu attīstību [Nielsen et al. 2007a].

GOS ir izplatīti biroju darba vides gaisa piesārņotāji, un to koncentrāciju nosaka biroju tehnikas darbība, telpu iekārtojums, lietotie tīrīšanas līdzekļi un ventilācijas sistēma. Birojos nodarbinātie ir pakļauti ķīmisko vielu iedarbības riskam ne tikai ieelpojot to tvaikus, bet arī putekļus, jo to sastāvā var būt ftalāti, liesmu slāpētāji, liesmu

pesticīdi, metāli [Butte and Heinzow, 2002; Rudel et al., 2003, Fromme et al., 2009; Maertens et al., 2004, Larsen et al., 2007, Nielsen et al., 2007a].

Daži GOS tiek uzskatīti par kancerogēniem (piemēram, benzols). Pret GOS jutīgāki ir indivīdi, kuriem ir alerģiskas slimības, t.sk., astma, elpceļu slimības, imūnās sistēmas novājināšanās, kā arī kontaktlēcu lietotāji [Kasper, 2009]. Pētot ogļūdeņražu ietekmi uz dzīvniekiem, iegūtie dati liecina, ka dažiem no tiem ir imunitātsiska, kancerogēna un reproduktīvo funkciju nomācoša darbība, kā arī, iespējams, tie paaugstina aterosklerozes risku [WHO, 2000].

Pētījumā, kas tika veikts ASV laikā no 1995 - 1998.gadam, tika konstatēts, ka gaistošie organiskie savienojumi ir plaši sastopami biroju gaisa vidē. Randomizētā pētījumā tika apsekotas 56 biroju ēkas, kurās mērķtiecīgi tika meklēti 48 dažādi GOS: 8 vielas tika atrastas visos meklējamajos paraugos, un papildus vēl 26 vielas tika atrastas 81% - 99% paraugu. Iegūtie dati bija par pamatu tālākai padziļinātai problēmas pētniecībai, izvirzot prioritātes un apstākļus, kas ietekmē GOS izdalīšanos [Girman, 1999].

Birojos izmantotās tehnikas ķīmisko vielu emisijas ietekmē gaisa kvalitāti. Austrālijā veiktajā eksperimentālā pētījumā iegūti dati par kopēšanas iekārtu izdalītajām piesārņojošām vielām. Gaistošo organisko savienojumu emisijas konstatēja pie noteikta iekārtu darbības ātruma turklāt, pieaugums par 20% saistīts ar temperatūras paaugstināšanos telpā no 23 līdz 32 °C, kā arī atkarībā no tā, vai tiek veikta vienpusēja vai abpusēja lapu kopēšana (emisijas pieaugums par 40%). Tika konstatētas nelielas slāpekļa dioksīda, ozona un formaldehīda emisijas [Brown, 1999].

GOS identificēšana un mērīšana katrai vielai atsevišķi ir dārgs un laikietilpīgs process, turklāt, atsevišķi GOS var būt zemās koncentrācijās, kuras grūti objektīvi izvērtēt. Tāpēc ir izstrādāta koncepcija kopējās GOS koncentrācijas noteikšanai gaisā, nevis pētot katru GOS atsevišķi, bet novērtējot kopā pēc oglekļa daudzuma gaisa paraugā [SCHER, 2006]. Dāņu pētnieki ir norādījuši, ka GOS kopējā rekomendējamā norma varētu būt 0,2 – 0,3 mg/m³, jo pie 0,2 mg/m³ augstas koncentrācijas nav konstatētas GOS kancerogēnās vai sensibilizējošās īpašības [SCHER, 2006].

Aldehīdi (formaldehīds)

Aldehīds (formaldehīds) ir bezkrāsaina gāze ar asu smaržu. Aldehīdu koncentrācija iekštelpās var būt daudz augstāka nekā apkārtējā vidē. Tie ir atrodami

simtiem dažādos apdares materiālos, piemēram, izolācijas materiālos, griestu flīzēs, biroju mēbelēs, paklāju līmēs, dažādās plastmasās, sintētisko šķiedru paklājos, tekstilizstrādājumos, krāsās un pat papīrā, kā arī tīrīšanas un dezinfekcijas līdzekļos. To emisijas līmenis palielinās līdz ar temperatūras pieaugumu telpās, kas veicina aldehīdu izdalīšanos no materiāliem [Godish, 1989; Eglīte, 2000; Kaļķis, 2001]. Aldehīdu koncentrācijas iekštelpu gaisā ir atkarīgas no avota vecuma, gaisa apmaiņas biežuma, temperatūras un mitruma. Formaldehīda koncentrācija var atšķirties pat par 50% gan dažādās dienās, gan sezonās [IAQ, 2003].

Kā visbiežāk ar aldehīdu iedarbību saistītie simptomi tiek minēti: sauss vai iekaisis kakls, deguna asiņošana, galvassāpes, nogurums, atmiņas un koncentrēšanās problēmas, slikta dūša, reibonis, elpas trūkums un dedzināšana, durstīšana, un sāpes acīs [IAQ, 2003]. Skandināvu pētnieki biroju gaisa paraugos ir konstatējuši aldehīdus, kas veicina iekaisumus augšējos elpceļos [Bønløkke, 2006]. Viens no tipiskākajiem aldehīdu pārstāvjiem ir formaldehīds. Tam ir kairinoša iedarbība uz organismu un tas ir spēcīgs kairinātājs. Pēc PVO datiem, augšējo elpceļu iekaisums parādās pie formaldehīda koncentrācijas $0,1 \text{ mg/m}^3$, bet ja koncentrācija pieaug līdz $1,2 \text{ mg/m}^3$, simptomi progresē, bet nerada komplikācijas. Turklāt kairinošas iedarbības zemākā koncentrācija jutīgām personām tiek norādīta $0,01 \text{ mg/m}^3$ [WHO, 2010].

Starptautiskā vēža pētīšanas aģentūra (IARC) paziņoja, ka hroniska formaldehīda iedarbība var kļūt par pamatu deguna un rīkles vai arī citu elpceļu daļu vēzim. Būtībā jebkura formaldehīda deva palielina vēža attīstības iespēju [Health Canada, 2008; Charles, 2005]. Japānā veiktais pētījums pierādīja, ka formaldehīds izraisa iegūto atopiju un bronhiālo astmu [Yang, 2007].

1.8. Neorganiskās gāzes

Slāpekļa oksīdi (NO , NO_2)

Parasti atmosfērā nonāk NO un ķīmisku reakciju rezultātā tas pārveršas par NO_2 , kas ir daudz bīstamāks savienojums. Oglūdeņražu un ultravioletā starojuma klātbūtnē NO_2 ir troposfēras ozona un nitrātu aerosolu galvenais avots un veido atmosfēras gaisa $\text{PM}_{2,5}$ ievērojamu masas daļu [WHO, 2005].

NO_2 kairina elpošanas ceļus un pazemina organisma pretošanās spējas slimībām. Gaisā, ko ieelpo cilvēki, paaugstināta NO_2 koncentrācija bojā plaušu audus, pazemina

asinsspiedienu, kā arī izraisa asins sastāva izmaiņas. Sevišķi jutīgi pret šī piesārņotāja klātbūtni atmosfērā ir astmas slimnieki un bērni [Eglīte, 2000].

NO nekairina elpceļus, tāpēc cilvēks var to nejust. Pēc Pasaules Veselības organizācijas datiem, slāpekļa oksīdu negatīvā iedarbība uz cilvēka veselību izpaužas tādējādi, ka slāpekļa oksīds asinīs veido methemoglobulīnu, kas traucē pārnēsāt skābekli un līdz ar to negatīvi ietekmē normālu organisma funkcionēšanu. Methemoglobīna koncentrācija asinīs 60-70% tiek uzskatīta par letālu. Bet šādu koncentrāciju tas var sasniegt tikai slēgtajās telpās, ārpustelpu gaisā šāda koncentrācija nav iespējama [WHO, 2005].

Sēra dioksīds (SO₂)

Pēc Pasaules Veselības organizācijas datiem, sēra dioksīds ietekmē respiratoro sistēmu un plaušu funkcijas, kā arī izraisa alerģiskas slimības un kairina acis. Respiratorā trakta iekaisums izpaužas kā klepus, gļotu sekrēcija, astmas un hroniska bronhīta paasinājums, cilvēki kļūst uzņēmīgāki pret respiratorā trakta infekcijām. Sēra dioksīda negatīvā ietekme pieaug, palielinoties gaisa mitrumam („skābie lieti”) [WHO, 2005].

Galvenie sēra dioksīda piesārņojuma avoti ir dažādas jaudas siltumenerģētikas uzņēmumi, privātmāju kurtuves un katli, kuros tiek sadedzināts sēru saturošs kurināmais (piemēram, malka, kūdra, ogles un nafta), kā arī dīzeļdegvielu izmantojoši transportlīdzekļi [Eglīte, 2008].

Sēra oksīdi (SO_x) atmosfērā var reaģēt ar citiem savienojumiem, veidojot mazas daļiņas. Šīs daļiņas spēj dziļi iekļūt plaušu jutīgākās daļās un pastiprināt respiratorās slimības (emfizēma, bronhīts), paasina arī esošas sirds slimības, palielinot pacientu uzņemšanu skaitu slimnīcās un priekšlaicīgo nāvi [Eglīte, 2008; EPA, 2011].

Vai SO₂ pats negatīvi ietekmē veselību, vai arī tam ir – „surogāta” nozīme ultrasmalko daļiņu vai kādu citu ar to saistītu vielu vietā? Šie jautājumi vēl joprojām paliek neskaidri [WHO, 2005].

Ozons (O₃)

O₃ ir sastopams dabiskajā atmosfērā, jo tas ir skābekļa produkts, kas veidojas ultravioletā starojuma ietekmē. Biroju telpās tas var veidoties izmantojot elektroierīces, piemēram, kopētājus, printerus, gaisa jonizētājus u.c..

Ozonam piemīt kairinoša iedarbība, tas var izraisīt klepu, diskomforta sajūtu krūtīs, deguna, rīkles un trahejas kairinājumu, jo ozona absorbcija, galvenokārt, notiek augšējos elpceļos un lielajos intratorakālos elpvados. Ozons rada kaitīgu ietekmi uz plaušu funkcijām veseliem cilvēkiem koncentrācijās virs $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,30 ppm) [COHS, 2006]. Turklāt, ja cilvēkiem ir fiziski aktīvs darbs, tad veselības problēmas var attīstīties arī pie zemākām ozona koncentrācijām, jo absorbcijas daudzums ir pretēji proporcionāls plūsmas ātrumam un palielinās, palielinoties ieelpas/izelpas apjomam, kas, savukārt, pieaug enerģiskas fiziskas darbības laikā [WHO, 2005 un 2008].

Indivīdiem, kuri tiek pakļauti ozona koncentrācijām no 200 līdz $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,10 - 0,40 ppm), izstrādājās adaptīva reakcija, vismaz attiecībā uz plaušu funkciju. Pašlaik nav zināms, vai ilgtermiņā tas ir labi vai kaitīgi [COHS, 2006].

Ozons, iekļūstot elpceļos, ierosina oksidatīvo stresu. Ozona iedarbība caur šķidrumiem vai cietām vielām ir nenozīmīga, ko nosaka ozona augstā reaktivitāte un zemā šķīdība ūdenī. Tāpēc nozīmīgākais ozona iekļūšanas ceļš organismā ir ieelpojot jeb inhalācijas veidā [WHO, 2005].

Iekšelpu gaisa piesārņojums ar O_3 ietekmē plaušu funkciju un izsauc iekaisumu gan veseliem indivīdiem, gan tiem, kas jau slimo ar elpceļu slimībām (bronhiālo astmu, hroniskas obstruktīvas plaušu slimības). Cilvēkiem, kas cieš no alerģiskām slimībām, O_3 darbojas kā adjuvants, pastiprinot atbildi uz ieelpoto antigēnu (WHO, 2005). Ozons paaugstinātā koncentrācijā vispirms iedarbojas uz cilvēkiem, kuri slimo ar hroniskām elpošanas ceļu slimībām. Veseliem cilvēkiem ozons kairina acis (parādās asarošana), izsauc bronhītu, bojā plaušas, veicina astmas rašanos, sevišķi bērniem, kuri ir uzņēmīgāki pret ozona negatīvo ietekmi. Ozons rada galvassāpes, nogurumu, mazina darba spējas [Eglīte, 2008 un 2000].

Svarīgi ozona absorbcijas faktori ir arī dzimums un vecums. Sievietēm un bērniem ir lielāks absorbcijas līmenis, tas ir saistīts ar elpceļu lielumu un virsmas audiem [WHO, 2005].

Ir pierādīts, ka ozons iedarbojas arī uz asaru kanālu epiteliālām šūnām un uz ādu. Iespējams, ka ozons iedarbojas tikai uz augšējiem dermas slāņiem un neabsorbējas ādas dziļākos slāņos. Pētījumi demonstrēja, ka peļu īslaicīga ekspozīcija augstā ozona koncentrācijā ievērojami samazināja C un D vitamīnu līmeni, kā arī inducēja malondialdehīda veidošanos virspusējā epidermā, bet ne zemāk esošos slāņos. Pašlaik nav nekādu pierādījumu, ka oksidatīvs stress, ko izsauc apkārtējā gaisā esošais ozons, varētu būt ādas slimību riska faktors [WHO, 2005 un 2003].

Saskaņā ar jaunākiem pētījumiem nav pierādīta korelācija starp ozona koncentrāciju un kardiovaskulāro mirstību [Larrieu et al., 2007].

Epidemioloģiskos pētījumos ir konstatēts, ka anomāla karstuma periodā mirstība saistībā ar augsto ozona koncentrāciju paaugstinās par 16,2% [WHO, 2010].

CO (oglekļa monoksīds)

Tas ir toksiska gāze bez krāsas un smakas, rodas jebkurā nepilnīgā sadegšanas procesā, tostarp ēdiena gatavošanā, apkures katlos vai tabakas smēķēšanas laikā, tomēr galvenais oglekļa monoksīda avots tomēr ir transportlīdzekļi. Meža ugunsgrēku un kūdras degšanas rezultātā arī var veidoties oglekļa oksīds. CO nonāk asinsritē caur plaušām un traucē skābekļa ienākšanu orgānos un organisma audos. Iedzīvotājiem oglekļa oksīda koncentrācija no meža ugunsgrēku dūmiem parasti nav bīstamas, izņemot cilvēkus ar palielinātu jutību un ugunsdzēsējus, kuri strādā uguns tuvumā. Lielākas oglekļa oksīda koncentrācijas (piemēram, lielos ugunsgrēku gadījumos ēkās vai celtnēs) var izsaukt galvassāpes, vājumu, reiboni, apziņas traucējumus, sliktu dūšu, orientācijas traucējumus, redzes traucējumus, komas iestāšanos un nāvi. Tomēr pie īslaicīgas iedarbības redzamu veselības traucējumu parasti nav.

CO ir diezgan stabila gāze atmosfērā, praktiski tās negatīvai ietekmei tiek pakļautas tikai plaušas. CO iedarbība uz ādu vai gastrointestināla absorbcija ir niecīga. Tā toksiskās ietekmes pamatā ir spēja aizstāt skābekli hemoglobīnā, veidojot karboksihemoglobīnu, kas nav spējīgs transportēt skābekli [WHO, 2000].

CO₂ (oglekļa dioksīds)

Oglekļa dioksīds ir dabiska gaisa sastāvdaļa. Tā ir bezkrāsaina, nedegoša gāze bez smaržas, kas rodas organismu vielmaiņas procesos un sadegot fosilam kurināmam. Augstākas CO₂ koncentrācijas apkārtējā vidē var tikt konstatētas pie intensīvas transportlīdzekļu satiksmes pārvietošanās zonās, pie rūpniecības avotiem, kur notiek sadegšanas procesi. Vidējā oglekļa dioksīda koncentrācija atmosfērā ir aptuveni 620 mg/m³ (~340 ppm), bet tā līmeņi var būt atkarīgi no vietas un mērījumu veikšanas laika. Iekštelpās CO₂ līmeņi mēdz būt augstāki nekā apkārtējā vidē. Slikti vēdināmās telpās, CO₂ līmenis var pārsniegt 5400 mg/m³ (3000 ppm) [IAQ, 2003]. Birojos, paaugstinātas CO₂ koncentrācijas gadījumos, parasti darbinieki iekštelpu gaisu raksturo kā sastāvējušos.

Lielākā daļā apkures, ventilācijas un gaisa kondicionēšanas sistēmās (HVAC) atkārtoti cirkulē ievērojama daļa no iekštelpu gaisa, lai saglabātu komfortu un samazinātu enerģijas izmaksas, kas saistītas ar iekštelpu gaisa dzesēšanu/sildīšanu. Pašreizējās tehnoloģijas ļauj viegli un salīdzinoši lēti kontrolēt oglekļa dioksīdu (CO₂) kā rādītāju, kas ar īpašu CO₂ sensoru palīdzību palīdz nodrošināt efektīvu ventilācijas sistēmu darbību automātisku kontroli telpās/ēkās, it īpaši gadījumos, kad dienas laikā CO₂ koncentrācija var stipri svārstīties [ASHRAE, 2004]. Ja ventilācijas sistēmas darbības rezultātā nesamazinās oglekļa dioksīda koncentrācija, tad tas nozīmē, ka arī citu ķīmisko vielu piesārņojums telpās var uzkrāties līdzīgi kā CO₂. Tomēr var būt arī situācijas, kad telpās ir paaugstināts piesārņojuma līmenis, bet CO₂ līmenis ir zems. Analizējot CO₂ koncentrāciju pīķus telpās un gaisa pieplūdes/nosūces zonās, var identificēt un risināt ar ventilācijas sistēmu saistītas problēmas.

Literatūrā 1973.gads tiek minēts kā viens no atskaites punktiem, kopš palielinājies sūdzību skaits saistībā ar iekštelpu gaisa kvalitāti. Šo periodu saista ar naftas krīzi, kad bija nepieciešams samazināt telpu apkures izmaksas, tajā skaitā, uz telpu gaisa apmaiņas rēķina [Hill et al., 1992; Chao et al., 2003]. Pētījumi rāda, ka CO₂ koncentrācija gaisā ir atkarīga no telpā esošo cilvēku skaita, viņu aktivitātes līmeņa un rakstura, kā arī no pievadītā tīrā gaisa daudzuma [Chao et al., 2003].

CO₂ līmenis iekštelpu gaisā ir atkarīgs no cilvēku skaita, kas atrodas telpā; cik ilgi cilvēki uzturas telpās; telpas lieluma; apkārtējās vides piesārņojuma. Ņemot vērā cilvēku skaitu telpās un nodarbošanās veidu, ir iespējams modulēt ventilācijas sistēmas darbības organizāciju.

CO₂ nav toksiska gāze, bet, pieaugot tās koncentrācijai gaisā, cilvēki var just galvassāpes, nogurumu, nelabumu, pulsa paātrināšanos, asinsspiediena paaugstināšanos, reiboņus, fizisko un garīgo darbaspēju pazemināšanos. Šie simptomi parasti pāriet, samazinoties CO₂ koncentrācijai [Alberta, 2009].

Subjektīvie simptomi, piemēram, miegainība, reiboņi, galvassāpes, grūtības koncentrēties, nogurums, elpas trūkums, svīšana, paaugstināta sirdsdarbība un asinsspiediens, tiek saistīti ar CO₂ līmeni iekštelpu gaisā no 900 līdz 5800 mg/m³ (500-3200 ppm). Dažos pētījumos simptomus izraisa CO₂, mijiedarbojoties ar citām vielām, vai arī tikai citas vielas vienas pašas [Alberta, 2009].

ASV pētījumu projekta BASE ietvaros 100 nejauši izvēlētās biroju ēkās tika analizēta saistība starp palielinātu CO₂ daudzumu un darbinieku subjektīvajām sūdzībām. Pētījumi apstiprināja, ka paaugstināts CO₂ līmenis biroju telpās ir saistīts ar

darbinieku subjektīvo sūdzību pieaugumu: galvassāpēm, nogurumu, acu un deguna gļotādas kairinājumu, elpceļu kairinājumu [Erdmann et al., 2002].

Palielināts CO₂ līmenis gaisā var izraisīt pārmaiņas asins pH (paskābinās - acidoze), kas tiek kompensēta ar elpošanas biežuma un dziļuma palielināšanās. Pēc ilgstošas CO₂ iedarbības (vairāku nedēļu ~ 7000 ppm augsta CO₂ iedarbība), skābjusārmu līdzsvars tiek panākts, līdzdarbojoties nieru mehānismiem, kas var ietekmēt kalcija metabolismu kaulos [Health Canada, 2008]. Kanādā noteiktā CO₂ robežvērtība ir 6403 mg/m³ (3500 ppm), lai novērstu acidozes rašanos, it īpaši kalcija izdalīšanos no kauliem [ACGIH, 2010]. Paaugstināts iekštelpu CO₂ koncentrācijas līmenis liecina par sliktu ventilācijas darbības organizāciju, kas pieļauj arī citu potenciāli kaitīgu iekštelpu gaisu piesārņojošu vielu veidošanos, radot darbiniekiem veselības, produktivitātes un komforta problēmas. Tomēr jāatceras, ka atbilstoša ventilācijas sistēmas darbība galvenokārt tikai samazina ķīmisko vielu iedarbību (devu un laiku), bet pilnībā nenovērš to iedarbību uz darbinieku organismu. ASHRAE ieteiktās iekštelpu CO₂ koncentrācijas ir jāuztur mazākas par 1830 mg/m³ (1000 ppm), birojos būtu ieteicams – 1464 mg/m³ (800 ppm). Zinot, ka arī ārtelpu CO₂ koncentrācija ietekmē CO₂ koncentrāciju iekšelpās, ASHRAE iesaka, lai iekštelpu CO₂ līmeņi nepārsniedz āra koncentrāciju par vairāk nekā 1098 mg/m³ (600 ppm). Arī NIOSH iesaka 1000 ppm kā augstāko robežu CO₂ koncentrācijai iekšelpās, jo augstākas CO₂ koncentrācijas norāda uz nepietiekamu ventilāciju un var veicināt veselības traucējumu attīstību (galvassāpes, nogurums, acu un rīkles kairinājums). NIOSH un ISO/DIS 16000-26 atzīmē, ka 1000 ppm ir rekomendējams lielums, kas būtu jānodrošina, lai maksimāli nodrošinātu komfortu visiem telpās esošiem darbiniekiem [NIOSH, 2006].

1.9. Mikroklimata rādītāji biroja telpās

Komforta sajūtu biroju telpās visbiežāk nodrošina mikroklimata parametri un ar to saistītie faktori: gaisa temperatūra; gaisa relatīvais mitrums un gaisa plūsma (Eglīte, 2000; Kaļķis, 2001).

Standarts ISO 7730:2005 (*Ergonomics of the thermal environment – “That condition of mind which expresses satisfaction with the thermal environment”*), norāda, ka parasti par atbilstošu var uzskatīt vides mikroklimatu, ja 80% darbinieku mikroklimata (temperatūras, mitruma) vides apstākļus uzskata ar pieņemamiem.

Temperatūra un relatīvais mitrums ir galvenie parametri, kas nosaka siltuma komfortu. Apmierinātību ar vides siltumu ietekmē arī tādi faktori kā virsmu izstarotais siltums, gaisa kustības ātrums, darbinieku aktivitātes līmenis un apģērbs [Charles, 2005].

Papildus apstākļi, kas ietekmē biroju darbinieku pašsajūtu, ir atkarīgi no tā, vai birojs ir slēgta vai atvērta plānojuma. Slēgta plānojuma biroji ir atsevišķas telpas vai kabineti ar dažādu platību, bet atklāta plānojuma biroji ir plaša telpa ar daudzām darba vietām, kas var būt un var nebūt nodalītas. Nozīmīgs faktors ir strādājošo skaits šādās telpās, jo pie lielāka cilvēku un biroju aprīkojuma pieaug arī izdalītā siltuma daudzums, tāpēc arī jāparedz pietiekami intensīva ventilācijas sistēma [Charles, 2005].

Gaisa temperatūra

Gaisa temperatūra ir būtisks faktors darba vides mikroklimata izvērtēšanā. Iekštelpu gaisa temperatūru ietekmē gan meteoroloģiskā atmosfēras temperatūra, gan dažādu sildelementu (apkures elementi, apgaismes iekārtas, biroja iekārtās) radītais siltums [Kaļķis, 2001].

Cilvēkiem ir dažādas prasības gaisa temperatūrai, lai justos komfortabli darba vidē. Lielākā daļa cilvēku birojos jūtas ērti, ja gaisa temperatūra ir aptuveni $+22^{\circ}\text{C}$. Protams to ietekmē arī fiziskā slodze, kā arī apģērba izvēle. Ja cilvēki veic fizisku darbu, tad nepieciešama zemāka gaisa temperatūra, bet, ja cilvēki ir viegli apģērbti, tad nepieciešama augstāka gaisa temperatūra darba vidē. Gaisa temperatūras pazemināšanās vai paaugstināšanās var ietekmēt telpās strādājošo pašsajūtu. Sākotnēji pastiprina stresu un palielinās arī citu traucējošu faktoru izjūta un līdz ar to pieaug sūdzības. Taču pastāv arī subjektīva individuāla temperatūras komforta sajūta, kas nozīmē, ka visiem darbiniekiem nekad nevarēs nodrošināt vienādu komforta temperatūru telpā [Kaļķis, 2001; COSH, 2006]. Temperatūras komforts biroju telpās nozīmē, ka pietiekami apģērbtam cilvēkam šajā telpā nav ne par aukstu, ne par karstu. Pārāk zema temperatūra veicina saaukstēšanas, bet pārāk augsta – pārkaršanu un diskomfortu. Augsta un zema temperatūra ietekmē arī asinsspiedienu. Organismam atdziestot, perifēriskie asinsvadi sākumā sašaurinās, vēlāk paplašinās. Organismam sasilstot, kļūst biežāka elpošana. Analogisks efekts ir arī atdzišanas sākumā, bet vēlāk elpošana kļūst reta un virspusēja. Ļoti raksturīgas ir CNS funkciju pārmaiņas. Augstai temperatūrai iedarbojoties uz strādājošā organismu, var būt nosacījuma refleksu darbības un kustību koordinācijas traucējumi, uzmanības un precizitātes samazināšanās.

Somijā 2002. gada vasarā tika veikti divi neatkarīgi pētījumi biroju telpās, kur tika veikti gaisa temperatūras mērījumi (pavasārī un vasarā) un novērtēts termālais komforts, veselības sūdzības un darbinieku produktivitāte. Pavasarī veiktajā pētījumā konstatēts, ka gaisa temperatūra biroja telpās ir vidēji $+22^{\circ}\text{C}$, bet pētījumā rezultāti vasaras laikā parādīja, ka, temperatūrai paaugstinoties virs $+25^{\circ}\text{C}$, paaugstinās CNS simptomi un neapmierinātība ar iekštelpu gaisa kvalitāti. Subjektīvais darbinieku darba efektivitātes samazināšanās novērtējums statistiski ticams bija saistībā ar temperatūru, t.i., gadījumā, kad gaisa temperatūra paaugstinājās no $+24$ līdz $+29^{\circ}\text{C}$, tad darba efektivitāte biroja darbiniekiem samazinājās par 40% [Korhonens, 2003]. Turklāt pārāk augsta temperatūra veicina, piemēram, nepietiekamu gaisa mitrumu telpā.

Gaisa mitrums

Gaisa relatīvais mitrums izsaka attiecību starp faktisko ūdens tvaiku daudzumu gaisā un ūdens tvaiku daudzumu, kas dotajā temperatūrā rada ūdens tvaiku piesātinājumu. Palielināts gaisa relatīvais mitrums apgrūtina siltumapmaiņu starp cilvēka organismu un apkārtējo vidi, jo samazinās svīšana, bet zems mitrums veicina ādas un gļotādu žūšanu, pieaug statiskā elektrība uz virsmām, iekārtām un var skart to lietotājus [Kaļķis, 2001].

Darbinieku komfortu darba vidē nodrošina relatīvā mitruma līmenis no 30 līdz 70 % gaisā. Ja gaisa mitrums ir pārāk zems (mazāks par 25%), tad darbiniekiem var novērot acu, deguna vai rīkles kairinājumu, sausu ādu un/vai sasprēgājušas lūpas [Reinikainen un Jaakkola, 2003; Wolkoff et al., 2006b]. Augsta gaisa mitruma līmeņa gadījumā var novērot kondensāta veidošanos ēkas konstrukcijā, uz interjera vai telpas virsmām, kas veicina pelējumu sēņu augšanu un rada neveselīgu darba apstākļus, veicinot elpceļu slimības [Eglite, 2000]. Relatīvais gaisa mitrums no 30 līdz 60% nodrošina apstākļus, lai izvairītos no kondensāta veidošanos uz virsmām. Augsts mitrums ir arī labvēlīgs putekļu ērcītēm, jo veicina to augšanu.

Ziemas sezonā gaisa mitrināšanai ēkās parasti iesaka izmantot ierīces ar ūdens strūklu vai tvaika sistēmu. Taču jāņem vērā, ka ūdens strūklas mitrinātājiem nepieciešams regulāri plānot un veikt tehnisko apkopi, lai kontrolētu ūdens kvalitāti. Tvaika mitrinātāji ir tīrākas un vieglāk uzturamas iekārtas, bet tie tērē vairāk elektroenerģijas. Vasaras sezonā gaisa mitrumu regulē ar gaisa kondicionēšanu.

Dānijā veiktā pētījumā secināts, ka subjektīvais gaisa kvalitātes vērtējums ir atkarīgs gan no ventilācijas intensitātes, gan gaisa temperatūras un relatīvā mitruma.

Zemāka temperatūra un mazāks gaisa mitrums paaugstina subjektīvo vērtējumu par gaisa kvalitāti. Piemēram, samazinot gaisa apmaiņas ātrumu no 10 uz 3,5 l/s uz cilvēku un vienlaikus samazinot gaisa temperatūru un mitrumu no 23°C un 50% uz 20°C un 40%, subjektīvais vērtējums par gaisa kvalitāti nemainās. Darba veikšanas efektivitāte temperatūras un gaisa mitruma svārstību dēļ netiek ietekmēta. Tomēr daži ar SĒS saistītie subjektīvie simptomi samazinājas. Tas ļauj secināt, ka ilgtermiņā zemāka gaisa temperatūra un mitrums ļauj uzlabot darba produktivitāti [Fang L, 2004].

Gaisa kustības ātrums

Gaisa kustības ātrums parasti uzlabo cilvēka ķermeņa siltumapmaiņu ar apkārtējo vidi. Ja tā ir pārāk intensīva (caurvēji, liels vējš), var notikt nevienmērīga siltuma novadīšana: tiek traucēti organisma termoregulācijas procesi, var notikt saaukstēšanās [Kaļķis, 2001].

Gaisa kustības ātrums ēkā ir viegli identificējams parametrs, kas norāda uz gaisa kustību konvekcijas vai ventilācijas ceļā. Ja gaisa kustība iekštelpās ir nepietiekama, tas var radīt veselības sūdzības. Gaisa spiediens ventilācijas šahtās/caurulēs var būt pārāk zems, lai nodrošinātu piemērotu gaisa plūsmu telpās, vai arī ventilācijas sistēmas darbība (gaisa pieplūde/nosūce) var būt nesabalansēta.

Gaisa apmaiņa 4 reizes stundā nodrošina vieglu gaisa kustību, notiek arī nepārtraukta piesārņojuma samazināšana telpā. Pārmērīgs gaisa kustības ātrums izraisa nevēlamu cilvēka organisma lokālu atdzišanu [ASHRAE, 2004].

Ja ēkā palielinās iemītnieku skaits, mainās ēkas telpu izmantošanas mērķi vai biroja telpās tiek ievietoti kopētāji, datori un lāzerprinteri, tad jāveic jāmaina ventilācijas sistēmas darbība konkrētai situācijai, jo sākotnēji, visticamāk, ventilācijas sistēmas darbība bija ieregulēta citām vajadzībām un pielietojumam. Gaisa kustība telpās tiek nodrošināta ar mehāniskās ventilācijas sistēmām (kontrolējama), kā arī dabiski (nekontrolējama), kad temperatūras starpības rezultātā piesārņotais gaiss var nokļūt telpās pa logiem, durvīm, plaisām, caurumiem, kāpņu telpām, liftu šahtām u.c.

Pārāk liela gaisa plūsma var būt iemesls akūtām respiratorām slimībām, bet pārāk zema gaisa plūsma neveicina pietiekamu gaisa apmaiņu – tad var rasties galvassāpes, nogurums, nespēks [Eglīte, 2000].

Temperatūras un mitruma komforta sajūta atkarībā no dzimuma

Pētījumi ir atklājuši, ka vīrieši ziņo par paaugstinātas temperatūras izraisītu diskomfortu ātrāk nekā sievietes. Vīrieši vērtē savu diskomforta sajūtu augstāk nekā sievietes. Kādā no veiktajiem pētījumiem tika pārbaudīti vīrieši un sievietes, veicot garīgo darbu vienādā kokvilnas apģērbā. Vienlaikus viņiem, izmantojot elektronisko balsojumu, bija jāpaziņo par savu termālo komfortu pie konkrētās temperatūras [Karjalainen, 2007]. Sievietes ievērojami vairāk dod priekšroku daudz augstākai temperatūrai. Savukārt, sievietes ir jūtīgākas pret temperatūras izmaiņām, bet vīrieši mēdz būt jutīgāki pret relatīva mitruma līmeņa izmaiņām (Lan, 2008).

1.10. Mikrobioloģiskie piesārņotāji

Gaisa bioloģisko piesārņojumu veido gaisa aerosolā esošie vai uz virsmām jau nosēdušies mikroorganismi, augu vai dzīvnieku izcelsmes sīkas daļiņas, kurus kopumā var saukt par bioaerosolu jeb organiskiem putekļiem. Šie bioaerosoli var saturēt gan patogēno, gan nepatogēno mikroorganismu sugas, mikroorganismu toksīnus, vairākas sēnīšu sugas, alergēnus. To iedarbība uz cilvēka organismu var būt dažāda – no infekciju slimībām, akūtas toksiskas iedarbības, līdz alerģiskām reakcijām un citiem traucējumiem.

Iekštelpu gaisā mikrobioloģiskais piesārņojums var būt nopietna problēma. Paaugstināts mitrums, samazināta ventilācijas sistēmas darbības efektivitāte, hermētiskākas ēkas un HVAC sistēmas satur ūdens kondensātu (mitrinātāji, dzesēšanas spoles), ļauj augt un izplatīties dažādiem mikroorganismiem, kas var radīt darbinieku diskomfortu un veselības traucējumus. Vīrusi un baktērijas izraisa slimības, bet iekštelpu gaiss parasti neizraisa vīrusu infekcijas (piemēram, saaukstēšanos), jo vīrusi nedzīvo ilgi ārpus inficēta cilvēka un transmisija ir atkarīga no saskares ar inficētu cilvēku (OSHA, 2006). Daži vīrusi ir saistīti ar paaugstinātu bronhiālās astmas un alerģijas biežumu [Schaub et al. 2006].

Mikrobioloģiskais piesārņojums saistīts galvenokārt ar mikrobu augšanai labvēlīgiem apstākļiem, piemēram, palielinātu mitrumu. Apkures, ventilācijas un kondicionēšanas iekārtas var ietekmēt iekštelpu gaisa kvalitāti, ja tām netiek veikta kvalitatīva apkope un uzturēšana, piemēram, bojāti vai piesārņoti gaisa filtri ventilēšanas sistēmās var radīt sīko daļiņu atpakaļ nonākšanu telpas gaisā, kas tika

atsūkts. Bioloģiskie aģenti (mikrobi) var savairoties uz kondicionēšanas iekārtu mitrām daļām un izplatīties sistēmā, aptverot vairākas telpas ēkā [Eglīte, 2000].

Pētījumos, kur tiek meklēti mikrobu dabas gaisa piesārņotāji, tika konstatēts, ka putekļu vide uz virsmām ir viena no labvēlīgām vidēm, kur atrod Gram-negatīvas baktērijas, tomēr vairāku pētījumu analīze dažādās valstīs uzrāda pretrunīgus datus par mikrobu daudzumu un nozīmi putekļainās biroju telpās. Secināts, ka putekļu daudzums biroju telpās ir daudz mazāks nekā sadzīves telpās, ja vien telpas nav pieblīvētas un tajās nav paklāju un citu tekstiliju.

Pētījums, kurā apkopoti izmeklējumi uz bakteriālo floru birojos, rāda, ka baktēriju daudzums un dažādība ārējā vidē ir lielāka nekā iekštelpu vidē, un Gram-pozitīvo koku daudzums nedaudz palielinājās vasaras periodā [Tsai, 2006].

Pelējuma sēnes

Mikroskopiskas pelējuma sēnes var viegli atrast jebkur gan telpā, gan vidē, tās eksistē uz augiem un dzīvniekiem. Lai vairotos, tām nepieciešams pietiekams mitrums, temperatūra un barības avots. Ja telpā veidojas šādi nosacījumi, pelējuma sēnes viegli aug uz tādiem materiāliem kā, piemēram, koks, papīrs, audumi, ādas izstrādājumi. Ne visi pelējuma sēņu veidi var kaitēt cilvēka veselībai. Daži pelējumi ir "toksiski", jo tie izdala mikotoksīnu, kas bieži uzkrājas sporās. Tās satur atsevišķus mikotoksīnus, un to ieelpošana izraisa daudzus simptomus, kuri parasti tiek saistīti ar slimu ēku sindromu (SĒS). Parasti pelējuma sēņu ietekme izpaužas kā respiratorās sistēmas darbības traucējumi – klepus, šķaudīšana, elpceļu kairinājums. Īpaši augsts risks ir cilvēkiem ar imūnsupresiju vai alerģiju. Vairākumā gadījumu simptomi izzūd īsā laikā. Ļoti liela sēņu sporu koncentrācijas ieelpošana var izraisīt hipersensitīvus plaušu iekaisumus, tomēr tas reti ir saistīts ar iekštelpu gaisa kvalitāti. Lielākās daļas sēņu hroniska iedarbība var izraisīt alerģiju vai astmas reakcijas cilvēkiem.

EPA organizēja pētījumu, analizējot 86 biroju ēkas. Vasaras un ziemas sezonas laikā tajās tika konstatēti vairāk nekā 2000 aerogēnu sēņu paveidu, no tiem izplatītākie bija *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* [Alberta, 2009; Girman, 2000].

ASV Vides aģentūras projekta BASE ietvaros pētīts, cik plašs ir dažādu sugu sēņu spektrs biroju iekštelpās un ārpus telpām. Iekštelpās tika identificētas 30 dažādas sēnes, bet apkārtējā vidē – 28 sugas. Visbiežāk sastopamās sēņu sugas biroju telpās ir sporas neveidojošas *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* un raugi [Womble, 1999].

Pelējuma sēnes var izdalīt arī gaistošos organiskos savienojumus, ja telpās aktīvi notiek pelējuma sēņu augšana. Tai raksturīga pelējuma smaka, kas arī veicina, t.s., SĒS (slimo ēku sindroms). Svarīgi atcerēties, ka daži indivīdi (AIDS slimnieki, ķīmijterapijai pakļauti cilvēki) ir ļoti jutīgi pret mikroorganismu iedarbību.

Mikroorganismi un alergēni

Liels gaisa mitrums un silta vide var veicināt mikroorganismu augšanu. Baktērijas, piemēram, *Legionella* un tai radniecīgās sugas var radīt nopietnus veselības traucējumus (t.s. leģionāru slimība, kura tā nosaukta pēc pirmās grupveida saslimstības identifikācijas), un tām ir sakars ar iekštelpu gaisa kvalitāti. Leģionāru slimība ir infekcija, kas var izraisīt pneimoniju. Tā izplatās ūdens pilienu ceļā, ja tie nokļūst cilvēka elpošanas zonā. Parasti baktēriju *Legionella* avoti ir gaisa kondicionēšanas un dzesēšanas ierīces, gaisa tvaika mitrinātāji un karstā ūdens sistēmas. Arī endotoksīnu ražotāj baktērijas arī var vairoties dažādās mitrināšanas sistēmās.

Alergēni iekštelpu gaisā

Vielas, kas izraisa alerģiju, sauc par alergēniem. Tās var būt gan vielas ar sarežģītu uzbūvi (olbaltumi, polisaharīdi) jeb pilnvērtīgie antigēni, kas cilvēka organismā ierosina specifisku antivielu rašanos un īpašā veidā reaģē ar tām, gan arī nepilnīgie antigēni (haptēni un pushaptēni) – vielas, kas antivielu sintēzi izraisa tikai pēc sasaistīšanās ar proteīniem. Visus alergēnus iedala endoalergēnos (veidojas organismā) un eksoalergēnos, pie kuriem pieder arodalergēni (ķīmiskie, mikrobioloģiskie, ārstniecības preparāti, dzīvnieku un augu valsts alergēni). Izplatītākie iekštelpu alergēni ir putekļu ērces un sēnes [Eglīte, 2000; Dales, 2008].

Alerģijas un astma ir visbiežāk sastopamās slimības, kuras izraisa pa gaisu pārvadamās, galvenokārt bioloģiskas izcelsmes daļiņas. ASV aptuveni 8% populāciju ir raksturīgi alerģiski simptomi – deguna gļotādas kairinājums, izdalījumi no deguna, acu iekaisums u.c. Galvenie bioloģiskie alergēni iekštelpu gaisā ir putekļos atrodamās putekļu ērcītes, pelējuma sēņu sporas, dzīvnieku alergēni, ziedputekšņi. Dānijā vairāk nekā 50% astmas slimnieku simptomu cēlonis ir putekļu ērcītes [Godish, 1989].

1.11. Ventilācijas sistēmu raksturojums

Ventilācija - gaisa pārvietošana telpās, lai uzturētu vēlamo telpas gaisa kvalitāti. Telpu ventilācijas pasākumus jeb sistēmas var būt dažādas:

- telpu vēdināšana, kas galvenokārt ir tikai dzīvojamām telpām.
- organizēta dabiskā ventilācija – gaisa pievade pa speciāli ierīkotiem kanāliem un ierīcēm, bet bez mehānisma, kas izraisa gaisu kustību. Tā notiek gaisa temperatūras svārstību dēļ: siltais un netīrais gaiss iet ārā, bet tīrais – plūst iekšā. Te pieskaitāma arī aerācija, kad telpās ierīko speciālus atvērumus un regulē gaisa plūsmu.
- piespiedu jeb mehāniskās ventilācijas sistēmas saistītas ar ventilatora radītu gaisa spiedienu. To iedala:
 - noplūdes ventilācijā (novada gaisu, bet tā pievade notiek dabiski);
 - pieplūdes ventilācijā (gaisu pievada, bet tā izvade netiek organizēta);
 - pieplūdes – noplūdes ventilācija.

Atkarībā no gaisa apmaiņas organizēšanas paņēmiena izšķir vietējo, vispārējo un kombinēto ventilāciju. Bet atkarībā no tā, vai gaisa noplūdes tiek atkārtoti izmantota vai ne, izšķir recirkulācijas un caurplūdes sistēmu [Kaļķis un Roja, 2001].

Ventilācijas sistēmu izmantošana ir galvenais iekštelpu gaisa attīrīšanas un tā kvalitātes uzlabošanas paņēmieni (metode).

Salīdzinošā pētījumā, kurā apkopoti vairāku pētnieku iegūtie dati, tika meklētas sakarības starp palielinātu ventilācijas intensitāti un iespējami labākiem darba rezultātiem (produktivitāti). Gandrīz visos pētījumos tika konstatēta sakarība, ka darbinieki labāk veic savu darbu, ja svaiga gaisa daudzums pieaug no 6,5 l/s līdz 65 l/s uz vienu personu. Pētījumi parādīja 1-3% uzlabojumu, ja svaiga gaisa nodrošinājums pieauga uz 10 l/s uz vienu personu, bet vislielākais darba spēju uzlabojums bija pie ventilācijas nodrošinājuma (svaiga gaisa padeves) – 20 l/s, betniecīgs uzlabojums pie 45 l/s. Statistiski ticams darba spēju uzlabojums novērots, ja svaiga gaisa nodrošinājuma 15 l/s uz vienu personu [Seppänen, 2005].

Šāda veida pētījumiem ir nozīme, lai pierādītu darba devējiem telpu efektīvas ventilēšanas nozīmi un nepieciešamību to nodrošināt.

1.12. Iekštelpu gaisa kvalitāte un veselības sūdzības

Slimo ēku sindroms (SĒS)

Problēmas, kas saistītas ar iekštelpu gaisa kvalitāti parasti tiek klasificētas kā daļa no, t.s., „slimo ēku sindroma” (SĒS). Simptomi, kas var būt saistīti ar iekštelpu

gaisa kvalitāti, rodas vairāku piesārņotāju dēļ, un atrast konkrēto cēloni ir diezgan grūti. Visbiežāk tie ir saistīti ar apkures, ventilācijas un gaisa kondicionēšanas sistēmu darbības trūkumiem, kas rada sliktu iekštelpu gaisa kvalitāti, kā arī iekštelpu gaisa piesārņojumu (gaistošie organiskie savienojumi, ozons, pelējums u.c.) [Lahtinen, 2009; Eglīte, 2000].

Terminu SĒS lieto situācijā, kad noteiktas ēkas darbiniekiem, kuri atrodas noteiktā ēkā, tieši darba laikā tiek vēroti noteikti simptomi, kas mazinās, izejot no šīs ēkas. Sūdzības var rasties gan visā ēkā, gan konkrētā vietā, piemēram, tikai vienā istabā.

“Slimo ēku sindroma” rādītāji:

- vairākums darbinieku, atrodoties noteiktā ēkā vai istabā, sūdzas par nepārejošu diskomfortu (piemēram, ar galvassāpēm, sausu klepu, acu, deguna un kakla gļotādas kairinājumu, ādas sausumu, koncentrēšanās grūtībām, paaugstināto nogurumu;
- simptomu cēlonis nav zināms;
- simptomi pāriet vai mazinās, izejot no ēkas [NC, 2008; DHHS, 2003].

Subjektīvās sūdzības biroju telpās strādājošajiem

Pastāv uzskats, ka subjektīvās sūdzības, kuras atklāj ar aptauju anketu palīdzību, ir svarīgākais informācijas avots, lai noskaidrotu problēmas aspektus biroja iekštelpu vidē un salīdzinātu tos ar ēkas mērījumiem un novērtējumu. Grūtības var rasties birojos ar lielu nodarbināto skaitu, jo apkopot visu strādājošo dažādos viedokļus un sūdzības un veikt iegūto datu interpretāciju ir sarežģīti, jo viena veida veselības simptomu cēloņi var būt vairāki. Rodas grūtības izvšķirt, kas tieši rada lielāko risku. Problemātiska ir arī vairāku riska faktoru mijiedarbības novērtēšana.

Simptomus, par kuriem runā saistībā ar biroju vidi, saista ar terminu – slimo ēku sindroms. Tomēr slikta iekštelpu gaisa kvalitāte var izraisīt dažādas ar veselību saistītas sūdzības, kuras var tikt klasificētas trīs grupās [Godish, 1995; DHHS, 2003] :

- ar ēku saistīta slimība (Building related illness),
- slimo ēku sindroms (SĒS),
- masu psiholoģiskā iedarbība (pašsugestija).

Ar ēku saistīta slimība attiecas uz infekciju slimībām (piemēram, leģionāru slimība, tuberkuloze), alerģiskām reakcijām, toksiskiem sindromiem, kas saistīti ar oglekļa monoksīda (CO) un gaistošo organisko savienojumu ekspozīciju. SĒS tiek

definēts kā simptomu komplekss, kas ietver deguna, acu gļotādu iekaisuma reakcijas, neproduktīvu klepu, galvassāpes, nogurumu, miegainību, sausu ādu, reiboņus, apgrūtinātu elpošanu, elpceļu infekcijas, alerģijas [MD, 2010]. Šiem simptomiem ir subjektīvs raksturs, retāk ir arī klīnisks apstiprinājums, bet raksturīgi ir tas, ka šie simptomi ir vairākiem darbiniekiem un regulāri, atrodoties konkrētajās telpās. Parasti visi šie simptomi ātri pāriet vai mazinās, ja darbinieks atstāj savu darbavietu, vai iziet no ēkas. Šie simptomi nav specifiski un tos var izraisīt virkne dažādu citu slimību, piemēram, gripa vai parasta saaukstēšanās. Šis fakts bieži vien apgrūtina problēmas identificēšanu, gaisa piesārņošanu atklāšanu un risināšanu. Neskatoties uz to, iekštelpu gaisa kvalitāte jāpēta, it īpaši gadījumos, kad cilvēki bieži slimo darba vietā un labāk jūtas mājās vai atvaļinājumā, jo šo slimību cēlonis var būt tieši saistīts ar darba vides gaisu [Wargocki, 1999; Alberta, 2009].

Termins slimo ēku sindroms ieviests 20. gs. 80. gadu sākumā un jau sākotnēji tika saistīts ar nespecifiskiem simptomiem. Tātad šos simptomus nevar saistīt ar specifisku slimību un parasti tie arī nav identificējami saistībā ar konkrētu cēloni. Svarīgākais nosacījums ir saistība ar konkrētu ēku vai telpu. Šie simptomi nav saistīti ar draudiem dzīvībai, tomēr tie ir traucējoši, izraisa diskomfortu, ir saistīti ar veselības pasliktināšanos, pazeminātu darba produktivitāti [Chao, 2003].

Par masu psiholoģisko ietekmi (*mass psychological impact*) runā, ja šķietami ar gaisa kvalitāti saistītas sūdzības ir vairāk asociētas ar psihosociāliem faktoriem nekā ar iespējamajiem piesārņojošiem faktoriem. Šie simptomi var būt galvassāpes, nogurums, hiperventilācija [DHHS, 2003].

Psiholoģiskajiem faktoriem tiek piešķirta pietiekami liela nozīme ar SĒS saistīto sūdzību attīstībā. Laikā no 1971. līdz 1988. gadam ASV Nacionālais nodarbināto veselības un drošības institūts (NIOSH) apkopojis datus, kuros ar SĒS saistītos simptomus 53% gadījumu saista ar neadekvātu ventilāciju, bet 13% ar citiem nedefinētiem faktoriem, pieņemot, ka tie saistāmi ar psiholoģisku reakciju. Simptomu rašanās, kuras pamatā ir psihosociāla ietekme, ir plaši sastopama darba vidē. Neapmierinātība darba vidē, kas sākotnēji var izraisīt sūdzības dažiem darbiniekiem, pieaugot nepatīkami, var sekmēt arī citu kolēģu pašsajūtas pasliktināšanos. Sūdzības ir līdzīgas tām, kas raksturīgas SĒS. Citos gadījumos teikts, ka psiholoģisko faktoru ietekme pastiprinās, ja darbinieki nejūtas droši darbā un izjūt darba devēja psiholoģisku spiedienu [Godish, 1995; Pasagui et al., 2003].

Biroju darbinieku aptaujās visbiežāk minētie simptomi ir deguna gļotādas sausuma sajūta, iekaisuma pazīmes vai pastiprināti izdalījumi no deguna, acu iekaisums, arī nogurums, sausa plaukstu āda, kairinājuma un sausuma sajūta kaklā [Reijula *et al.*, 2004].

Tā kā ar iekštelpu gaisu saistītās sūdzības ir ļoti dažādas un dažādi ir to iespējamie ietekmējošie faktori, skaidrs, ka pētījumi parāda dažādas saistību, bet diagnosticēt tiešu saistību ir sarežģīti. Tiek izvirzīti arī individuālie – cilvēku raksturojošie faktori: personu raksturojošie faktori un psihosociālais fenomens jeb masu psihogēnā „panika”. Šie faktori tiek ņemti vērā kā veicinošie faktori (jaucējfaktori). Ietekmējošie faktori ietver personas raksturojumu pēc dzimuma, vecuma, arī ģimenes stāvokļa, iepriekšējā veselības stāvokļa, personiskajiem ieradumiem (smēķēšana, alkohola lietošana, pat kafijas patēriņa, fizisko aktivitāšu biežuma). Individuālie faktori, kam ir vislielākā nozīme SĒS attīstībā, ir dzimums un iepriekšējais veselības stāvoklis (bijušas arī alerģiskas reakcijas) [Godish, 1995].

Lai apgalvotu, ka darbinieku sūdzības ir saistītas ar telpas gaisa problēmām un klasificētu tās kā SĒS, simptomu biežumam jābūt vismaz 1-3 reizes nedēļā viena mēneša laikā, turklāt šie simptomi mazinās vai izzūd ārpus darba telpām [Erdmann, 2002].

Ar dzimumu un vecumu saistītās subjektīvo sūdzību atšķirības

Epidemioloģiskajos pētījumos par strādājošo subjektīvajām sūdzībām, sievietes biežāk nekā vīrieši min ar pašsajūtu saistītus simptomus un sūdzas par darba mikrovides apstākļiem [Reijula, 2004]. Sievietes vairāk sūdzas par pašsajūtu, strādājot birojos, kuros netiek konstatētas iekštelpu vides problēmas. Sūdzību attiecība sievietēm un vīriešiem ir kā trīs pret vienu [Godish, 1995].

Dzimuma specifiskie cēloņi nav skaidri. Ir izteikumi, ka sievietes ir jutīgākas pret dažādām ārējās vides ietekmēm un to pārmaiņām, kā arī labāk nekā vīrieši apzinās dažādus fizikālos simptomus un attiecina tos uz sevi. Sievietes biežāk nekā vīrieši apmeklē ārstu un izpilda to norādījumus [Godish, 1995].

Ir arī viedoklis, ka vīrieši noklusē simptomus, jo sūdzību izteikšana tiek interpretēta par vājuma izpausmi. Dažu pētījumu rezultāti parāda, ka par acu kairinājumu un iekaisumu sūdzas vienādi bieži gan sievietes, gan vīrieši. Sūdzību biežums var atšķirties arī dažu psihosociālu un darba vides faktoru dēļ, piemēram, sievietes biežāk ir pakļautas pasīvai smēķēšanai, ieņem zemāku amatu biroja darbā,

biežāk strādā atvērta tipa birojās, vairāk rīkojas ar papīriem, un vairāk izmanto dažāda veida biroja tehniku un aprīkojumu, kuri ir riska faktori ar SĒS saistītiem simptomiem [Godish, 1995].

Jaunāka gada gājuma darbinieki biežāk sūdzas par nogurumu, kas saistīts ar darbu, arī galvassāpēm, sausu plaukstu ādu [Reijula, 2004]. Kopumā sievietes visās vecuma grupās vairāk nekā vīrieši uzrāda ar pašsajūtu saistītus simptomus, tas tiek saistīts ar labāku izpratni par veselības simptomiem.

Pētījumos tiek uzsvērts, ka arī sociālo lomu izmaiņām mūsdienu sievietes dzīvē ir ietekme, jo sievietes izjūt lielāku stresu, jo viņām jāapvieno darba pienākumi ar ģimenes pienākumiem, līdz ar to var palielināties veselības traucējumu biežums [Godish, 1995].

Sievietes biežāk ziņo par „slimo ēku sindroma” simptomiem nekā vīrieši, tāpēc var tikt novērotas saslimstības biežuma atšķirības starp dzimumiem. Veiktie pētījumi ir atklājuši, ka sievietēm ir izteiktāka imūnsistēmas atbildes reakcija, un sievietes ir vairāk tendētas uz gļotādas sausumu un sejas apsārtumu. Kā arī sievietes apgalvoja, ka ir vairāk pakļautas iekštelpu vides faktoriem, jo viņas vairāk veic lietvedības darbus, līdz ar to tiek pakļautas biroja iekārtu un materiālu radītā iekštelpu gaisa piesārņojuma iedarbībai nekā vīrieši, kuru darba uzdevumi vairāk ir saistīti ar ārpus biroja aktivitātēm [Godish, 2001].

Darbinieku veselības stāvokļa nozīme

Arvien pieaugoša ir alerģisku slimību tendence. Ir dati par to, ka 20 % populācijas cieš no kādas alerģiskas saslimšanas, kuras dēļ arī iekštelpu kaitīgo faktoru ietekme pastiprinās [Splengler et al., 2000]. Raksturīgi, ka alerģiskas reakcijas, kas saistītas ar iekštelpu gaisa kvalitāti, rodas tikai darbiniekam atrodoties konkrētajā birojā un vēl dažas stundas pēc izešanas no šīm telpām.

Darbinieki, kuriem ārpus darba bija alerģiskas izpausmes, biežāk norāda par problēmām, kas saistītas ar darba vides mikroklimatu, salīdzinot ar tiem, kuriem nav alerģiskas slimības bijušas iepriekš. Biežākās sūdzības ir sauss, smacīgs gaiss, piepūteklots gaiss un netīrība, caurvējš [Spengler et al., 2000].

Darbinieki, kuri smēķē salīdzinājumā ar nesmēķētājiem, biežāk sūdzas par subjektīvu pašsajūtu, kas saistīta ar darba vides mikroklimatu un biežāk atzīmē noteiktas iekštelpas vides problēmas [Reijula et al., 2004].

Vairāki pētījumi dažādās valstīs ir atzīmējuši saistību ar atopiskām reakcijām anamnēzē, īpaši ģenētisku predispozīciju uz alerģisku reakciju manifestēšanos pret tādiem alergēniem kā putekļu ērcītes, pelējums, ziedu putekšņi, dzīvnieku blaugznas. Šīs saistības balstītas uz respondentu atbildēm, kurās tiek uzrādītas alerģiskas reakcijas. Tikai vienā pētījumā šīs saistības nav pierādītas [Godich, 1995].

Slikta iekštelpu gaisa kvalitāte var īpaši nelabvēlīgi ietekmēt tos biroja darbiniekus, kuriem jau ir kādas veselības problēmas, piemēram, alerģija, bronhiāla astma vai citas respiratorās slimības, novājināta imunitāte, kontaktlēcas [WS, 2005].

Neapšaubāmi dažādās biroju darbinieku sūdzības var būt saistītas ar daudziem citiem faktoriem, piemēram, paaugstinātu trokšņa līmeni, apgaismojumu, ergonomiskiem faktoriem. Šie aspekti ņemami vērā pētīšanas procesā [COHC, 2006].

1.13. Iekštelpu gaisa kvalitātes mērījumu veikšanas principi

Iekštelpu gaisa kvalitātes novērtēšana sākas ar telpu izvērtēšanu. Tās ietver: ēkas raksturojumu, atrašanās vietu, darbības raksturojumu, ventilācijas sistēmu organizāciju, gaisa kondicionēšanas sistēmu darbības raksturojumu, darbinieku skaitu telpās, telpu tīrīšanas aktivitātes, telpu aprīkojumu u.c.

Iekštelpu gaisa paraugu ņemšana un mērījumu veikšana parasti tiek veikta, lai:

- konstatētu „izejas” t.s. references stāvokli telpās. Šos datus var izmantot kā atskaites punktu, salīdzinot situāciju problēmtelpās, veicot mērījumus pēc kāda laika un veicot pārmaiņas telpās;
- salīdzinātu iekštelpu gaisa kvalitāti ar apkārtējās vides gaisu,
- testētu kādu konkrētu piesārņojuma avotu;
- apliecinātu, ka veiktie pasākumi ir uzlabojuši situāciju iekštelpās;
- atklātu ēkas konstrukciju radītās problēmas;
- salīdzinātu situācijas atbilstību normām un vadlīniju prasībām.

Mērījumu veikšanas galvenie izvēles principi konkrētās darba vietās vai visās telpās:

- ventilācijas sistēmu atveru izvietojums,
- „piesārņotā” un „nepiesārņotā” zona,
- lielāko piesārņotājavotu darbība un izvietojums,
- darbinieku sūdzības.

Iekštelpu gaisa kvalitātes mērījumu veikšanas procedūra un metodes ir atkarīgas no tā, kādiem nolūkiem tiek veikti mērījumi. Ja gaisa testēšanas mērķis ir uzzināt materiālu un telpas aprīkojuma radīto piesārņojumu, tad mērījumi būtu jāveic tad, kas ir izslēgta ventilācija un telpā neatrodas darbinieki, piemēram, naktīs, brīvdienās. Savukārt, ja mērķis ir noskaidrot telpu iemītnieku radīto iekštelpu gaisa piesārņojumu, tad mērījumi jāveic dienas otrajā pusē, kad telpās varētu būt visaugstākā piesārņojuma koncentrācija. Mērījumu veikšanas scenārijs var būt balstīts arī uz „sliktākās situācijas” izpēti, piemēram, veicot mērījumus pēcpusdienā, piesārņojums nepieaug un mikroklimata rādītāji ir normas robežās, tad visticamāk problēma telpās nav arī citā dienas laikā. Savukārt var būt situācijas, kad testējamo rādītāju telpā nekonstatē vai konstatē zemā līmenī, kas var būt saistīts ar mērījumu veikšanas laika un/vai metodes nepareizu izvēli, vai nespecifiska rādītāja izvēli, lai raksturotu konkrētās problēmas telpās. Var būt arī tādas situācijas, kad kāds no rādītājiem neidentificētu iemeslu dēļ ir ļoti augsts, arī šādā gadījumā vajadzētu būt situācijas pārvērtēšanai. Jebkurā gadījumā ir ieteicama atkārtota sistemātiska iekštelpu gaisa kvalitātes izvērtēšana.

Mērījumu veikšanai dažādos gadalaikos arī var būt nozīme, piemēram, ziemā novērtē apkures sistēmu darbības rezultātā radušās problēmas, bet vasarā - gaisa kondicionēšanas radītās problēmas. Šīs problēmas galvenokārt ir saistītas ar enerģijas taupību, kad ventilācijas sistēmas darbība tiek ieregulēta, t.s., „taupības” režīmā.

Veicot mērījumus, svarīgi ir ievērot šādus pamatprincipus korektu rezultātu iegūšanai:

- iekārtu kalibrēšanas (pareizi rāda rezultātu) statuss;
- jutīgums (nosaka rādītājus pietiekami zemā un augstā līmenī);
- mērījumu veikšanas ilgums (atkarīgs no iekārtas jutīguma, piesārņojuma līmeņa telpās u.c. apstākļiem);
- dažādu rādītāju mijiedarbība, kas prasa kompleksu, mērķtiecīgu mērījumu veikšanu.

Mērījumu efektivitāti un kvalitāti ietekmē arī paraugu ņemšanas veida izvēle:

- indikatīva (parasti, tās ir tieša nolasījuma metodes, kuras var veikt arī nespeciālisti, izmantojot iekārtas un/vai metodes, kuras ātri nosaka konkrēto rādītāju – ir temperatūras, mitruma, gaisa kustības, CO₂ rādītāji) vai analītiska mērījumu veikšana (parasti veic mērījumus kompetentas institūcijas –

laboratorijas). Indikatīvo mērījumu metodes parasti ir lētākas, bet tām ir zema jutība (neprecīzākas, mazāk selektīvas);

- pasīvā (ķīmiskās vielas tiek uztvertas difūzijas ceļā) vai aktīvā (gaiss tiek mehāniski izsūkts caur ķīmisko vielu uztveršanas ierīci) paraugu ņemšanas metode;
- mērīšanas veids ir ilgstošs (piemēram, 8 stundu koncentrācija vai mēneša u.t.t) vai īslaicīgs (piemēram, konkrēta stundas koncentrācija);
- tieša nolasījuma metodes (krāsu reakcijas nolasīšana – kolorimetriskās ekspres-metodes, dažādu sensoru ierīces) vai monitoringa veida metodes (paraugi tiek ņemti ilgstoši un galvenokārt tiek analizēti laboratorijās, bet var tikt analizēti uzreiz un pierakstīti ar dažādu laika intervālu). Monitoringa metodes parasti ir dārgas, tām nepieciešama specifiska ārēja kalibrēšana un apmācīts personāls.

Ja mērījuma rezultāts neuzrāda konkrēto rādītāju vai tā līmenis ir zems, tad tas ne vienmēr nozīmē, ka telpā nav problēmu, it īpaši gadījumos, ja darbiniekiem ir sūdzības par iekštelpu gaisa kvalitāti un pašsajūtu.

1.14. Vadlīnijas iekštelpu gaisa kvalitātes rādītājiem pasaulē un Latvijā

Lai varētu izvērtēt iekštelpu gaisa kvalitāti tiek izstrādātas detalizētas vadlīnijas un standartizēti pētniecības protokoli biroju telpu raksturošanai, novērtēšanai un korektīvo darbību veikšanai. Lai raksturotu situāciju gaisa kvalitātes jomā valstī, ir nepieciešams novērtēt gan biroju darba vides, par kurām ir saņemtas darbinieku sūdzības, gan tās, par kurām šo sūdzību nav. Svarīgākās ēku un iekštelpu vērtēšanas sadaļas ir:

- ēkas lokalizācija pilsētā vai ārpuspilsētā, apkārtējā vide;
- ēkas konstrukcijas raksturojums;
- ventilācijas sistēmas raksturojums;
- nodarbinātības veidi ēkā;
- prognozējamie iekštelpu piesārņojuma avoti;
- nodarbināto aptauja par gaisa kvalitāti, kā arī par pašsajūtu un veselības izmaiņām, kas varētu būt saistītas ar gaisa kvalitātes izmaiņām;
- novērojumu veikšana noteiktā periodā un noteiktā laikā ļauj izdarīt korektākus secinājumus.

ASV vadošās organizācijas ir noteikušas rekomendējamus lielumus šādiem iekštelpu gaisa kvalitātes rādītājiem: gaisa mitrumam, temperatūrai, CO₂, CO, H₂S, ozonam, putekļu daļiņām (PM₁₀ un PM_{2,5}), formaldehīdam, NO₂, radonam (skat. 1. pielikuma 1. tabulu).

Hongkongas (Sjanganas) izstrādātās vadlīnijas biroja un publisko telpu sertificēšanai nosaka pieļaujamus lielumus šādiem rādītājiem: gaisa temperatūrai, mitrumam, gaisa kustībai, CO₂, CO, PM₁₀, NO₂, ozonam, formaldehīdam, gaistošiem organiskiem savienojumiem (summāri), radonam, baktērijām (gaisā) (skat. 1. pielikuma 2. tabulu).

Hongkongas (Sjanganas) iekštelpu gaisa kvalitātes telpu sertificēšanai nosaka arī pieļaujamus līmeņus atsevišķām gaistošām vielām (skat. 1. pielikuma 3. tabulu).

PVO [WHO, 2010] ir noteikusi nepieciešamību pēc jauniem rekomendējamajiem lielumiem dažiem iekšējās esošiem ķīmiskiem savienojumiem, lai samazinātu nelabvēlīgo ietekmi uz veselību. Jauni rekomendējamie lielumi nepieciešami:

- **benzolan**, jo tas ir kancerogēns cilvēkiem. Turklāt benzola iedarbība visas dzīves garumā rada par 10 gadījumiem lielāku skaitu saslimošo ar leikēmiju uz 100 000 iedzīvotājiem (Eiropā);
- **CO** bieži tiek saistīts ar nāves gadījumiem un paaugstinātu koronārās sirds slimības attīstību. Jaunais rekomendējamais lielums – 7 mg/m³ (24 h vidējais);
- **formaldehīdam** – 0,1 mg/m³ (30 min iedarbība);
- **naftalīnam** – 0,01 mg/m³ (gada vidējā iedarbība);
- **NO₂** – 40 µg/m³ (gada vidējā vērtība);
- **policikliskiem aromātiskiem ogļūdeņražiem (PAO)** – iedarbība visas dzīves garumā tiek saistīta ar 50 gadījumiem lielāku skaitu saslimošo ar plaušu vēzi uz 100 000 iedzīvotāju (ASV);
- **radonam** – rada paaugstinātu risku plaušu vēzim, it īpaši smēķētājiem (20 – 25 reizes augstāks risks);
- **tetrahlortilēnam** – tiek rekomendēta gada vidējā koncentrācija – 0,25 mg/m³;
- **trihlortilēnam** – tiek saistīts ar paaugstinātu iegūto audzēju risku.

Indonēzijas (1996) Vides ministrijas sabiedrības veselības departaments ir izstrādājis vadlīnijas iekštelpu gaisa kvalitātei biroja telpās, nosakot rekomendējamus lielumus šādiem rādītājiem: CO₂, CO, formaldehīdam, ozonam, PM₁₀, GOS (summāri),

baktērijām un sēnēm, gaisa temperatūrai, mitrumam un kustības ātrumam (skat. 1. pielikuma 4. tabulu).

Latvijā pieņemtie gaisa kvalitātes standarti apkārtējā vidē un darba vidē

Lai nodrošinātu gaisa kvalitāti cilvēka veselības un ekosistēmas aizsardzībai, tiek noteikti gaisa kvalitātes normatīvi, kas paredz pieļaujamo gaisa piesārņojuma līmeni ārtelpu gaisā [MK noteikumi Nr.1290 „Noteikumi par gaisa kvalitāti” (03.11.2009.)]. Tā kā Latvijā nav vadlīniju iekštelpu gaisa kvalitātes novērtēšanai, tad šie lielumi tiek izmantoti arī iekštelpu gaisa kvalitātes novērtēšanā (skat. 1. pielikuma 5. tabulu).

Latvijā gaisa fizikālos (mikroklimata) rādītājus darba vidē, atkarībā no fiziskā darba smaguma un sezonālības nosaka MK noteikumu Nr. 359 ”Darba telpu mikroklimatam noteiktās prasības atkarībā no fiziskās slodzes” (skat. 1. pielikumu).

ISO standarts 7730:2005 viegla darba veicējiem nosaka šādas temperatūras prasības: siltajā gada periodā (vidējā gaisa temperatūra ārpus darba telpām + 10 °C vai vairāk) + 24,5 ± 1°C un aukstajā gada periodā (vidējā gaisa temperatūra ārpus darba telpām + 10 °C vai mazāk) +22,0 ± 1°C.

Latvijā nav izstrādātu vadlīniju iekšējā gaisa kvalitātes novērtēšanai nedz publiskās telpās, nedz nerūpnieciskā darba vidē. Savukārt ASV, Kanādā un pat ekonomiski mazāk attīstītās valstīs ir izstrādātas vadlīnijas iekštelpu gaisa kvalitātes novērtēšanai, kuras var ņemt par pamatu iekštelpu kvalitātes rādītāju rekomendējamo lielumu izstrādei.

2. MATERIĀLI UN METODES

Promocijas darbā ir apkopoti prospektīva kohortas pētījuma dati (kohorta – biroja darbinieki), kā arī dzīvnieku un šūnu eksperimenta rezultātu dati. Pētījums tika veikts izmantojot gan kvantitatīvus (iekštelpu gaisa mērījumi), gan kvalitatīvus (aptauja) datu ieguves veidus un eksperimentos iegūtos datus.

Pētījums veikts laikā no 2007. gada līdz 2011. gadam.

2.1. Pētījuma kvantitatīvo datu (mērījumu) apraksts

Mērījumi nerūpnieciskā darba vidē (darba vide, kur nenotiek materiālu un produktu ražošanas procesi) tika veikti no 2009. gada oktobra līdz 2010. gada septembrim Rīgā, Aconē, Salaspilī un Ķegumā dažāda veida birojos (bankās, valsts un privātos birojos), kas nodarbojas ar dokumentu sagatavošanu, elektronisko saziņas līdzekļu intensīvu izmantošanu, kā arī klientu apkalpošanu gan virtuālu (e-pasti, tālruni), gan klātienē (klientu centri u.c.).

Biroju atlase tika veikta pēc pieejamības - brīvprātības principa, kas nozīmē, ka mērījumi tika veikti saskaņojot mērīšanas procedūras ar biroja atbildīgām personām. Jāatzīmē, ka lielākā daļa biroju atbildīgo personu, saprot darba vides faktoru novērtēšanas nozīmi un ir gatavi risināt problēmas, lai uzlabotu iekštelpu gaisa kvalitāti. Pētījumā tika veikti mērījumi 10 birojos un vienā specializētā kopētavā, kas izvietoti 50 km rādiusā ap Rīgu. Finansiālu un tehnisku iemeslu dēļ pētījumā nebija iespējams iekļaut lielāku Latvijas biroju skaitu. Biroju un biroju telpu atlase veikta, ņemot vērā: biroja telpu atrašanos (vietās ar intensīvu satiksmi, rūpniecisko darbību), kopēšanas/printēšanas aktivitātēm telpās (ir kopētājs un/vai printeris), biroju veidu (atvērtā tipa birojs un/vai kabineti), ventilācijas sistēmas statusu (ir/nav mehāniskā ventilācija), telpu raksturojumu (mēbeles, grīdas segums, sienu/griestu apdare, uzkopšanas grafiks). Iekštelpu gaisa kvalitātes mērījumi tika veikti darba vietās (birojos) Rīgā, Rīgas teritorijā, Salaspilī, Ķegumā (skat. 2.1.1. tabulu).

Biroju telpu raksturojums

Paraugu ņemšanas vieta/biroja telpa/identifikācijas numurs	Biroja atrašanās vieta	Kopēšanas-printēšanas darbu intensitāte, lapas	Ventilācijas sistēma telpā *	Telpas iekārtojums (grīdas segums)
Rīga, Meža iela, 404	pilsētas centrs	mazāk nekā 1000	nav	mīksta grīdas segums
Rīga, Smilšu iela, 1.telpa, (liela/atvērta tipa biroja telpa), R4a	pilsētas centrs	vairāk nekā 1000	ir	mīksta grīdas segums
Rīga, Smilšu iela, 2. telpa, R4b	pilsētas centrs	mazāk nekā 1000	ir	mīksta grīdas segums
Rīga, Audēju iela, 1.telpa (liela/atvērta tipa biroja telpa), R5a	pilsētas centrs ar intensīvu satiksmi	mazāk nekā 1000	ir	mīksta grīdas segums
Rīga, Audēju iela, 2.telpa (liela/atvērta tipa biroja telpa), R5b	pilsētas centrs ar intensīvu satiksmi	vairāk nekā 1000	ir	mīksta grīdas segums
Rīga, Kopētava, R12	pilsēta, ar intensīvu satiksmi	vairāk nekā 1000	nav	akmens flīzes
Rīga, Republikas laukums, 1.telpa, R27a	pilsētas centrs ar intensīvu satiksmi	mazāk nekā 1000	ir	mīksta grīdas segums
Rīga, Republikas laukums, 2.telpa (liela/atvērta tipa biroja telpa), R27b	pilsētas centrs ar intensīvu satiksmi	vairāk nekā 1000	ir	mīksta grīdas segums
Rīga, Brieža iela, R25	pilsētas centrs ar intensīvu satiksmi	mazāk nekā 1000	ir (nav atverami logi)	mīksta grīdas segums
Rīga, Brīvības iela, R26 (liela/atvērta tipa biroja telpa)	pilsēta, ar intensīvu satiksmi	mazāk nekā 1000	ir (nav atverami logi)	mīksta grīdas segums
Rīgas teritorija, Acone, R31	lauku teritorija	mazāk nekā 1000	daļēji (nav nosūce)	koka parkets
Salaspils, 1.telpa, R28a	lauku teritorija ar intensīvu satiksmi	mazāk nekā 1000	daļēji (nedarbojas pieplūde)	koka parkets
Salaspils, 2.telpa, R28b	lauku teritorija ar intensīvu satiksmi	mazāk nekā 1000	daļēji (nedarbojas pieplūde)	koka parkets
Ķegums, R32	pilsēta ar intensīvu satiksmi	mazāk nekā 1000	ir	koka parkets

Piezīmes: * Ventilācijas sistēmas esamība biroja telpā: **ir** pieplūdes/nosūces ventilācijas sistēma, **nav** pieplūdes/nosūces ventilācijas sistēma, **daļēji** ir ventilācijas sistēma (ir nosūces ventilācija, bet nav pieplūdes ventilācija).

Kopumā biroju iekštelpu gaisā tika veikti ķīmisko vielu mērījumi 14 telpās, bet 24 telpās tika veikti mikroklimata (gaisa relatīvais mitrums, gaisa temperatūra, gaisa plūsmas ātrums) mērījumi.

Pētījuma ietvaros tika veikti iekštelpu gaisa kvalitātes mērījumi šādiem rādītājiem: gaisa temperatūrai, gaisa relatīvam mitrumam, gaisa plūsmas ātrumam, oglekļa dioksīdam (CO₂), sēra dioksīdam (SO₂), slāpekļa dioksīdam (NO₂), ozonam (O₃), gaistošiem organiskiem savienojumiem (GOS), t.sk. aldehīdiem, putekļu daļiņu skaitam un virsmas laukumam.

2.2. Putekļu daļiņu novērtēšanas metodes

Putekļu daļiņu virsmas laukuma koncentrācija biroja telpās tika noteikta izmantojot iekārtu „AeroTrak 9000” (nanodaļiņu izmērs: 10 – 1000 nm), bet daļiņu skaita koncentrācija tika noteikta, izmantojot iekārtu „P-Trak Ultrafine Particle Counter” Model 8525” (daļiņu izmērs: 20 – 1000 nm).

Daļiņu virsmas laukums tika noteikts frakcijās: TB-traheobronhiālā (daļiņu izmērs < 1000 nm) un A-alveolārā (daļiņu izmērs < 250 nm).

Visi iegūtie dati tika analizēti, izmantojot iekārtu elektroniskās programmas datu apstrādei.

Normatīvie lielumi putekļu daļiņu/nanodaļiņu koncentrāciju izvērtēšanai pēc skaita un virsmas laukuma pagaidām nav noteikti, bet, vadoties pēc ārvalstu laboratoriju un ekspertu (Vācijas, Francijas, Somijas) pieredzes, rezultāti salīdzināti ar fona datiem (telpa bez pētāmām aktivitātēm, telpa brīvdienās, ārtelpu gaisa piesārņojums). Pētījuma salīdzinājums veikts ar „tīrāko jeb references telpu”.

2.3. Ķīmisko vielu novērtēšanas apjoms un mērījumu organizācija

Pētījumā tika identificētas dažādu grupu GOS 19 vielas: aldehīdi (formaldehīds, acetaldehīds, propilaldehīds, butilaldehīds un benzilaldehīds), alkāni (heksāns, propāns, etāns, metāns), aromātiskie ogļūdeņraži (toluols, ksiloli, etilbenzols) spirti (etanols, izopropanols), ketoni (acetons) un esteri (etilacetāts, butilacetāts, dibutylfitalāts). Kopumā tika noteiktas koncentrācijas iekštelpu gaisā šādām vielām: NO₂ (analīžu skaits, N=61), SO₂ (N=58), O₃ (N=55), acetaldehīds (N=55), formaldehīds (N=55), propilaldehīds (N=55), butilaldehīds (N=49), benzaldehīds (N=52), metāns (N=30),

etāns (N=42), propāns (N=41), etanols (N=37), acetons (N=45), izopraponals (N=53), heksāns (N=6), etilacetāts (N=43), butilacetāts (N=22), toluols (N=53), ogļūdeņraži (summāri pēc oglekļa (C)) (N=56), etilbenzols (N=24), ksiloli (N=21), dibutilftalāts (tika identificēts un noteikts kopētāja/printera pulvera putekļos, N=9).

Ķīmisko vielu mērījumi telpās tika veikti pēc šāda principa: darbinieka darba vietā (uz/pie galda) un pie kopētāja vai printera. Mērījumi katrā telpā tika veikti vienu dienu visas darbadienas garumā. Katrā mērīšanas punktā, atbilstoši likumdošanai, tika ņemti 3 paralēli gaisa paraugi, izņemot CO₂ un mikroklimata mērījumiem, kur mērījumu punkti tika izvēlēti atkarībā no telpas platības no 5 līdz 25 punktiem, kuru rezultāti tika summēti un vidējoti. Katrā telpā tika aprēķināts vidējais konkrētās vielas daudzums.

2.4. Ķīmisko savienojumu novērtēšanas metodes

Gaistošo organisko savienojumu novērtēšana

Darba vides gaisa paraugi ņemti darbinieku elpošanas zonā darba dienas garumā birojos ar individuālām gaisa paraugu ņemšanas ierīcēm „*Gilian LFS – 113DC*”, uz aktīvās ogles caurulītēm „*ORBO TM – 32*”. Kopētāju radīto putekļu paraugi tika vākti no kopētāju virsmas (400 cm²) ar medicīniskās vates tamponiem.

Uz aktivētas ogles esošās vielas tika desorbētas ar 0,5 ml sēroglekļa. Sagatavoto paraugu analīze veikta ar gāzu hromatogrāfu „*VARIAN 3800*” ar automātisku paraugu ievadīšanas sistēmu „*CP8200*”. Analītiskais signāls tika iegūts ar liesmas jonizācijas detektoru (FID).

Putekļu sastāvā esošo ķīmisko vielu ekstrakcija veikta nepārtrauktās destilācijas iekārtā 9 stundu garumā, lietojot par šķīdinātāju 50 ml izooktāna, Ekstrakts rotorietvaicētājā tika kvantitatīvi ietvaicēts līdz aptuveni 2 ml. Tālāka ekstrakta ietvaicēšana, līdz aptuveni 0,5 ml notika cietās fāzes ekstrakcijas iekārtā ar gaisu. Iegūtais paraugs tika analizēts ar gāzu hromatogrāfu „*VARIAN 3800*” ar automātisku paraugu ievadīšanas sistēmu „*CP8200*”, analītiskais signāls tika iegūts ar liesmas jonizācijas detektoru (FID), un gāzu hromatogrāfu „*Agilent 6890N*” ar masspektrālo analizatoru „*Waters Micromass*”.

Iespējamās piesārņojošo vielu iedarbībai uz organismu un tā riska pakāpes noteikšanai par gaisa kvalitātes normatīviem references lielumiem izmantoti iekštelpu vai ārtelpu normatīvi pēc PVO vadlīnijām (*WHO, Air Quality Guidelines for Europe*,

European Series, No. 91, second ed. WHO Regional Publications; 2000) un Latvijas MK noteikumos Nr.1290 „Noteikumi par gaisa kvalitāti” (pieņemti 3.11.2009.) noteiktie robežlielumi. Vielām, kurām nav uzrādīti lielumi pirmos divos dokumentos kā rekomendējoši normatīvi, situācijas vērtēšanai izmantoti Krievijas Federācijas standartā (ГН2.1.6.1338-03) noteiktie maksimāli pieļaujamo koncentrāciju lielumi atmosfēras gaisam.

Aldehīdu un izocianātu novērtēšana

Darba vides gaisa paraugi ņemti darbinieku elpošanas zonā birojos ar individuālām gaisa paraugu ņemšanas ierīcēm *Giliar* un *Buck*, lietojot aldehīdu sorbcijas patronas *Sep-Pak DNPH-Silica Cartridges* un ar reaģentu piesātinātus stiklšķiedru filtrus. Paraugu hromatogrāfiskās analīzes aldehīdu un izocianātu noteikšanai tika veiktas augstefektīvā šķidruma hromatogrāfā (AEŠH) *Waters Alliance 2695* ar automātisku paraugu ievadīšanas sistēmu, ievērojot metodes norādījumus (NIOSH:2018 un ISO 17735:2009). Analītiskais signāls tika iegūts ar ultravioletā starojuma detektoru, pie viļņa garuma 360 nm (aldehīdiem) un ar fluorescences detektoru (diizocianātu gadījumā), pie viļņa garuma 368 nm (iniciēšana) un 408 nm (emisija).

Iespējamās piesārņojošo vielu iedarbībai uz organismu un riska pakāpes noteikšanai kā gaisa kvalitātes normatīvie references (*Cref*) lielumi izmantoti – iekštelpu vai ārtelpu normatīvi pēc PVO vadlīnijām (*WHO, Air Quality Guidelines for Europe, European Series, No. 91, second ed. WHO Regional Publications; 2000*) un Latvijas MK noteikumos Nr.1290 „Noteikumi par gaisa kvalitāti (pieņemti 3.11.2009.)” reglamentējošie robežlielumi (gada vidējais Rg vai dienas Rdn) ārtelpu gaisam (formaldehīdam). Vielām, kurām nav uzrādīti lielumi pirmos divos dokumentos (acetaldehīds, propilaldehīds, butilaldehīds, benzaldehīds), kā rekomendējoši normatīvi situācijas vērtēšanai izmantoti Krievijas Federācijas standartā (ГН2.1.6.1338-03) noteiktie maksimāli pieļaujamo koncentrāciju lielumi atmosfēras gaisam un *NIOSH; Occupational exposure to diisocyanates*, izocianātiem.

Neorganisko gāzu (NO₂, SO₂, O₃) novērtēšana

Biroja gaisa piesārņojums noteikts, ņemot gaisa paraugus caur nosakāmās vielas absorbējošiem šķīdumiem ar individuāliem paraugņēmējiem GilAir 3 un nosakot slāpekļa dioksīda (NO₂) (MN 1-5, Nr.1638, 60 lpp), sēra dioksīda (SO₂) (*LVS:EN 1231*)

un ozona (O₃) (T-049-V) koncentrāciju iekštelpu gaisā. Izmantojot "Testo 400" zondi, tika novērtēts oglekļa dioksīda (CO₂) daudzums gaisā. Caur absorbējošiem šķīdumiem paņemtie paraugi analizēti ar spektrofotometru *Varian Cary 50*. Mērījumu veikšana un testēšana tika veikta atbilstoši standartiem LVS EN 689:2004 L „Darba vides gaiss. Vadlīnijas ieelpojamo ķīmisko vielu ekspozīcijas novērtējumam, salīdzinot ar robežvērtībām, un mērīšanas stratēģija” un LVS EN 482:2006 A „Darba vides gaiss. Vispārējās prasības ķīmisko vielu mērīšanai” Iegūtie rezultāti tika salīdzināti ar Ministru kabineta noteikumiem Nr.1290 „Noteikumi par gaisa kvalitāti” (03.11.2009.) un „Indoor Air Quality in Office Buildings: a Technical Guide”, 93-EHD-166, Canada, 2003.

Promocijas darbā netika noteikti rādītāji CO un mikroorganismi, jo kvalitatīvai CO noteikšanai nepieciešama jutīgāka metode nekā laboratorijā pieejamā, bet mikrobioloģiskais piesārņojums netika noteikts tehnisku un finansiālu iemeslu dēļ.

2.6. Mikroklimata novērtēšanas metodes

Mikroklimata rādītāji noteikti 0,6 m augstumā no grīdas, izmantojot “Testo 400” zondi, mērījumi veikti ik pēc stundas visas darba dienas garumā, atbilstoši LVS EN ISO 7726 standartam un Testo instrukcijas vadlīnijām.

Mērījumu rezultāti tika salīdzināti ar Ministru kabineta noteikumu Nr. 359. "Darba aizsardzības prasības darba vietās" atbilstoši 1.pielikuma tabulā I¹ darba kategorijai minētām prasībām (skat. 2.6.1. tabulu) mikroklimatam.

2.6. 1.tabula

Darba telpu mikroklimatam noteiktās prasības atkarībā no fiziskās slodzes

Nr. p.k.	Gada periods	Darba kategorija	Gaisa temperatūra (C°)	Gaisa relatīvais mitrums (%)	Gaisa kustības ātrums (m/s)
1.	Gada aukstais periods (vidējā gaisa temperatūra ārpus darba telpām + 10 °C vai mazāk)	I ¹	19,0–25,0	30–70	0,05–0,15
		II ²	16,0–23,0	30–70	0,1–0,3
		III ³	13,0–21,0	30–70	0,2–0,4
2.	Gada siltais periods (vidējā gaisa temperatūra ārpus darba telpām vairāk par + 10 °C)	I ¹	20,0–28,0	30–70	0,05–0,15
		II ²	16,0–27,0	30–70	0,1–0,4
		III ³	15,0–26,0	30–70	0,2–0,5

Piezīmes:

1. I kategorija – darbs nav saistīts ar fizisku piepūli vai prasa ļoti nelielu vai nelielu fizisku piepūli (piemēram, visi garīga darba darītāji, darbs pie dažādām vadības pulstīm, darbs, kas tiek veikts sēdus, stāvus vai pārvietojoties, vieglu priekšmetu (līdz 1 kg) pārvietošana).

2. II kategorija – darbs, kas saistīts ar vidēji lielu vai lielu fizisko piepūli (piemēram, pastāvīga smagumu (līdz 10 kg) celšana un pārvietošana, metināšana, metālapstrādes darbi).

3. III kategorija – smags darbs (piemēram, pastāvīga smagumu (vairāk par 10 kg) celšana un pārvietošana).

Ķīmisko vielu izvērtējumam pielietota viena no populārākām metodēm, t.i., ekspozīcijas indeksa (EI) noteikšana, atbilstoši MK noteikumiem Nr.325 „Darba aizsardzības prasības saskarē ar ķīmiskajām vielām darba vietās”, kur 17. punktā ir aprakstīts, ka ekspozīcijas indeksu iegūst, dalot ķīmiskās vielas koncentrāciju (aroda ekspozīcijas koncentrāciju) darba vides gaisā ar aroda ekspozīcijas robežvērtību (AER). Šis princips tika pielietots iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāju rezultātu un rekomendējamo lielumu izvērtēšanai, piemēram, CO₂ koncentrācija telpā tika konstatēta 3200 mg/m³, bet rekomendējamais lielums – 1830 mg/m³, tad $EI = 3200/1830 = 1,8$. Lai varētu raksturot iegūtos iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāju rezultātus, tika noteikti šādi ekspozīcijas indeksa (EI) līmeņi:

- zems ($EI < 0,5$);
- vidējs ($0,5 \leq EI \leq 0,75$);
- augsts ($0,75 < EI < 1$);
- ļoti augsts ($EI \geq 1$).

Ja reālās koncentrācijas iekštelpu gaisā attiecība pret normatīvo rekomendējamo/references vērtību ir lielāka par 1, tad pastāv varbūtība, ka viela šajā koncentrācijā var izraisīt nelabvēlīgu iespaidu uz darbinieka veselību. Promocijas darbā rezultātu sadaļā paaugstināts risks nelabvēlīgai ietekmei uz darbinieku veselību tiek uzskatīts tad, ja EI ir augsts vai ļoti augsts.

Promocijas darbā izmantoti Latvijas un Krievijas normatīvie lielumi vides gaisam, kā arī Kanādas rekomendējamie lielumi iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāju novērtēšanai (skat. 2.6.2.tabulu).

Promocijas darbā izmantotie ķīmisko vielu normatīvie lielumi

Nr.p.k.	Rādītāja nosaukums	Rekomendējamais pieļaujamais lielums	Atsauce uz normatīvo lielumu
1.	Slāpekļa dioksīds (NO ₂)	0,04 mg/m ³	Ministru kabineta noteikumiem Nr.1290 „Noteikumi par gaisa kvalitāti”
2.	Sēra dioksīds (SO ₂)	0,125 mg/m ³	
3.	Ozons (O ₃)	0,12 mg/m ³	
4.	Oglekļa dioksīds (CO ₂)	1000 ppm jeb 1830 mg/m ³	„Indoor Air Quality in Office Buildings: a Technical Guide”, 93-EHD-166, Canada, 2003.
5.	Ogļūdeņraži jeb (summāri pēc C)	0,3 mg/m ³	„Indoor Air Quality in Office Buildings: a Technical Guide”, 93-EHD-166, Canada, 2003.
6.	Etanols	5,0 mg/m ³	Ministru kabineta noteikumiem Nr.1290 „Noteikumi par gaisa kvalitāti”
7.	Acetons	0,35 mg/m ³	
8.	Benzols	60 µg/m ³	
9.	Etilacetāts	0,1 mg/m ³	
10.	Butilacetāts	0,1 mg/m ³	
11.	Toluols	0,26 mg/m ³	
12.	Acetaldehīds	0,01 mg/m ³	Krievijas Federācijas standartā (ГН2.1.6.1338-03)
13.	Formaldehīds	0,1 mg/m ³	„Indoor Air Quality in Office Buildings: a Technical Guide”, 93-EHD-166, Canada, 2003. - Krievijas Federācijas standartā (ГН2.1.6.1338-03)
14.	Propilaldehīds	0,01 mg/m ³	Krievijas Federācijas standartā (ГН2.1.6.1338-03)
15.	Butilaldehīds	0,015 mg/m ³	
16.	Benzaldehīds	0,04 mg/m ³	
17.	Metāns	50 mg/m ³	Krievijas Federācijas standartā (ГН2.1.6.1338-03)

Nr.p.k.	Rādītāja nosaukums	Rekomendējamais pieļaujamais lielums	Atsauce uz normatīvo lielumu
18.	Putekļu daļiņu skaits	nav noteikts	nav
19.	Putekļu daļiņu virsma laukums	nav noteikts	nav

Datu apstrādes procesā tika izmantotas *Microsoft Excel* un *SPSS for Windows 20.0* vispāratzītās statistikas metodes. Mērījumu rezultāti tika ievadīti gan *Excel*, gan *SPSS for Windows 19.0* programmā, lai veiktu tālāko statistisko datu apstrādi. Tika pārbaudīta pētījumā iegūto rezultātu atbilstība normālajam (Gausa) sadalījumam, izmantojot *Kolmogorova – Smirnova testu (K-S tests)*. Tā kā darba vides gaisa mērījumu rezultāti nepakļāvās normālsadalījumam, tad rezultātu statistiskai apstrādei izmantotas neparametriskās datu apstrādes metodes. Katram mainīgajam lielumam veikta aprakstoša statistikā analīze – atrasti centrālās tendences (aritmētiskais un ģeometriskais vidējais, mediāna) un izkliedes (standartnovirze) rādītāji. Rezultātu salīdzināšanai izmantotas neparametriskās analīzes metode: *Manna – Vitneja tests (Mann-Whitney U test)*.

Pētījumā ķīmisko vielu savstarpējo sakarību novērtēšana tika veikta ar Pīrsona korelācijas palīdzību, kur korelācijas koeficients (r^2) norāda uz sakarības ciešumu. Korelācijas koeficients var būt robežās no -1 (negatīva korelācija) līdz +1 (pozitīva korelācija), bet 0 norāda, ka korelācija nepastāv. Ja korelācijas koeficients (r^2) ir no -1,0 līdz -0,7, tad pastāv cieša negatīva sakarība, ja -0,7 līdz -0,3, tad vāji cieša negatīva sakarība, ja -0,3 līdz +0,3, tad maza vai sakarība nepastāv, ja +0,3 līdz +0,7, tad vāji cieša pozitīva sakarība, ja +0,7 līdz +1,0, tad stipri cieša pozitīva sakarība [<http://www.childrensmc.org/stats/definitions/correlation.htm>].

2.8. Kvalitatīvo pētījumu datu metodoloģija (aptauja un eksperimenti)

2.8.1. Aptaujas metodoloģija

Aptaujas un eksperimenta dizains un veikšanas nosacījumi tika iesniegti RSU Ētikas komisijā: saņemta atļauja veikt aptauju un eksperimentu (skat. 9. Pielikumu).

Aptauja tika veikta no 2009. gada decembra līdz 2011. gada maijam biroju darbiniekiem, balstoties uz brīvprātības un pieejamības principa. Pirms aptaujas veikšanas biroja darbinieki tika informēti par to, ka dalība aptaujā ir brīvprātīga un visi

dati tiks izmantoti tikai pētījuma nolūkos. Aptauja bija anonīma un tika aizpildīta manuāli. Aptaujā piedalījās, galvenokārt biroju darbinieki no Rīgas birojiem, bet bija arī biroju darbinieki no Jelgavas, Salaspils, Acones, Ķeguma. Pētījumā piedalījās 12 uzņēmumi ar 48 birojiem (telpām). Kopā tika izdalītas 1221 aptaujas anketas, bet pētījuma laikā aizpildītas 895 anketas (73,3%).

Biroju darbinieku subjektīvā veselības stāvokļa izvērtēšanai par pamatu tika izmantota Zviedrijā izstrādāta aptaujas anketa iekštelpu gaisa kvalitātes novērtēšanai, kas tika tulkota un piemērota situācijas izpētei Latvijā.

Aptaujas anketā (skat. 3. Pielikumu) ir 37 (daļai jautājumu ir apakšjautājumi) galvenokārt slēgti jautājumi ar jau sagatavotiem atbilžu variantiem (nominālu vai rangu skalā) par šādām tēmām:

- I.daļa. Vispārīgā informācija: ziņas par respondentu (dzimums, vecums, izglītība, nodarbinātības sektors, nodarbošanās, smēķēšanas paradumi u.c.).
- II.daļa. Darba apraksts: ziņas par darba stāžu, darba vietas un telpas raksturojumu, biroja tehnikas izmantošanas biežums u.c.
- III.daļa. Veselības un labsajūtas raksturojums: ziņas par ārsta apstiprinātām diagnozēm, par simptomu esamību un to saistību ar atrašanos birojā u.c.
- IV.daļa. Darba vides apstākļu raksturojums: ziņas par gaisa temperatūru, mitrumu, plūsmu, ķīmisko vielu klātbūtni, par ventilācijas sistēmu darbību u.c.

Aptaujas datu izvērtēšanā pielietotās statistiskās metodes

Visas aizpildītās aptaujas anketas tika kodētas un ievadītas *SPSS for Windows 20.0* programmas izveidotā matricā. Analizējot aptaujas datu rezultātus, tika aprēķināti arī to galvenie aprakstošās statistikas rādītāji: vidējais aritmētiskais, standarta novirze, zemākās un augstākās vērtības (mērījumiem), mediāna. Lai veiktu datu statistisko apstrādi aptaujas atbildēm ar variantiem, piemēram, „nekad”, „dažreiz”, „bieži” tika piešķirtas skaitliskas vērtības (kodēšana) – attiecīgi 1, 2, 3.

Hī kvadrāta tests (χ^2) izmantots, lai noteiktu, vai rezultāti ir atbilstoši normālajam sadalījumam vai ne, kā arī, lai pārbaudītu divu statistisko pazīmju neatkarību vienai no otras. Jo lielāks ir χ^2 , jo lielākas ir atšķirības starp novērotajiem lielumiem un lielāka varbūtība noraidīt nulles hipotēzi, t.i., pieņemt alternatīvo hipotēzi.

Par ticami atšķirīgiem rezultātiem tika uzverti tie, kam būtiskuma līmenis bija mazāks par 0,05 ($p < 0,05$).

Pīrsona korelācija (r^2) izmantota, lai noteiktu sakarības starp pozitīvām veselības sūdzību atbildēm un konkrētiem darba vides faktoriem. Rezultātu interpretācija aprakstīta iepriekšējā sadaļā.

Izredžu attiecība ar 95 % ticamības intervālu (*Odds ratio with 95 % CI*) tika izmantota, lai aprēķinātu, kāda ir darbinieku varbūtība iegūt veselības traucējumus, ja tie ir vai nav pakļauti darba vides faktoru un citu aktivitāšu iedarbībai. Izredžu attiecība aprēķināta, pamatojoties uz faktoru iedarbību darba vidē un simptomu/sūdzību novērošanu. Biroju darbinieki tika grupēti pēc darba vides faktoru ekspozīcijas, dalot tos divās grupās, piemēram, pārāk zēmam gaisa mitrumam eksponētie un neeksponētie darbinieki. Darbinieki tika arī sadalīti 2 grupās pēc veselības sūdzību/simptomu statusa: tiek novērotas konkrētās sūdzības vai netiek. Lai izveidotu šīs grupas, tika veikta datu pārkodēšana, pieņemot, piemēram, ka atbilde „nav novērots pēdējā laikā” – nav ekspozīcijas, bet atbildes „1-3 dienas pēdējā mēneša laikā”, „1-3 dienas nedēļā pēdējā mēneša laikā” un „katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā” – uzskatāms, ka ir ekspozīcija. Turklāt, veselības sūdzību/simptomu jautājumi tika pārkodēti, kur atbilde „nekad” nozīmēja, ka nenovēro veselības sūdzības, bet atbildes „ik pa laikam” un „bieži” nozīmēja, ka biroja darbinieki novēro veselības sūdzības/simptomus. Izredžu attiecības aprēķināšanai izmantota SPSS programma.

Multinominālā loģistiskā regresija izmantota gadījumos, kad ir vairāki neatkarīgie mainīgie, kas ietekmē atkarīgo, un ir nepieciešams šos mainīgos savā starpā samērot. Multinominālās loģistiskās regresijas mērķis ir atrast pēc iespējas ticamāku mainīgā atkarību no neatkarīgajiem mainīgajiem. Par ticamiem neatkarīgajiem mainīgajiem, kas ietekmē atkarīgo mainīgo, tiek uzskatīti visi, kam būtiskuma līmenis ir mazāks par 0,05 ($p < 0,05$). Izmantojot multinominālo loģistisko regresiju, tika iegūta izredžu attiecība (OR), kas rāda, par cik pieaug vai samazinās izredzes, ja neatkarīgais mainīgais pieaug par vienu vienību. Regresijai kā references lielums tika izmantoti respondenti, kas nenovēro veselības traucējumus.

2.8.2. Dzīvnieku eksperimenta materiāli un metodes

Pētījums veikts ievērojot starptautisko OECD (OECD – *Organisation for Economic co-Operation and Development; Considers Animal Welfare in the*

Development of Test Guidelines) vadlīnijas un labas laboratorijas prakses principus, kā arī LR MK noteikumus Nr. 450 (01.02.2002.) „Eksperimentos un zinātniskajos nolūkos izmantojamo dzīvnieku turēšanas, izmantošanas, tirdzniecības un nogalēšanas kārtība”, (01.02.2002.) Nr.58 “Noteikumi par laboratoriskajām metodēm ķīmisko vielu un ķīmisko produktu fizikālo, ķīmisko, toksikoloģisko vai ekotoksikoloģisko īpašību noteikšanai”, (17.01.2006.).

Pētījums tika veikts, izmantojot “*Wistar*” populācijas baltās žurkas. Baltās žurkas pētījumam izvēlētas kā visatbilstošākās, lai novērtētu visa organisma atbildes reakciju uz birojā telpās esošo piesārņojumu. Balto žurku izvēle mūsu pētījumā balstās uz to, ka tās ir pietiekami jutīgas pret dažādiem ārējās vides kairinātājiem un piemērotas fizioloģiskam un bioķīmiskam izvērtējumam. Pētījuma veikšanai saņemta atļauja no Pārtikas un veterinārā dienesta Ētikas komisijas (Nr.19/11.03.2010.). Pētījumam izmantoti dzīvnieki no Rīga Stradiņa universitātes Eksperimentālo dzīvnieku laboratorijas vivārija (skat. 10. Pielikumu). Eksperimentālie dzīvnieki pēc ekspozīcijas beigām un asins analīžu noņemšanas nākamā dienā tika eitanizēti.

Pētījumā izmantotiem dzīvniekiem bija atbilstošs veselības sertifikāts, ko izdevis Veterinārmedicīnas diagnostikas centrs. Dzīvnieku asins klīnisko un bioķīmisko analīžu dati apliecināja, ka dzīvnieku veselības stāvoklis atbilst fizioloģiskai normai.

Dzīvnieku aklimatizācija – 10 dienas.

Dzīvnieku aprūpe bija atbilstoša dzīvnieku labturības prasībām. Telpās, kurās tika turēti dzīvnieki un veikti pētījumi, apkārtējās vides gaisa temperatūra $20\pm 3^{\circ}\text{C}$, relatīvais mitrums $45\text{--}60\pm 2\%$ robežās. Telpā mākslīgais/dienas apgaismojums un tika ievērots gaismas /tumsas periods.

Dzīvniekiem bija brīva pieeja ūdenim un barībai atbilstoši norādījumiem par laboratorijas dzīvnieku labturību. Dzīvnieki tika baroti ar speciāli sagatavotu barību, kuras pamatmasu sastādīja, SIA „Tukuma Straume” ražotā granulētā standarta barība.

Katru dienu noteiktā laikā plkst. 10.00 dzīvnieki saņēma barības devu - 20g, kas eksperimenta laikā pilnīgi nodrošināja nepieciešamo barības daudzumu pieaugušam dzīvniekam.

Pētījumā izmantotas 25 pieaugušas baltās žurkas – tēviņi. Dzīvnieki tika sadalīti 2 grupās: kontroles grupa – 10 dzīvnieki, eksperimentālā grupa – 15 dzīvnieki. Dzīvnieki tika turēti speciālos sprostos pa 10 gab. katrā, pēc atklātās sistēmas uz lapu koku skaidām.

Eksperiments tika veikts dabiskos apstākļos, būrīšus ar eksperimentālās grupas dzīvniekiem novietotiem biroja telpā (kopētavā - notiek kopēšana, printēšana, darbs ar papīru un datoru). Būrīši tika izvietoti tuvu kopēšanas-printēšanas iekārtām 8 stundas dienā 5 dienas nedēļā – modelēta darba vides ekspozīcija, brīvdienās dzīvnieki tika pārvietoti uz telpu ar zemu fona koncentrāciju. Katru dienu tika uzskaitīts kopējamo lapaspušu skaits (vidēji: 3000 – 5000 lapu dienā). Telpa nav aprīkota ar ventilācijas sistēmu – tikai verami logi un durvis uz iekštelpām. Īpašs piesārņojums netiks radīts un netika standartizēts. Ekspozīcijas līmeņi eksperimenta telpā (kopētavā) bija šādi: putekļu daļiņu alveolārās frakcijas virsmas laukuma vidējais – $42,4 \pm 6,4 \mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ (diapazons: $25,3 - 109,6 \mu\text{m}^2/\text{cm}^3$), putekļu daļiņu traheobronhiālās frakcijas virsmas laukuma vidējais – $12,6 \pm 1,9 \mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ (diapazons: $8,7 - 22,6 \mu\text{m}^2/\text{cm}^3$), organisko šķīdinātāju vidējais piesārņojuma līmenis – $0,9 \pm 0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$, formaldehīds – vidēji $0,50 \pm 0,07 \text{ mg}/\text{m}^3$, ozons – vidēji $0,93 \pm 0,12 \text{ mg}/\text{m}^3$, NO_x – vidēji $0,12 \pm 0,01 \text{ mg}/\text{m}^3$, SO_2 – vidēji $0,24 \pm 0,03 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Ekspozīcijas līmeņi eksperimenta kontroles dzīvnieku telpā bija šādi: putekļu daļiņu alveolārās frakcijas virsmas laukuma vidējais – $12,5 \pm 1,8 \mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ (diapazons: no $5,3$ līdz $19,6 \mu\text{m}^2/\text{cm}^3$), putekļu daļiņu traheobronhiālās frakcijas virsmas laukuma vidējais – $2,6 \pm 0,4 \mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ (diapazons: no $1,7$ līdz $12,6 \mu\text{m}^2/\text{cm}^3$), organisko šķīdinātāju vidējais piesārņojuma līmenis – $0,10 \pm 0,02 \text{ mg}/\text{m}^3$, formaldehīds – vidēji $0,05 \pm 0,01 \text{ mg}/\text{m}^3$, ozons – vidēji $0,06 \pm 0,01 \text{ mg}/\text{m}^3$, NO_x – vidēji $0,04 \pm 0,005 \text{ mg}/\text{m}^3$, SO_2 – vidēji $0,08 \pm 0,01 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Kontroles grupas dzīvnieki atradās atsevišķā telpā bez biroja tehnikas. Eksperimenta ilgums bija 28 dienas. Katru dienu regulāri tika novērtētas fizioloģiskās un klīniskās izmaiņas - dzīvnieku uzvedība, ārējais izskats, barības un ūdens patēriņš. Dzīvnieku ķermeņa masa tika noteikta pirms eksperimenta un pēc katrām 7 dienām.

Dzīvnieku vidējā ķermeņa masa abās grupās pētījuma sākumā bija līdzīga no 182 līdz 184 g. **Pētījuma beigās daļa eksperimentālo dzīvnieku pēc ekspozīcijas beigām un asins analīžu noņemšanas nākošā dienā tika eitanizēti halotāna narkozē ar dislokācijas metodi.**

Eksperimenta beigās tika veikti vairāki izmeklējumi:

- **Bronhoalveolārā surfaktanta analīze** (noteiktas plaušu un augšējo elpceļu šūnu kvalitatīvās un kvantitatīvās izmaiņas). Plaušu un augšējo elpceļu šūnu reakcijas pētījums tika veikts pēc modificētas La Belle un Brieger (cit. no Taylor) metodes. Dzīvniekiem tika atvērts krūšu kurvis, palikta ligatūra zem trahejas, tā pārsieta 2

vietās, traheju nedaudz iegriež un tajā ievieto kanulu. Kanulai tika pievienota šļirce ar 10 ml sterila fizioloģiskā šķīduma (37⁰C) un uzmanīgi vienu reizi tika izskalotas plaušas. Lai izpētītu augšējo elpceļu šūnas, kanulu ievietoja trahejā virspus pirmās ligatūras tā, lai zonde nonāktu līdz aizdegunei, tika veikts skalojums ar 10 ml sterilu fizioloģisko šķīdumu vienu reizi. Iegūtiem bronhoalveolāriem un nazāliem perfuzātiem pievienoja Gimza-Romanovska krāsvielu, dažus pilienus no perfuzāta ievietoja Gorjajeva kamerā, tika saskaitītas epitēlijšūnas jeb segaudi (galvenā ir aizsargfunkcija), limfocīti (galvenās imūnsistēmas šūnas), neitrofili (piedalās iekaisuma procesa likvidēšanā, to aktivāciju izraisa dažādas bioloģiski aktīvas vielas), makrofāgi (piedalās organisma aizsargreakcijā), kā arī aprēķināts kopējais šūnu skaits.

- **Asins klīniskā analīze** (eritrocītu un leukocītu skaits, hemoglobīna daudzums, leukocītu formula); Hematoloģiskie rādītāji tika noteikti ar hematoloģisko analizatoru „PENTRA 120”.
- **Noteikti bioķīmiskie rādītāji** (C-reaktīvais olbaltums (noteikts ar iekārtu „INTEGRA 400+”), citokīni IL-1, TNF-a faktors (noteikti ar iekārtu „ELISA kits”).
- **Noteikti oksidatīvā stresa faktori** (superoksīddismutāze (SOD), malondialdehīds (MDA), glutations (GSH), lipīdu hidroperoksīdi(LOOH).

Superoksīddismutāze (SOD) dismutē oksidatīvi enerģētiskos procesos radušos toksisko superoksīdradikāli (O₂⁻), par hidroģēnperoksīdu un molekulāro skābekli.

SOD noteikšanas metode ir fotokolorimetriska, kinētiska ar substrātiem: ksantīnu un 2-(4-jodfenil)-3-(4-nitrofenol)-6-feniltetrazolija hlorīdu uz klīniskās ķīmijas analizatora „RX Daytona” („Randox Lab” „Ltd., Lielbritānija (SOD). Šajā metodē ksantīnu un ksantīnoksidāzi (KOD) izmanto superoksīdradikāļa ģenerēšanai, kurš reaģējot ar 2-(4-nitrofenol)-5-feniltetrazolija hlorīdu (I.N.T.), veido sarkanu formazāna krāsojumu. SOD aktivitāte tiek mērīta spektrofotometriski pēc šīs reakcijas inhibēšanas pakāpes pie 505 nm.

Malondialdehīds (MDA) ir polinepiesātināto taukskābju un to radniecisko esteru peroksidācijas galaprodukts. Šādu aldehīdu noteikšanu izmanto kā indikatoru lipīdu peroksidācijas (LPO) noteikšanai. Lipīdu peroksidācijas process ir viens no vadošajiem mehānismiem, kas izraisa šūnu bojājumus. Tā rezultātā veidojas lipīdu peroksīdi un to blakus produkti, kas grauj membrānu funkcijas un integritāti. MDA nosaka fotometriski uz spektrofotometru „Cary 50” („Varian”, Inc, Nīderlande) pēc krāsojuma intensitātes, kas rodas reakcijā ar tiobarbitūrskābi. (TBS) skābā vidē pēc

optiskā blīvuma starpības (butanola ekstraktā) pie 535 un 580 nm (spektrofotometriski). Pie 535 nm nosaka kopējo TBS-aktīvo vielu koncentrāciju, bet pie 580 nm nelipīdu savienojumu daudzumu, kas arī var dot krāsojumu ar TBS.

Glutations ir tripeptīds, ko veido glicīns, glutamāts un cisteīns. Būdam antioksidants, tas palīdz aizsargāt šūnas no skābekļa brīvajiem radikāļiem un peroksīdiem.

Glutationa noteikšanas metode ir balstīta uz relatīvi stabila dzeltena krāsojuma rašanos, kad asinīs esošā glutatona sulfhidril-grupas reaģē ar 5,5'-ditiobis 2-nitrobenzoscābi (DTNB). Analīzes veikšanai nepieciešami trīs viegli pagatavojami, stabili reaģenti. Ar metafosforskābes-NaCl-EDTA šķīdumu izgulsnētu asiņu filtrātā esošais reducētais glutations reaģē ar ūdenī šķīstošo 5,5'-ditiobis 2-nitrobenzoscābi (DTNB), veidojot dzeltenu krāsojumu. Maisījuma optiskais blīvums pie 412nm ir tieši proporcionāls reducētā glutatona daudzumam paraugā. DTNB (Ellmana reaģents), kas ir ūdenī šķīstošs, tiek lietots tiola grupu kolorimetriskai noteikšanai bioloģiskajos paraugos. Bezkrāsainais DTNB tiola grupu klātbūtnē tiek pārvērsts dzeltenajā 5-merkaptio-2-nitrobenziscābē, kuras absorbcijas maksimums vērojams pie 412 nm.

Lipīdu hidroperoksīdi (LOOH) ir taukskābju oksidācijas rezultāts. Agrīnai lipīdu peroksidācijas (LOOH) mērīšanai plazmā tika izmantots NWLSSTM NWK-LHP reaģentu komplekts (kits). NWLSSTM lipīdu hidroperoksīdu metode ir balstīta uz LOOH reakciju ar divvērtīgo dzelzi (Fe^{2+}), veidojot trīsvērtīgo dzelzi (Fe^{3+}). Pēc tam trīsvērtīgā dzelzs (Fe^{3+}) reakcija ar ksilenoloranžo un rodas hromogēns ar absorbcijas maksimumu pie 560 nm.

- **Veikts imunitātes rādītāju novērtējums** (T un B šūnu analīze, cirkulējošā imūnkompleksa (CIK) novērtējums, imūnkompetento orgānu /aizkrūtsdziedzera un liesas/ masas relatīvais koeficients).

Imunoloģiskā statusa novērtējumam tika noteiktas limfocītu T un B šūnu populācijas. T limfocīti (aizkrūts dziedzera) nodrošina šūnu imunitāti, bet B limfocīti (veidojas sarkanajās kaula smadzenēs) – humorālo imunitāti. T limfocīti izdala limfokinīnus, kas nodrošina T limfocītu iedarbību. T limfocīti regulē B limfocītu darbību. Izšķir līdzētājšūnas (T_H) un supresorus (T_S), kas nomāc imūnreakciju.

T un B limfocīti tika noteikti ar rozetveidojošo šūnu (T-RVŠ) metodi. T-RVŠ noteikšanai izmantoti auna eritrocīti, bet B-RVŠ noteikšanai – 0,1 % zimožāns. Tika procentuāli noteikts limfocītu skaits, kas veido rozetes ar auna eritrocītiem (T šūnas), ar zimožānu (B šūnas) un vienlaikus arī kombinētās rozetes (D šūnas).

Cirkulējošie imūnkompleksi (CIK) tika noteikti ar spektrofotometrisko metodi, pielietojot etilēnglikolu. CIK veidojas antigēna un anti vielas mijiedarbībā. Pie iekaisuma procesiem organismā CIK var paaugstināties un tas tiek uzskatīts, kā imūnās sistēmas atbildes reakcija.

Eitanizētiem dzīvniekiem tika paņemti: **imūnkompetentie orgāni** (aizkrūtsdziedzeris un liesa), kas nosvērti un noteikts masas relatīvais koeficients, kā arī **deguna, trahejas, bronhu gļotāda histopatoloģiskai izmeklēšanai** (citokīni IL, TNF α , antimikrobaais peptīds defensīns-2, šūnu apoptoze). Audus fiksēja maisījumā, ko veidoja 2% formaldehīds un 0,2% pikrīnskābes 0,1 M fosfātbuferī (pH 7,2), skaloja 12 h tiroīdbuferī, kurā bija 10% saharozes, ieguldīja parafīnā un sagrieza ar mikrotomu 5 μ m biezus griezumus. Hematoksilīna un eozīna (H/e) krāsojums tika lietots audu pārmaiņu pārskata iegūšanai. Imūnhistoķīmijai lietotas šādas anti vielas: iekaisuma marķieri: IL1a (pele, darba atšķaidījums 1: 100, *Santa Cruz Biotechnology, Inc*), IL6 (pele, 1: 50, *Santa Cruz Biotechnology, Inc*), TNF α (trusis, 1: 100, abcam), antimikrobās aizsardzības noteikšanai – defensīnu β 2 (trusis, 1: 100, quartett). *TUNEL* lietojām apoptozes noteikšanai (Nr. 11 684 817 910, *Roche diagnostics*, Vācija) (Negoescu et al., 1998). Struktūru kvantifikācijai izmantoja puskvantitatīvo skaitīšanas metodi. Apzīmējumi bija šādi: 0 – negatīva reakcija, 0/+ – retas iezīmētas struktūras redzes laukā, + - neliels daudzums iezīmētu struktūru redzes laukā, ++ - vidēji daudz iezīmētu struktūru redzes laukā, +++ - daudz iezīmētu struktūru redzes laukā, ++++ - ļoti daudz iezīmētu struktūru redzes laukā.

Rezultātu matemātiskā apstrāde dzīvnieku eksperimenta datiem tika veikta ar *Microsoft Excel* programmu, nosakot vidējo lielumu, standartklūdu, t- testu pēc Stjudenta ($p < 0,05$) un neparametrisko datu analīzes testu *Mann-Whitney tests* ($p < 0,05$). Datu statistiskai apstrādei tika izmantota *Microsoft Windows Excel* un *SPSS for Windows 20.0 programmas*.

2.8.3. Šūnu eksperimenta materiāli un metodes

Putekļu daļiņu sagatavošana eksperimentam. Putekļu paraugi tika savākti no biroju tehnikas (printeriem/kopētājiem) un fizioloģiskā šķīdumā tika sagatavots putekļu daļiņu materiāls eksperimentam.

Perifēro mononukleāro asins šūnu izdalīšana. Asins paraugi (16 ml) tika ņemti no 3 “praktiski veselīgiem” cilvēkiem (1 – vīrietis un 2 – sievietes, vidējais vecums 28 gadi).

Perifērās mononukleārās asins šūnas tika izdalītas no asins paraugiem, izmantojot *Ficoll* gradientu un centrifugējot iegūto parauga materiālu.

Eksperiments ar putekļu daļiņām un perifērām mononukleārām asins šūnām. 6 lauciņu platītes ar 0,5 miljoniem šūnām un 2 ml barotnes (RPMI + 10% FBS): 2 lauciņi – kontrole (bez putekļu daļiņām), 2 – lielākā putekļu daļiņu koncentrācija (0,05 mg/ml) un 2 – mazākā putekļu daļiņu koncentrācija (0,03 mg/ml). Visas 6 lauciņu plates ar eksperimenta materiālu tika inkubētas 37°C un 5% CO₂, pēc 72h stundām šūnas lizētas ar TRIzol, izdalīts RNS, no kura iegūta komplementārā DNS, un semikvalitatīvi noteikta polimerāzes ķēdes reakcija, nosakot interleikīna 6 (IL-6) ekspresiju 1,5 % agarozes gela elektroforēzē, apstrādājot ar etīdija bromīda šķīdumu.

Putekļu daļiņu vizualizēšanai šūnās. Šūnas tika krāsotas, izmantojot dažādas krāsvielas (*MitoTracker Red CMXRos* (mitohondriju iekrāsošana); *Alexa Fluor 488 phalloidin* (šūnas aktīna iekrāsošana) un šūnas struktūru vizualizēšanai tika izmantots Konfokālais mikroskops (*Alexa Fluor 488 phalloidin* emisija – max 519 nm; *MitoTracker Red CMXRos* – max 599 nm; putekļu daļiņu absorbcija/emisija = 633 nm).

Pieņemot, ka biroju tehniskā aprīkojuma radītā piesārņojuma nanodaļiņas caur plaušām nonāk asinīs, tika modelētas divu iekštelpu gaisa putekļu daļiņu koncentrāciju ietekme uz perifērām mononukleārām asins šūnām. Eksperimentā tika novērtēta biroju iekštelpās konstatēto putekļu daļiņu koncentrācijas iespējamā ietekme uz cilvēka perifērām mononukleārām asins šūnām (t.sk. makrofāgiem).

Literatūrā plaši tiek aprakstīti pirmsiekaisuma marķieri/indikatori: interleikīns IL1, IL6, TNFα u.c., kuri nelielā eksperimenta laikā tika arī noteikti.

3. REZULTĀTI

Darbā novērtēta biroja tehniskā aprīkojuma radītā piesārņojuma (nanodaļiņu un ķīmisko vielu) iespējamā ietekme uz nodarbināto veselību. Pētījumu rezultāti par biroju darba vides riskiem un to ietekmes novērtējums apkopoti vairākās sadaļās:

- biroju tipa darba vides iekštelpu mikroklimata un piesārņojuma veida noteikšana, darba procesos veidojošos piesārņotājiņu identifikācija un koncentrāciju novērtējums;
- biroja darbinieku subjektīvā veselības stāvokļa novērtējums;
- korelāciju noteikšana starp piesārņojošiem faktoriem un organisma atbildes reakcijām;
- biroju tehniskā aprīkojuma radītā darba vides piesārņojuma iespējamās ietekmes uz organismu eksperimentāls novērtējums pēc nanodaļiņu uzkrāšanās orgānos un organisma atbildes reakcijas.

3.1. Iekštelpu gaisa kvalitātes būtiskāko riska faktoru novērtējums

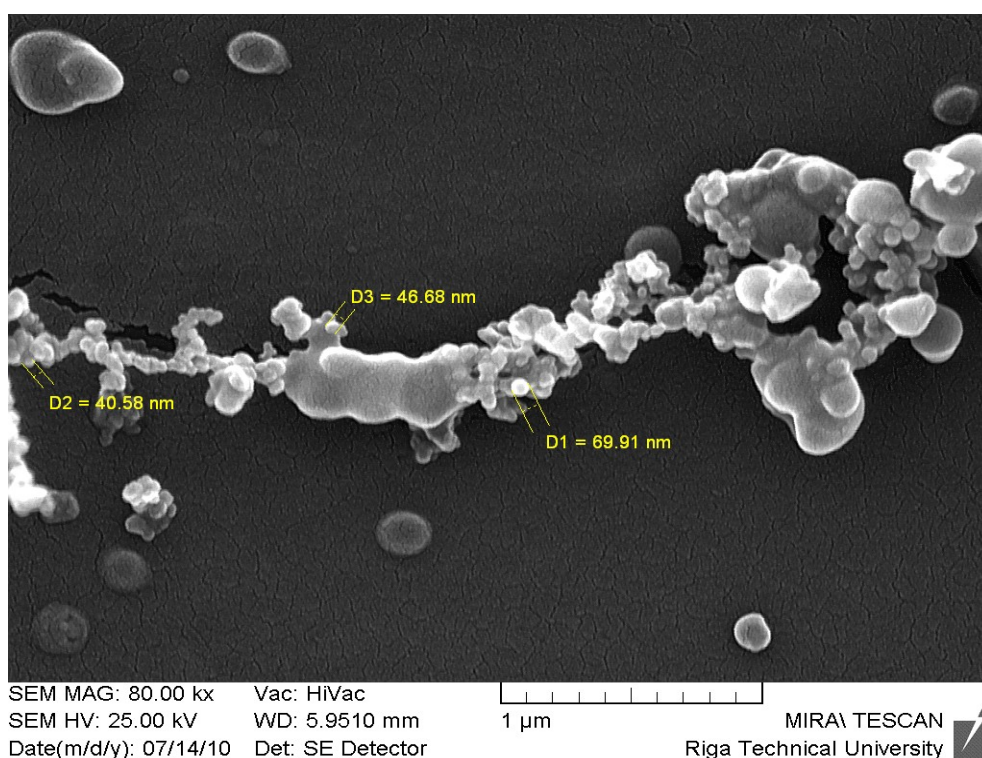
Pētījumā iekštelpu gaisa kvalitāte novērtēta pēc mikroklimata parametriem un gaisa piesārņojuma ar ķīmiskām vielām. Biroja telpās mērījumi tika veikti šādiem darba vides faktoriem: mikroklimata rādītājiem (gaisa relatīvais mitrums, gaisa temperatūra, gaisa kustības ātrums), ķīmiskām vielām – gaistošiem organiskiem savienojumiem (aldehīdiem, ogļūdeņražiem, u.c. ķīmiskām vielām), neorganiskām gāzēm (slāpekļa dioksīdam, sēra dioksīdam, oglekļa dioksīdam, ozonam) un putekļu daļiņām, t.sk., nanodaļiņām. Tā kā ar nolūku tika atlasīti dažāda tipa biroji un iespējas veikt vairāk mērījumu bija ierobežotas, tad mērījumu rezultāti neatbilst normālsadalījumam un rezultātu izklāde ir liela, kas sarežģī atsevišķu rādītāju rezultātu korektu interpretāciju.

Apkopotie rezultāti par uzņēmumu birojos veiktiem darba telpu piesārņojuma situācijas mērījumiem ietver: novērtētos mikroklimatiskos parametrus un CO₂ koncentrāciju darba dienas laikā; gaisa paraugu analīzi katrai piesārņojošai gāzei (O₃, NO₂, SO₂ (kopā 221 analīze); darba dienas garumā monitorēto mikrodaļiņu un nanodaļiņu koncentrācijas 14 darba telpās, nosakot masas koncentrāciju, daļiņu skaitu un virsmas laukumu alveolārai un traheobronhiālai frakcijai; 9 uzņēmumos veiktas 339 HPLC (augstspiediena šķīduma hromatogrāfs) analīzes un identificēti 5 aldehīdi un 2

izocianāti; veicot 882 GHR (gāzu hromatogrāfijas) analīzes noteiktas 19 vielas (alifātiskie un aromātiskie ogļūdeņraži, ketoni, spirti un esteri).

3.1.1. Putekļu daļiņu virsmas laukuma un skaita mērījumu rezultāti

Izmantojot skenējošo elektronu mikroskopijas metodi noteikts, ka biroja tehnikas (printeru) emitētās daļiņas atbilst nanodaļiņām. Daļiņu izmērs skenējošā elektronu mikroskopā rāda (skat. 3.1.1.1. att.), ka to lielums svārstās robežās no 40,58 nm līdz 69,91 nm, uz polietilēna plēves kabatiņām nosēdušās nanodaļiņas veido arī aglomerātus.

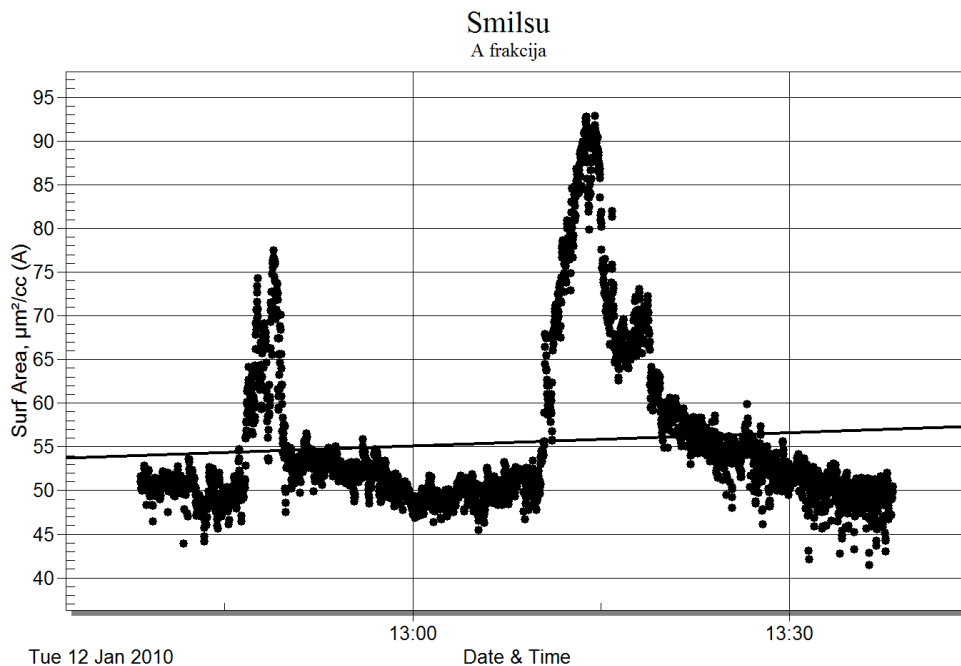


3.1.1.1. att. Lāzerprinteru izdalīto putekļu daļiņu (D1, D2, D3) izmēri nanometros (nm)

Daļiņu piesārņojums darba vidē, novērtējot to pēc diviem raksturīgākiem rādītājiem - virsmas laukuma un daļiņu skaita, rāda plašu koncentrāciju diapazonu (skat.3.1.1.2.līdz 3.1.1.4.att.; 2.pielikuma 1.tabulu)

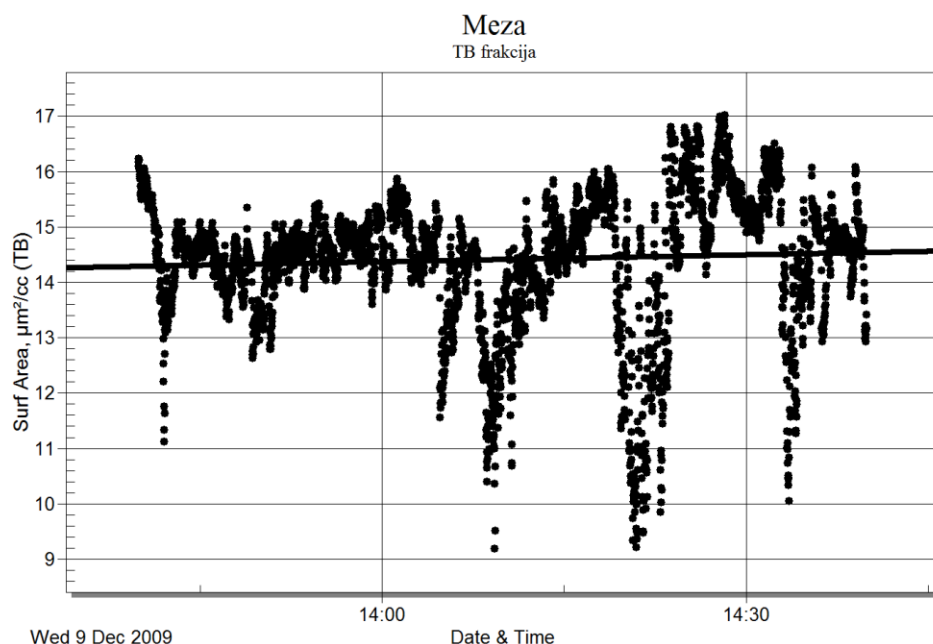
Mērījumu rezultāti rāda, ka nanodaļiņu virsmas laukums biroju telpās svārstās robežās no 10,0 līdz 204,4 $\mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ alveolārai frakcijai un no 2,5 līdz 25,0 $\mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ traheobronhiālai frakcijai. Savukārt, analizējot vidējās vērtības putekļu daļiņu alveolārai frakcijai, visaugstākā koncentrācija – $55,5 \pm 8,3 \mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ – tika konstatēta telpā, kur notiek intensīvas kopēšanas un drukāšanas darbi, ir mīksta grīdas segums, bet

atsevišķos mērījumos vides piesārņojums, kas tika noteikts kā daļiņu virsmas laukums, sasniedza $93 \pm 13,9 \mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ (skat. 3.1.1.2. att.).



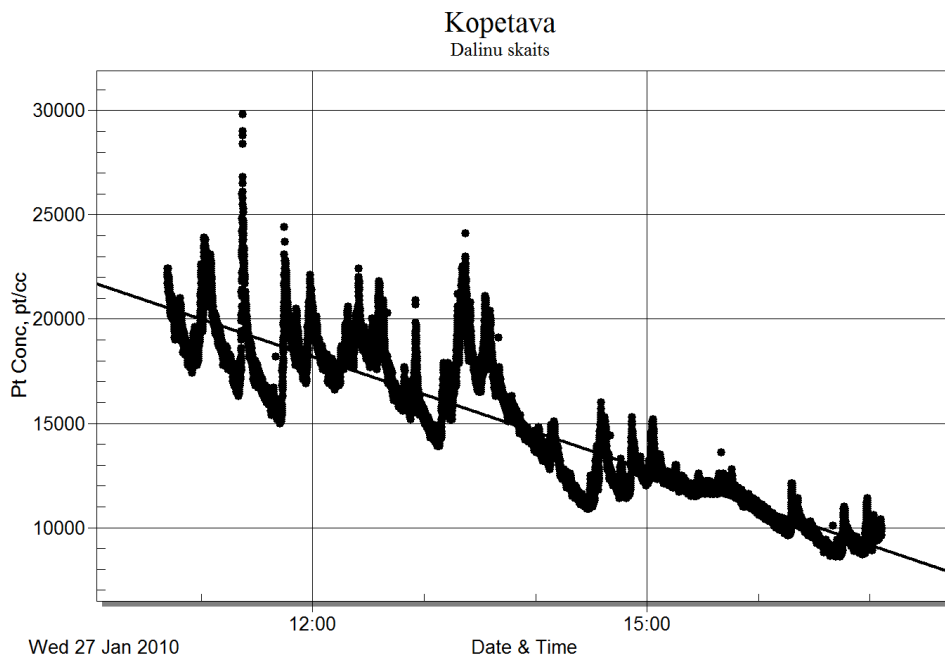
3.1.1.2. att. Putekļu daļiņu virsmas laukuma koncentrācija alveolārās frakcijas daļiņām Smilšu ielas biroja telpās. (Attēlā x ass – mērījumu veikšanas laiks un datums; y ass – putekļu daļiņu virsmas laukuma koncentrācija alveolārai frakcijai).

Traheobronhiālās frakcijas visaugstākā vidējā koncentrācija – $15,2 \pm 2,3 \mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ – tika konstatēta telpā, kurai nav logu un nedarbojas ventilācijas sistēmas (caurstaigājama telpa) (skat. 3.1.1.3. att.).



3.1.1.3. att. Putekļu daļiņu virsmas laukuma koncentrācija traheobronhiālās frakcijas daļiņām Meža ielas biroja telpās. (Attēlā x ass – mērījumu veikšanas laiks un datums; y ass – putekļu daļiņu virsmas laukuma koncentrācija traheobronhiālai frakcijai, $\mu\text{m}^2/\text{cm}^3$)

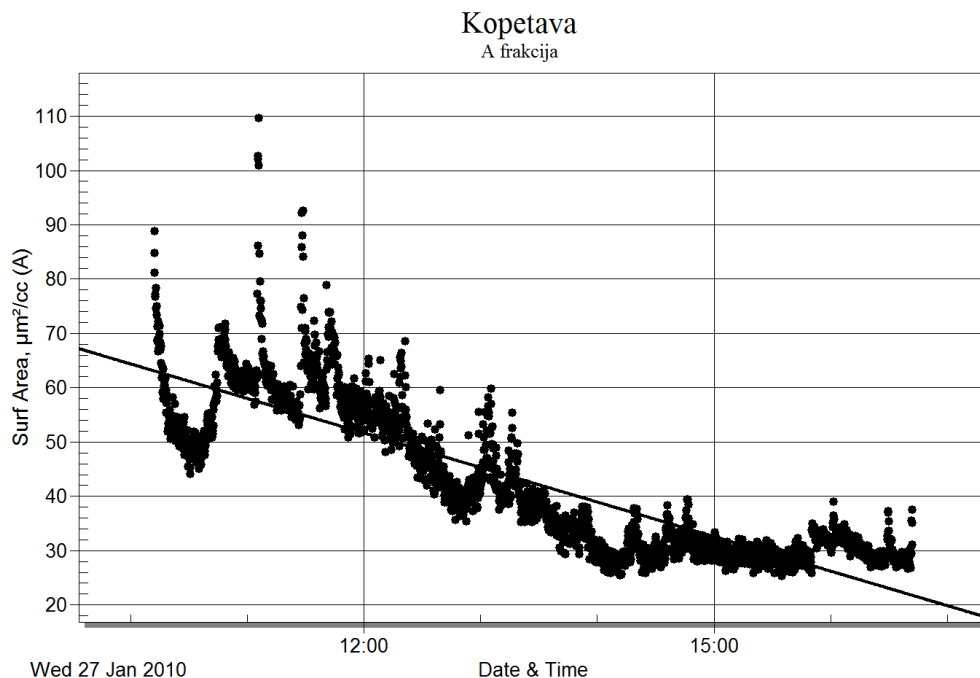
Biroju telpās tika novērtēta arī nanodaliņu skaita koncentrācija, kas tika noteikta robežās no 3140 līdz 30 000 daļiņas/ cm^3 (skat. 3.1.1.4. att.), kur putekļu daļiņu skaita vidējās koncentrācijas bija robežās no 1880 līdz 14756 daļiņas/ cm^3 .



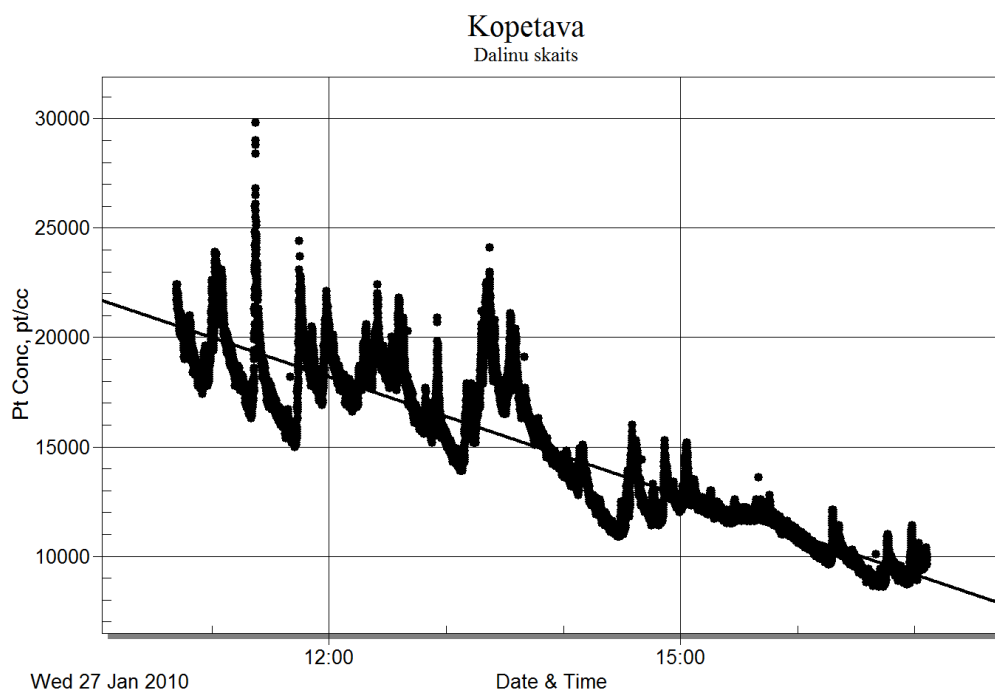
3.1.1.4. att. Putekļu daļiņu skaita koncentrācija kopētavā. (Attēlā x ass – mērījumu veikšanas laiks un datums; y ass – putekļu daļiņu skaita koncentrācija, daļiņas/ cm^3 .)

Biroju darba vides gaisa testēšanas rezultāti norāda uz nanodaļiņu ekspozīciju gaisā atkarībā no drukāšanas un kopēšanas aktivitātēm telpās, biroja telpu lokalizācijas, telpu raksturojumu, kā arī ventilācijas sistēmas darbības (skat. 2.pielikuma 1.tabulu).

a)



b)



3.1.1.5. a un 3.1.1.5.b att. Sakarība starp putekļu daļiņu alveolārās frakcijas virsmas laukuma koncentrāciju biroja telpā (kopētavā) un putekļu daļiņu skaita koncentrāciju vienlaikus mērījumu laikā

Pētījuma rezultātā tika iegūti dati, kas rāda saistību starp nanodaļiņu alveolārās frakcijas virsmas laukuma un nanodaļiņu skaita koncentrāciju visas dienas laika mērījumos, t.i., pīķa (maksimālās) koncentrācijas sakrīt pēc laikiem (skat. 3.1.5. a un 3.1.5.b att.).

3.1.2. Gaistošo organisko savienojumu mērījumu rezultāti

Aldehīdu mērījumu rezultāti

Biroja telpās kopumā tika identificēti piecu veidu aldehīdi: acetaldehīds, formaldehīds, propilaldehīds, butilaldehīds, benzaldehīds (skat. 2. Pielikuma 6. un 7. att.). Visaugstākā koncentrācija tika konstatēta acetaldehīdam un formaldehīdam (skat. 3.1.2.1. tabulu).

3.1.2.1.tabula

Biroju telpās veikto aldehīdu mērījumu rezultāti, ņemot vērā kopēšanas/printēšanas aktivitātes biroja telpās

	Acetaldehīds, mg/m³	Formaldehīds, mg/m³	Propilaldehīds, mg/m³	Butilaldehīds, mg/m³	Benzaldehīds, mg/m³
Aritmētiskais vidējais	0,086	0,179	0,023	0,014	0,011
SDEV	0,110	0,174	0,038	0,023	0,013
Ģeometriskais vidējais	0,060	0,136	0,010	0,008	0,006
Minimālā vērtība	0,028	0,046	0,001	0,003	0,002
Maksimālā vērtība	0,453	0,749	0,179	0,121	0,060
Mediāna	0,051	0,117	0,009	0,007	0,004
Mērījumu skaits	55	55	55	49	52
<i>Rekomendējamie lielumi</i>	<i>0,010</i>	<i>0,100</i>	<i>0,010</i>	<i>0,015</i>	<i>0,04</i>

Aplūkojot ekspozīcijas indeksus (EI), redzam, ka formaldehīdam zems EI tika novērots 8,6%, vidējs EI – 20,7%, augsts EI – 10,3%, bet ļoti augsts EI – 60,3%; acetaldehīdam ļoti augsts EI tika novērots 100%; propilaldehīdam zems EI – 17,2%, vidējs EI – 24,1%, augsts – 19,0%, ļoti augsts 39,7%; butilaldehīdam zems EI – 61,2%, vidējs EI – 16,3, augsts EI – 2%, ļoti augsts – 20,4%; benzaldehīdam zems EI – 92,3%, vidējs EI – 1,9%, ļoti augsts EI – 5,8% (skat. 2. pielikuma 2. tabulu).

Tā kā visaugstākā koncentrācija tika konstatēta formaldehīdam un acetaldehīdam, kuri ir visizplatītākie ķīmiskie savienojumi iekštelpu vidē, tad sīkāka datu analīze tika veikta šiem diviem savienojumiem.

3.1.2.2. tabula

Biroju telpās veikto aldehīdu mērījumu rezultāti, ņemot vērā ventilācijas sistēmas stāvokli biroja telpās

Noteiktais rādītājs	Ventilācijas sistēmas esamība birojā	Vidējā, mg/m ³	Standartnovirze, mg/m ³
Acetaldehīda vidējā koncentrācija biros	ir	0,048	0,019
	nav	0,117	0,142
Formaldehīda vidējā koncentrācija biros	ir	0,101	0,041
	nav	0,238	0,218

Aplūkojot acetaldehīda un formaldehīda koncentrācijas telpās ar un bez ventilācijas, redzams, ka statistiski ticami ($p < 0,05$) augstākas koncentrācijas tika novērotas biros bez ventilācijas sistēmas (skat. tabulu). Formaldehīda koncentrācijas bija vairāk nekā 2 reizes augstāka nekā acetaldehīdam (skat. 3.1.2.2. tabulu).

Augstākās acetaldehīda un formaldehīda koncentrācijas tika konstatētas telpās, kurās kopēšanas un printēšanas aktivitāte ($p < 0,05$) ir mazāka (skat. 3.1.2.3. tabulu).

3.1.2.3. tabula

Biroju telpās veikto aldehīdu mērījumu rezultāti, ņemot vērā kopēšanas/printēšanas aktivitātes biroja telpās

Noteiktais rādītājs	Kopēšanas/printēšanas aktivitātes biroja telpās	Vidējā vērtība, mg/m ³	Standartnovirze, mg/m ³
Acetaldehīda vidējā koncentrācija biros	mazāk nekā 1000 lapas	0,125	0,141
	vairāk nekā 1000 lapas	0,041	0,013
Formaldehīda vidējā koncentrācija biros	mazāk nekā 1000 lapas	0,260	0,210
	vairāk nekā 1000 lapas	0,084	0,022

Apskatot mīkstā grīdas seguma esamību telpās un acetaldehīda un formaldehīda koncentrāciju šajās telpās, redzam, ka acetaldehīds ir nedaudz augstākā koncentrācijā telpās ar mīksto grīdas segumu, bet formaldehīds – telpās bez mīkstā grīdas seguma (skat. 3.1.2.4. tabulu).

Biroju telpās veikto aldehīdu mērījumu rezultāti, ņemot vērā grīdas segumu biroja telpās

Noteiktais rādītājs	Grīdas seguma veids biroja telpās	Vidējā vērtība, mg/m ³	Standartnovirze, mg/m ³
Acetaldehīda vidējā koncentrācija birojos	nav mīksta grīdas segums	0,064	0,023
	ir mīksta grīdas segums	0,091	0,126
Formaldehīda vidējā koncentrācija birojos	nav mīksta grīdas segums	0,183	0,036
	ir mīksta grīdas segums	0,168	0,202

Diizocianātu mērījumu rezultāti

Biroja telpās konstatētā diizocianātu koncentrācija nepārsniedz references lielumu norādītajā normatīvā, bet, ņemot vērā vienlaicīgu dažādu piesārņotāju klātbūtni gaisā, iespējams arī izocianātu iedarbības varbūtības risks uz veselību (skat.3.1.2.5.tabulu).

Diizocianātu koncentrācijas (C, µg/m³) raksturojums biroju telpās

Vides situācijas raksturojums	Noteiktā viela	Koncentrācija, µg/m ³						
		aritm.vid	SD	kopējā nenot.	geom. vid	mediāna	min	max
Visu biroju apkopotie rezultāti (n=20 analīzes)	2,6-toluilēn-diizocianāts	1,18	0,51	0,24	1,02	1,42	0,37	1,66
	2,4-toluilēn-diizocianāts	0,42	0,21	0,08	0,38	0,37	0,23	0,96

Piezīme: arodekspozīciju robežvērtība 36 µg/m³; aritm. vid – aritmētiskais vidējais; SD – standartnovirze; kopējā nenot. – kopējā nenoteiktība; geom. vid. – ģeometriskais vidējais; min – minimālā vērtība; max – maksimālā vērtība.

Organisko šķīdinātāju mērījumu rezultāti

Biroju telpās veiktos gaistošo organisko savienojumu mērījumos (882 gāzu hromatogrāfiskās analīzes) tika identificētas šādas ķīmiskās vielas: metāns, etāns, propāns, metanols, acetons, heksāns, etilacetāts, butilacetāts, toluols, summāri ogļūdeņraži (pēc C), etilbenzols, ksiloli, dibutilftalāts, polihlorētie bifenili un polibromētie difenilēteri u.c.. Darbā atspoguļoti būtiskākie iegūtie rezultāti –

savienojumi, kuri identificēti vairākumā skaitā darba telpu un kuru koncentrācija pārsniedza > 0,1 EI, t.i. nekaitīgo līmeni. Tabulā redzam, ka etanola, butilacetāta un toluola koncentrācijas ir salīdzinoši zemas, bet etilacetāta un summāri ogļūdeņražu koncentrācijas ir augstākas (skat. 3.1.2.6.tabulu).

3.1.2.6. tabula

Biroju telpās veikto organisko šķīdinātāju mērījumu rezultāti

Noteiktais rādītājs	Etanols, mg/m ³	Etilacetāts, mg/m ³	Butilacetāts, mg/m ³	Toluols, mg/m ³	Ogļūdeņraži summāri (pēc C), mg/m ³
Aritmētiskais vidējais	0,133	0,158	0,003	0,023	0,139
Standartnovirze	0,214	0,105	0,002	0,017	0,096
Ģeometriskais vidējais	0,056	0,112	0,004	0,018	0,111
Minimālā vērtība	0,006	0,007	0,001	0,006	0,009
Maksimālā vērtība	0,830	0,370	0,007	0,070	0,520
Mediāna	0,050	0,140	0,003	0,016	0,115
Mērījumu skaits	37	43	22	53	56
<u>Rekomendējamie lielumi</u>	5	0,1	0,1	0,26	0,3

Analizējot organisko savienojumu ekspozīcijas indeksus (EI), redzam, ka etanola EI konstatēts zems 100% gadījumu; etilacetātam zems EI – 16,3%, vidējs EI – 11,6%, augsts EI – 14,0%, ļoti augsts EI – 58,1% gadījumu; butilacetātam zems EI konstatēts 100% gadījumu; toluolam zems EI – 96,4% un vidējs EI 3,6%; summāri ogļūdeņražiem zems EI – 61,0%; vidējs EI – 25,4%, augsts EI – 5,1% un ļoti augsts EI – 8,5% gadījumu (skat. 2. pielikuma 2. tabulu).

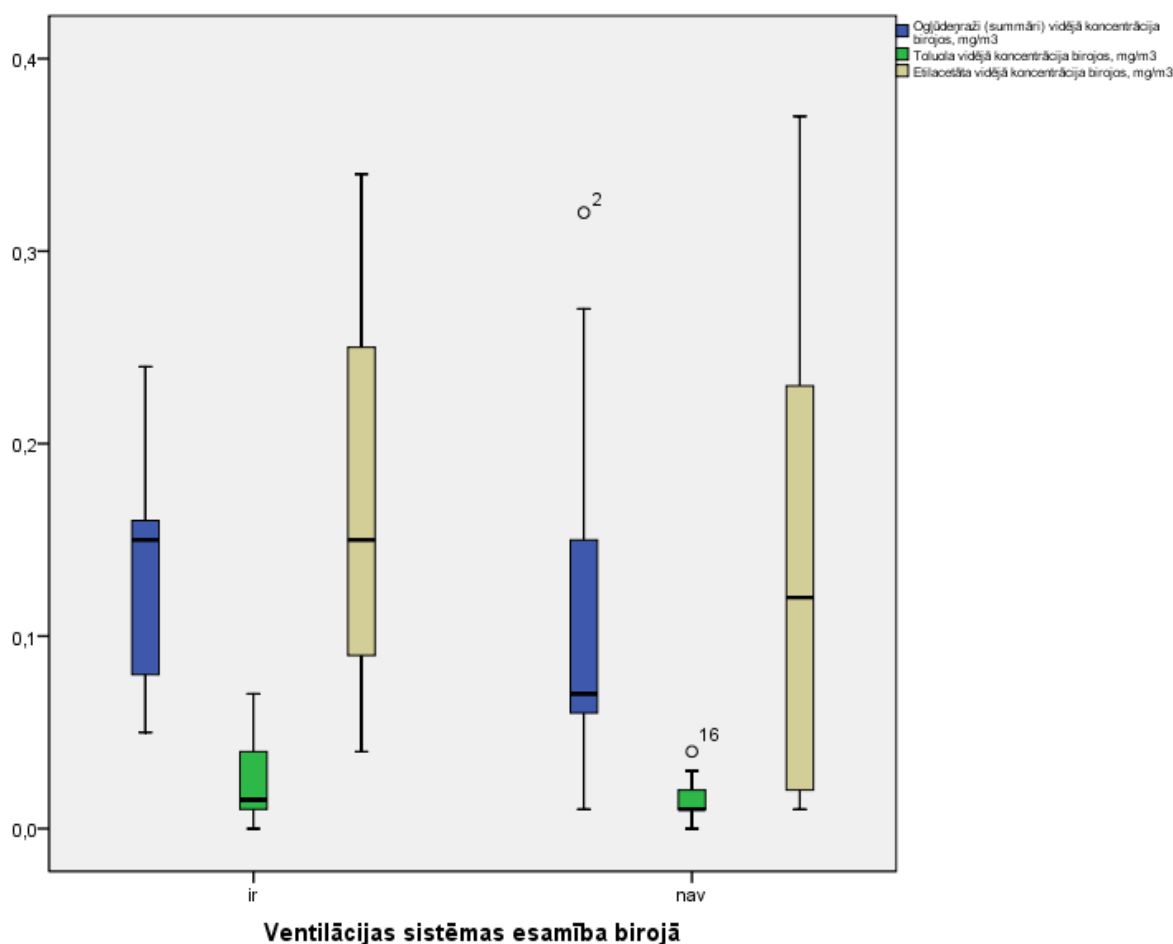
3.1.2.7. tabula

Biroju telpās veikto aldehīdu mērījumu rezultāti, ņemot vērā ventilācijas stāvokli biroja telpās

Noteiktais rādītājs	Ventilācijas sistēmas esamība birojā	Vidējā vērtība, mg/m ³	Standartnovirze, mg/m ³
Etanola vidējā koncentrācija	ir	0,107	0,082
	nav	0,161	0,307
Etilacetāta vidējā koncentrācija	ir	0,167	0,096
	nav	0,144	0,120
Butilacetāta vidējā koncentrācija	ir	0,003	0,002
	nav	0,003	0,001
Toluola vidējā koncentrācija	ir	0,030	0,030
	nav	0,025	0,042
Ogļūdeņraži (summāri) vidējā koncentrācija birojos	ir	0,150	0,073
	nav	0,131	0,115

Salīdzinot organisko savienojumu koncentrācijas telpās ar un bez ventilācijas sistēmas redzam, ka starp abām telpām nav statistiski ticamas atšķirības, jo kopumā koncentrācijas abās telpās ir līdzīgas (skat. 3.1.2.7. tabulu un 3.1.2.1. att.).

Attēlā redzams, ka oglekļaūdeņražu, toluola un etilacetāta koncentrācijām ir novērojama neliela tendence ($p > 0,05$) būt augstākām telpās, kur ir ventilācijas sistēma (skat. 3.1.7. attēlu).



3.1.2.1.att. Organisko šķīdinātāju mērījumu rezultāti biroju telpās, ņemot vērā ventilācijas stāvokli telpās

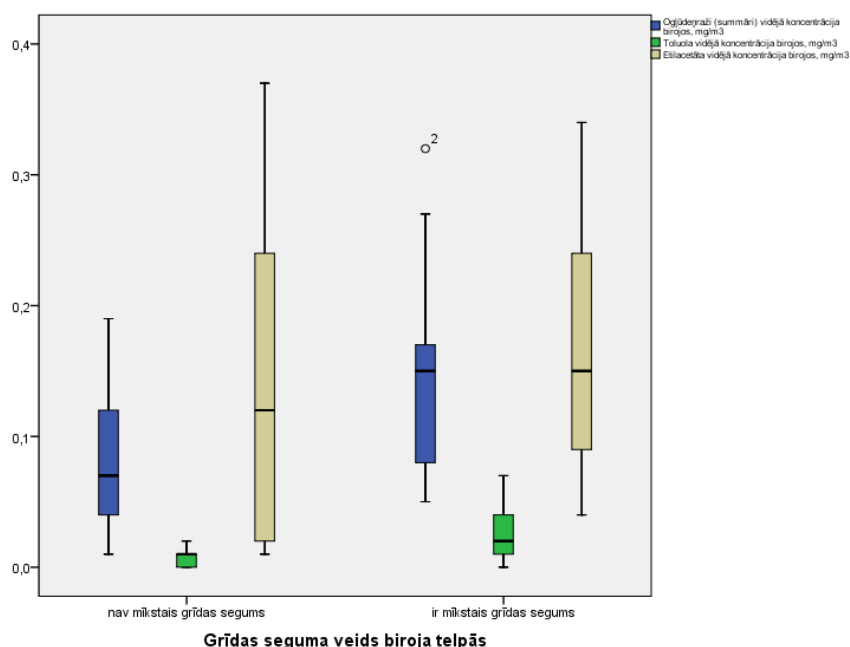
Biroja telpās, kurās ir mīksta grīdas segums, tika atrastas statistiski ticamas atšķirības starp toluola un summāri oglekļaūdeņražu koncentrācijām ($p < 0,05$), t.i., koncentrācijas ir daudz augstākas telpās ar mīksto grīdas segumu (skat. 3.1.2.8. tabulu un 3.1.2.2. attēlu).

Biroju telpās veikto organisko šķīdinātāju mērījumu rezultāti, ņemot vērā mīkstā grīdas seguma veidu biroja telpās

Noteiktais rādītājs	Grīdas seguma veids biroja telpās	Vidējā vērtība, mg/m ³	Standartnovirze, mg/m ³
Etanola vidējā koncentrācija birojos	nav mīksta grīdas segums	0,023	0,021
	ir mīksta grīdas segums	0,178	0,243
Etilacetāta vidējā koncentrācija birojos	nav mīksta grīdas segums	0,147	0,132
	ir mīksta grīdas segums	0,162	0,093
Butilacetāta vidējā koncentrācija birojos	nav mīksta grīdas segums	0,003	0,001
	ir mīksta grīdas segums	0,003	0,002
Toluola vidējā koncentrācija birojos*	nav mīksta grīdas segums	0,009	0,008
	ir mīksta grīdas segums	0,034	0,039
Ogļūdeņraži (summāri) vidējā koncentrācija birojos*	nav mīksta grīdas segums	0,085	0,050
	ir mīksta grīdas segums	0,164	0,098

Piezīme: * statistiskā ticamība ($p < 0,05$).

3.1.2.2. attēlā redzams, ka biroja telpās, kurām nav mīkstā grīdas seguma, etilacetāta koncentrācija ir novērojama plašā diapazonā.



3.1.2.2.attēls. Organisko šķīdinātāju mērījumu rezultāti biroju telpās, ņemot vērā grīdas seguma veidu telpās

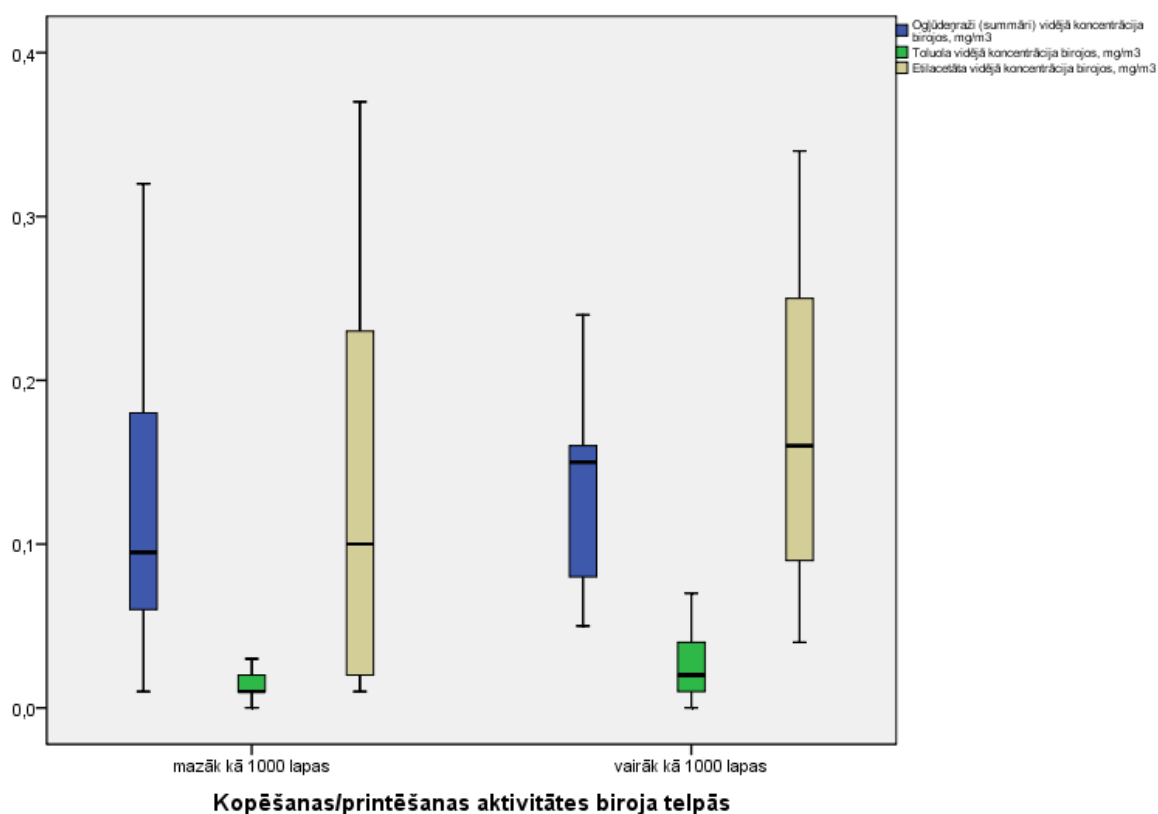
Organisko savienojumu saistība ar kopēšanas un printēšanas aktivitātēm telpās norāda uz šādām tendencēm ($p>0,05$): etanols, butilacetāts, ogļūdeņraži summāri nedaudz augstākās koncentrācijas ir telpās ar zemākām kopēšanas/printēšanas aktivitātēm, bet toluols un etilacetāts ir nedaudz augstākā koncentrācijā ir telpās ar aktīvu kopēšanas/printēšanas darbu (skat. 3.1.2.9. tabulu).

3.1.2.9. tabula

Biroju telpās veiktie organisko šķīdinātāju mērījumu rezultāti, ņemot vērā kopēšanas/printēšanas aktivitātes telpās

Noteiktais rādītājs	Kopēšanas/printēšanas aktivitātes biroja telpās	Vidējā vērtība, mg/m^3	Standartnovirze, mg/m^3
Etanola vidējā koncentrācija birojos	mazāk nekā 1000 lapas	0,191	0,284
	vairāk nekā 1000 lapas	0,069	0,067
Etilacetāta vidējā koncentrācija birojos	mazāk nekā 1000 lapas	0,132	0,117
	vairāk nekā 1000 lapas	0,176	0,094
Butilacetāta vidējā koncentrācija birojos	mazāk nekā 1000 lapas	0,004	0,002
	vairāk nekā 1000 lapas	0,003	0,001
Toluola vidējā koncentrācija birojos	mazāk nekā 1000 lapas	0,025	0,042
	vairāk nekā 1000 lapas	0,030	0,031
Ogļūdeņraži (summāri) vidējā koncentrācija birojos	mazāk nekā 1000 lapas	0,144	0,112
	vairāk nekā 1000 lapas	0,139	0,076

3.1. 2.3. attēlā redzams, ka arī telpās ar paaugstinātu printēšanas/kopēšanas aktivitāti ogļūdeņražu koncentrācija ir plašā diapazonā, it īpaši etilacetātam.



3.1.2.3. att. Organisko šķīdinātāju mērījumu rezultāti biroju telpās, ņemot vērā printēšanas/kopēšanas aktivitāti telpās

3.1.3. Neorganisko gāzu mērījumu rezultāti

Slāpekļa dioksīda (NO₂) un sēra dioksīda (SO₂) mērījumu rezultāti

Biroju telpās noteikts NO₂ (N=61) un SO₂ (N=58), jo tie ir vieni no populārākajiem apkārtējās vides monitoringa rādītājiem, bez tam NO₂ izdalīšanās darba vides gaisā tiek saistīta ar kopēšanas un printēšanas darbiem.

Pētījuma rezultāti rāda, ka NO₂ koncentrācijas bija no 0,002 līdz 0,055 mg/m³, vidēji – 0,02±0,01 mg/m³, bet SO₂ koncentrācija bija no 0,01 līdz 0,23 mg/m³, vidēji – 0,06 ±0,004 mg/m³.

Aplūkojot NO₂ un SO₂ koncentrāciju telpās ar un bez ventilācijas, redzams, ka ir novērojama tendence ($p > 0,05$) paaugstināties NO₂ koncentrācijai telpās ar ventilāciju, bet SO₂ koncentrācijas līmenis ir augstāks ($p > 0,05$) telpās bez ventilācijas (skat. 2. pielikuma 1. attēlu un 3.2.1. tabulu).

3.1.3.1. tabula

Biroju telpās veiktie slāpekļa un sēra dioksīda mērījumu rezultāti

Noteiktais rādītājs	Ventilācijas sistēmas esamība birojā	Vidējā vērtība, mg/m ³	Standartnovirze, mg/m ³
NO ₂ koncentrācija birojā	ir	0,026	0,016
	nav	0,014	0,010
SO ₂ koncentrācijas birojā	ir	0,062	0,078
	nav	0,047	0,049

Statistiski ticami ($p < 0,05$) NO₂ koncentrācija ir augstāka telpās, kurās noris aktīvs printēšanas/kopēšanas darbs (skat. 2. pielikumu 2. attēlu un 3.1.3.2. tabulu).

3.1.3.2. tabula

Biroju telpās veiktie slāpekļa un sēra dioksīda mērījumu rezultāti, ņemot vērā kopēšanas/printēšanas aktivitātes telpās

Noteiktais rādītājs	Kopēšanas/printēšanas aktivitātes biroja telpās	Vidējā vērtība, mg/m ³	Standartnovirze, mg/m ³
NO ₂ koncentrācija birojā	mazāk nekā 1000 lapas	0,011	0,008
	vairāk nekā 1000 lapas	0,027	0,016
SO ₂ koncentrācijas birojā	mazāk nekā 1000 lapas	0,053	0,076
	vairāk nekā 1000 lapas	0,058	0,064

Analizējot NO₂ ekspozīcijas līmeni, tika konstatēts zems līmenis 61,9%, vidējs – 9,5%, augsts – 19% un ļoti augsts – 9,5% gadījumu. SO₂ ekspozīcijas līmenis bija šāds: zems – 76,2%, vidējs – 9,5%, bet ļoti augsts – 14,3% gadījumu.

Ozona (O₃) mērījumu rezultāti

Ozona koncentrācijas mērījumi (N=55) tika veikti biroja telpās no rīta un pēcpusdienā. Kā redzams 3.2.3. tabulā, visaugstākā koncentrācija tika konstatētas pēcpusdienā (vakarā) – 0,27 mg/m³ (skat. 3.1.3.3. tabulu).

3.1.3.3. tabula

Biroju telpās veiktā ozona mērījumu rezultāti

	O ₃ koncentrācija birojā (vidējā dienā), mg/m ³	O ₃ koncentrācija birojā no rīta, mg/m ³	O ₃ koncentrācija birojā vakarā, mg/m ³
Vidējā vērtība	0,274	0,160	0,271
Mediāna	0,180	0,057	0,164
Minimālā vērtība	0,010	0,00	0,00
Maksimālā vērtība	0,930	0,71	1,37
Mērījumu skaits	19	55	55

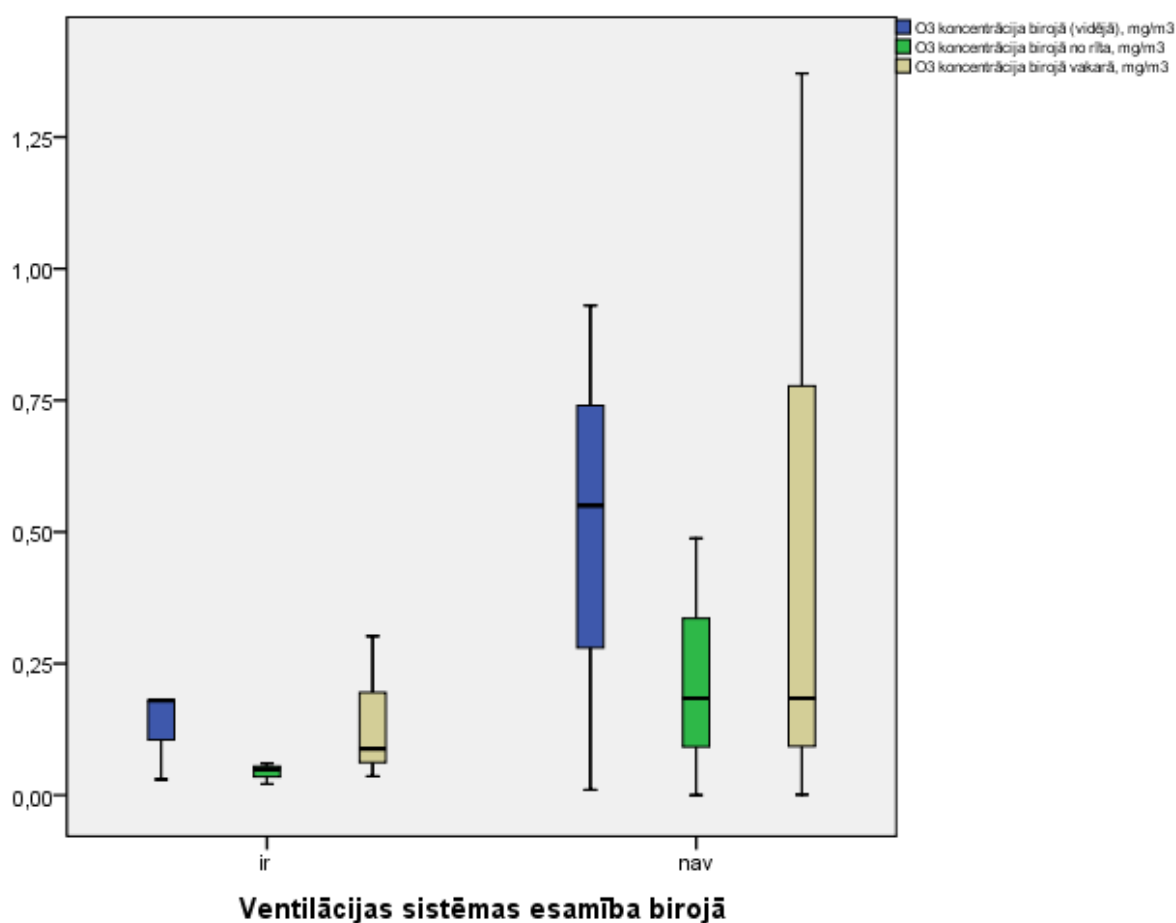
Visaugstākā ozona koncentrācija gan no rīta, gan pēcpusdienā, gan dienā kopumā tika novērota biroja telpās bez ventilācijas (skat. 3.1.3.4. tabulu un 3.1.3.1. attēlu).

3.1.3.4.tabula

Biroju telpās veiktie ozona mērījumu rezultāti, ņemot vērā ventilācijas stāvokli biroja telpās

Noteiktais rādītājs	Ventilācijas sistēmas esamība birojā	Vidējā vērtība, mg/m ³	Standartnovirze, mg/m ³
O ₃ koncentrācija birojā (vidējā)	ir	0,110	0,081
	nav	0,438	0,396
O ₃ koncentrācija birojā no rīta	ir	0,046	0,020
	nav	0,266	0,290
O ₃ koncentrācija birojā vakarā	ir	0,171	0,118
	nav	0,484	0,585

Ozona koncentrācijas izteikti pieaug pēcpusdienā ($p < 0,05$) salīdzinājumā ar rīta koncentrāciju ($p < 0,05$) (skat. 3.1.3.1. attēlu).



3.1.3.1.att. Ozona mērījumu rezultāti pēc ventilācijas stāvoklis no rīta, pēcpusdienā (vakarā) un vidējo dienā kopumā biroju telpās

Analizējot ozona koncentrāciju saistībā ar kopēšanas aktivitātēm, redzams, ka no rīta un pēcpusdienā ozona koncentrācijai ir tendence ($p > 0,05$) pieaugt telpās ar aktīvu kopēšanu/printēšanu (skat 3.1.3.5. tabulu).

3.1.3.5. tabula

Biroju telpās veiktie ozona mērījumu rezultāti, ņemot vērā kopēšanas/printēšanas aktivitāti biroja telpās

Noteiktais rādītājs	Kopēšanas/printēšanas aktivitātes biroja telpās	Vidējā vērtība, mg/m^3	Standartnovirze, mg/m^3
O ₃ koncentrācija birojā (vidējā)	mazāk nekā 1000 lapu	0,235	0,222
	vairāk nekā 1000 lapu	0,313	0,426
O ₃ koncentrācija birojā no rīta	mazāk nekā 1000 lapu	0,102	0,194
	vairāk nekā 1000 lapu	0,228	0,485
O ₃ koncentrācija birojā vakarā	mazāk nekā 1000 lapu	0,291	0,305
	vairāk nekā 1000 lapu	0,200	0,257

Biroju telpās ozona ekspozīcijas indekss 62,5% ir ļoti augsts, bet tikai 37,5% ir zems.

Oglekļa dioksīda (CO₂) mērījumu rezultāti

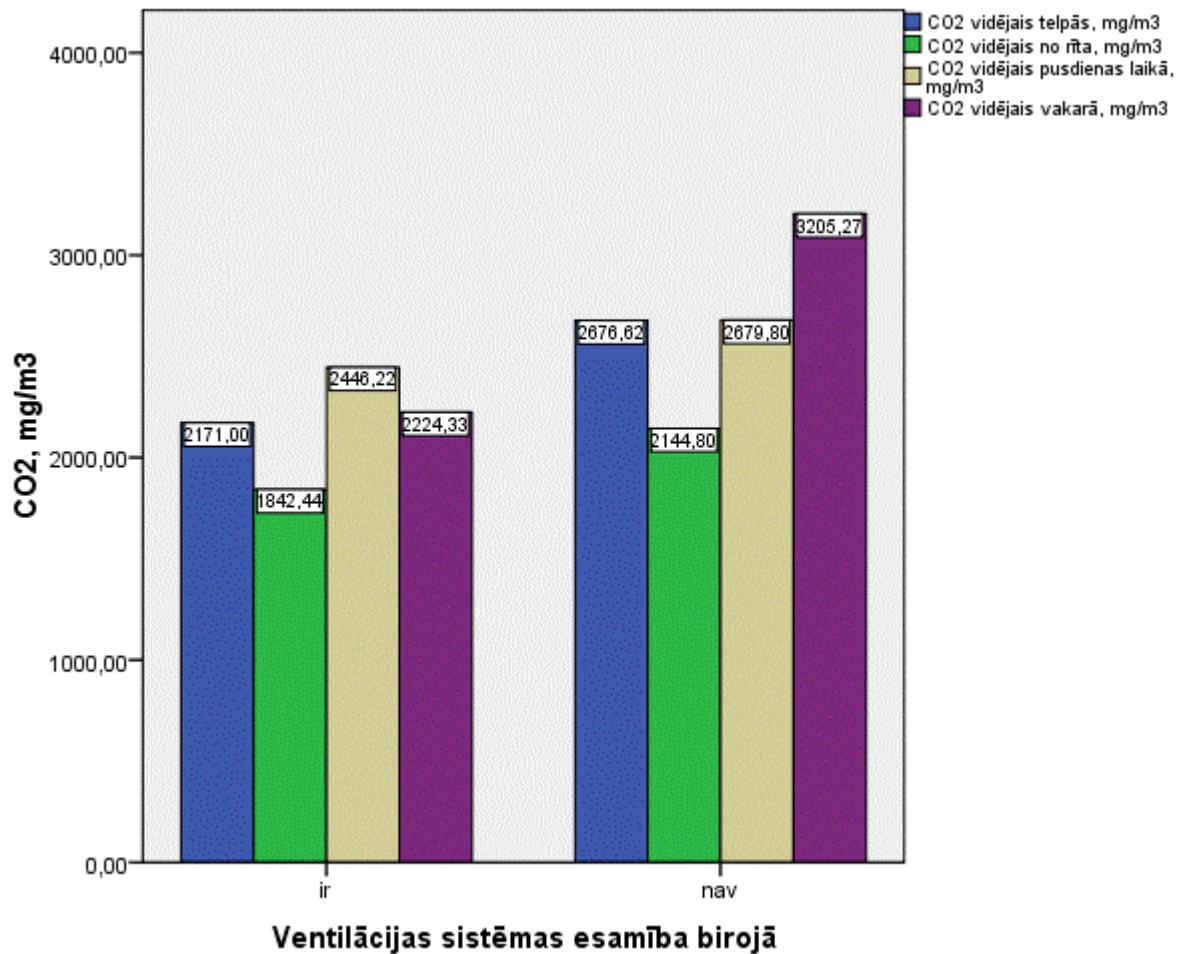
Oglekļa dioksīda vidējā koncentrācija biroja telpās norāda, ka koncentrācijas līmenis ir ļoti dažāds – sākot no 995,3 līdz 5349,7 mg/m^3 , turklāt redzama izteikta CO₂ dinamika dienas laikā – koncentrācija pieaug pēcpusdienā, sasniedzot maksimālo vērtību 6442,0 mg/m^3 (skat. 3.1.3.6. tabulu). Jāatzīmē, ka viszemākā CO₂ koncentrācija tika novērota renovētās Pulkveža Brieža ielas biroja telpās, kas norāda uz efektīvu „svaiga gaisa” pieplūdi, situāciju noteica arī tas, ka telpās strādāja tikai 2-3 cilvēki. Taču visaugstākā CO₂ koncentrācija tika konstatēta Meža ielas birojā, kurā, jau no rīta CO₂ koncentrācija bija 4009 mg/m^3 , vakarā sasniedzot 6442,0 mg/m^3 . Tas skaidrojams ar pilnīgu ventilācijas sistēmas trūkumu telpās un nekvalitatīvu telpu izvēdināšanu, lai veicinātu „svaiga gaisa” pieplūdi.

Biroju telpās veiktā oglekļa dioksīda mērījumu rezultāti

	CO ₂ vidējais no rīta, mg/m ³	CO ₂ vidējais pusdienas laikā, mg/m ³	CO ₂ vidējais vakarā, mg/m ³	CO ₂ vidējais telpās, mg/m ³
Vidējā vērtība	2031,4	2592,2	2837,4	2487,0
Mediāna	1828,0	2007,0	1972,0	2027,0
Standartnovirze	915,6	1542,2	1893,0	1411,5
Minimālā vērtība	991,0	994,0	1001,0	995,3
Maksimālā vērtība	4009,0	5598,0	6442,0	5349,7
Mērījumu skaits	72	72	72	24

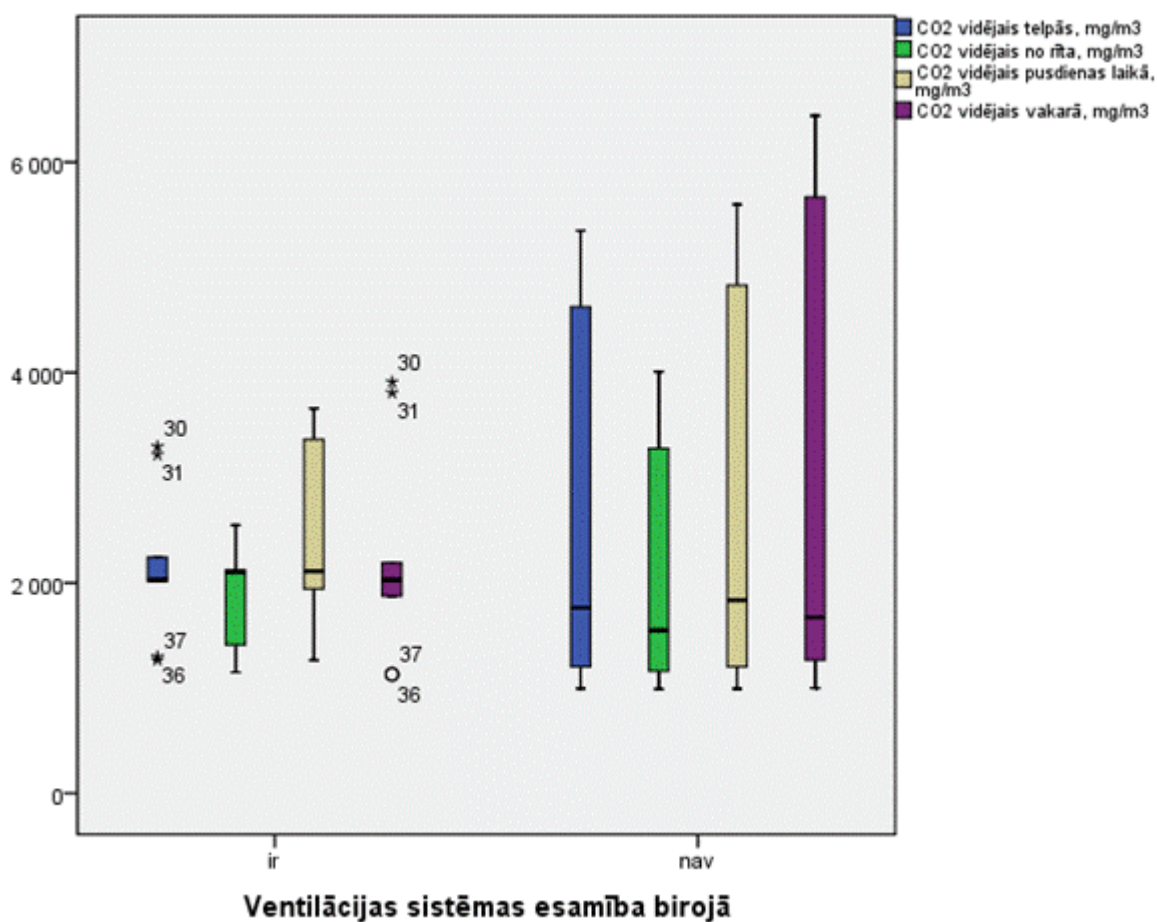
Analizējot CO₂ neatbilstību rekomendējamam lielumam 1000 ppm jeb 1830 mg/m³, redzam, ka apsekotajās biroja telpās CO₂ no rīta pārsniedz rekomendējamo lielumu 50% mērījumu, pusdienā – 62,5%, vakarā – 58,3%, bet kopumā visas dienas laikā – 58,3%.

Novērojama neliela tendence: telpās, kur nav ventilācijas sistēmas, ir augstāks CO₂ līmenis dažādos dienas laikos un dienā kopumā (skat. 3.1.3.2. attēlu).



3.1.3.2. att. CO₂ vidējās vērtības pēc ventilācijas stāvokļa no rīta, pusdienā, vakarā un vidējo dienā kopumā biroju telpās ($p > 0,05$)

Analizējot kopumā biroju telpās konstatēto CO₂ koncentrāciju, redzams, ka arī telpās ar ventilācijas sistēmu tika konstatēta CO₂ koncentrācija paaugstinātā līmenī, it īpaši pusdienas laikā. Savukārt telpās, kur nav ventilācijas sistēmas, redzams CO₂ koncentrācijas pieaugums pēcpusdienā, salīdzinot to ar no rīta konstatēto CO₂ koncentrāciju (skat. 3.1.3.3. attēlu).



3.1.3.3. att. CO₂ mērījumu rezultāti pēc ventilācijas stāvokļa no rīta, pusdienā, vakarā un vidēji dienā kopumā biroju telpās (p>0,05)

Analizējot CO₂ ekspozīcijas indeksus biroju telpās ar un bez ventilācijas, redzams, ka telpās ar ventilāciju ļoti augsts EI tika konstatēts 77,8% gadījumu, vidējs EI – 22,2%, bet telpās bez ventilācijas, ļoti augsts CO₂ EI tika konstatēts 46,7% gadījumu, augsts – 13,3% un vidējs – 40% (2. pielikuma 2. tabulu).

3.1.4. Mikroklimata mērījumu rezultāti

Mikroklimata mērījumi veikti no rīta, pusdienā un vakarā, lai varētu izsekot gaisa mitruma, temperatūras un gaisa kustības ātruma dinamikai dienas laikā, ņemot vērā biroja veida un darbības īpatnības.

Analizējot kopējo situāciju biroju telpās, redzams, ka viszemākā relatīvā mitruma līmeņa vērtība pusdienas laikā novērota 12,3 %, bet visaugstākā mitruma līmeņa vērtība – 49,1%. Bet analizējot gaisa mitruma vidējās vērtības dažādos dienas laikos, kopumā viszemākais gaisa relatīvais mitrums birojās konstatēts pusdienas laikā

– 27,7 % gadījumu. Summējot visas darba dienas rādītājus kopā, vidējais gaisa relatīvais mitrums aplūkotos birojos ir $29,4 \pm 9,7\%$, kas ir nedaudz zemāk par pieļaujamo apakšējo robežu 30% (skat. 3.1.4.1.tabulu).

3.1.4.1. tabula

Biroju telpās veiktā relatīvā gaisa mitruma mērījumu rezultāti

Noteiktais rādītājs	Mērījumu skaits	Minimālā vērtība, %	Maksimālā vērtība, %	Vidējā vērtība, %	Standartnovirze, %
Gaisa mitrums (vidējais dienā)	24	13,2	47,3	29,4	9,7
Gaisa mitrums no rīta	72	12,9	44,7	28,4	8,3
Gaisa mitrums pusdienā	72	12,3	48,0	27,7	9,5
Gaisa mitrums vakarā	72	13,5	49,1	27,9	9,2

Analizējot gaisa mitruma vidējo vērtību sadalījumu, redzams, ka gaisa mitrums biroju telpās zem pieļaujamām normām ($<30\%$) tika konstatēts 55,6% gadījumu, no rīta un pusdienā gaisa mitrums mazāks par 30% tika konstatēts 52,9%, bet vakarā – 70,6% gadījumu. Apskatot mitruma mērījumu rezultātus telpās ar un bez ventilācijas, novērojama tendence ($p>0,05$), ka gaisa relatīvais mitrums no rīta, pusdienā, pēcpusdienā un kopējais vakarā augstāks ir telpās, kurās nav ventilācijas sistēmas (skat. 2. pielikuma 3. attēlu).

Aplūkojot gaisa relatīvā mitruma mērījumu rezultātus pēc kopēšanas un /vai printēšanas darbu aktivitātes biroja telpās, redzams, ka pastāv statistiski ticama atšķirība ($p<0,05$) starp kopēšanas aktivitāti un gaisa mitruma samazināšanos, jo vairāk kopē/printē dokumentus, jo ir zemāks gaisa relatīvais mitrums (skat. 2. pielikuma 4. attēlu).

Analizējot gaisa temperatūru biroja telpās, rezultāti norāda, ka kopumā biroju telpās temperatūra ir virs $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (skat. 3.1.4.2. tabulu).

3.1.4.2.tabula

Biroju telpās veiktā gaisa temperatūras mērījumu rezultāti

Noteiktais rādītājs	Mērījumu skaits	Minimālā vērtība, $^{\circ}\text{C}$	Maksimālā vērtība, $^{\circ}\text{C}$	Vidējā vērtība, $^{\circ}\text{C}$	Standartnovirze, $^{\circ}\text{C}$
Gaisa temperatūra (vidējais dienā)	24	22,8	25,1	23,8	0,8
Gaisa temperatūra no rīta	72	19,1	24,6	22,8	1,4
Gaisa temperatūra pusdienā	72	20,0	25,2	23,9	1,3
Gaisa temperatūra vakarā	72	20,2	25,5	24,2	1,3

Gaisa temperatūras vidējās vērtības rāda, ka biroju telpās zemākā vidējā vērtība ($+22,8^{\circ}\text{C}$) konstatēta ziemas laikā Meža ielas biroja telpās un Salaspils biroja telpās, bet augstākā ($+25,1^{\circ}\text{C}$) – atvērtā tipa biroja ēkā Pulkveža Brieža ielā, kas renovēta 2000.gadā. Arī viszemākā gaisa temperatūra no rīta, pusdienā un vakarā tika konstatēta Meža ielas biroja telpās, bet visaugstākā gaisa temperatūra no rīta ($+24,6^{\circ}\text{C}$) Meža ielas un Pulkveža Brieža ielas birojos. Tāpat abos šajos birojos tika konstatēta visaugstākā temperatūra pusdienā ($+25,2^{\circ}\text{C}$) un vakarā ($+25,5^{\circ}\text{C}$), kā arī vēl Brīvības ielas birojā, kas ir atvērtā tipa birojs un atrodas 2002.gadā celtajā ēkā.

Mērījumu rezultāti uzrādīja tendenci ($p>0,05$) gaisa temperatūrai būt augstākai no rīta, pusdienā, pēcpusdienā un dienā kopumā telpās ar ventilāciju salīdzinājumā ar telpām bez ventilācijas.

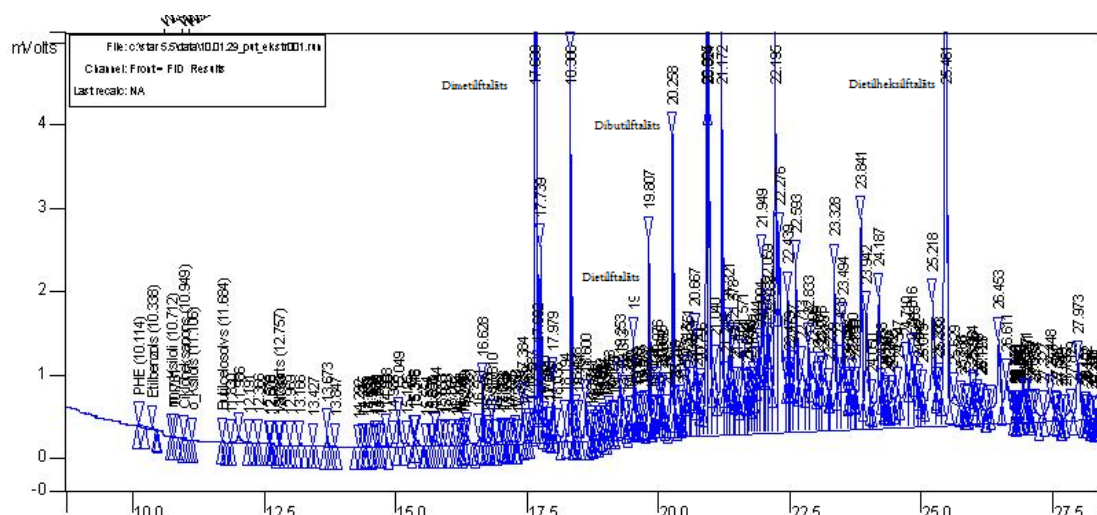
Biroju telpās, kurās notika aktīvāka dokumentu printēšana un/vai kopēšana, gaisa temperatūrai bija tendence ($p>0,05$) paaugstināties gan atsevišķos dienas laikos, gan dienā kopumā (skat. 2. pielikuma 5. attēlu).

Analizējot gaisa kustības ātrumu, redzams, ka vidējās vērtības ir diapazonā no 0,01 līdz 0,02 m/s, bet visaugstākā gaisa plūsma (0,04 m/s) tika konstatēta no rīta biroja telpā Salaspilī, kurā ir nodrošināta tikai gaisa pieplūde. Biroja telpās gaisa kustības ātrums 0 m/s no rīta tika konstatēts 17,6% gadījumu, pusdienā – 11,8% un pēcpusdienā – 6,2% gadījumu.

Tā kā gaisa plūsmas ātrums variē ļoti šaurā diapazonā no 0 līdz 0,04 m/s, tad gaisa plūsmas ātrumu analizēt, apskatot vidējos lielumus pēc telpām ar un bez ventilācijas, kā arī pēc printēšanas/kopēšanas darbu aktivitātes, nav reprezentabli, jo visās biroja telpās konstatēts neatbilstošs gaisa plūsmas ātrums.

3.1.5. Putekļos veikto ķīmisko savienojumu analīžu rezultāti

Pētījuma laikā tika veiktas kopētāju putekļu ekstraktu gāzu hromatogrāfiskā analīze ar liesmas jonizācijas detektoru un tika noteiktas vairāk nekā 250 hromatogrāfiskās smailes (3.1.5.1.attēls). Tas nozīmē, ka dotajos paraugos ir aptuveni tikpat daudz dažādu ķīmisko vielu. Veicot kopētāju putekļu ekstrakta masspektrālo analīzi, tika konstatēti ftalāti, dažādi skābekli saturošie savienojumi, kas varētu veidoties kopētāju pulvera piededzināšanas laikā, vai arī fotoķīmisku reakciju rezultātā, ka arī polihlorētie bifenili un liesmu slāpētājvielas polibromētie difenilēteri (3.1.5.2. attēls).

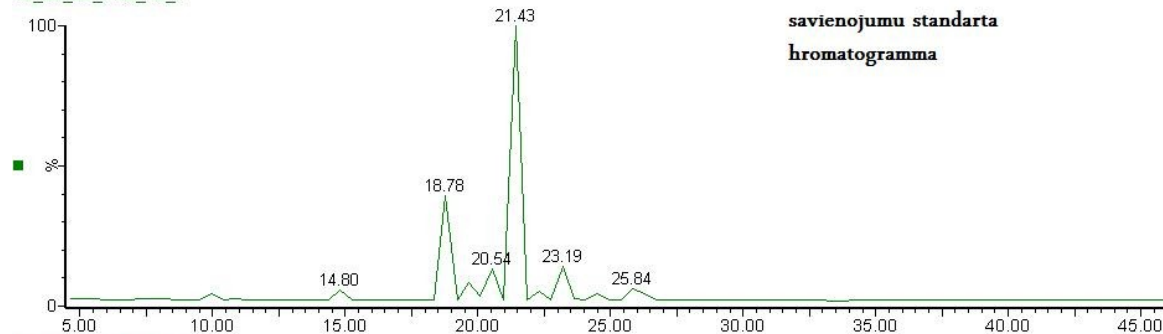


3.1.5.1.att. Putekļu ekstrakta hromatogramma ar liesmas jonizācijas detektoru.

PHB 12 komponenti

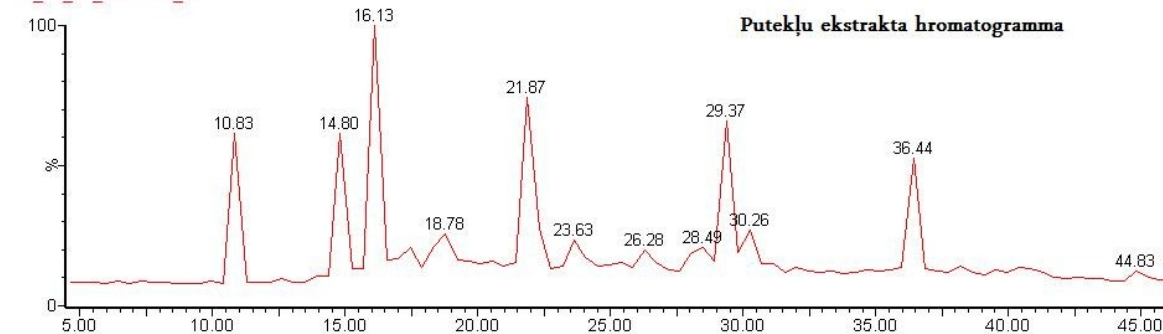
10_03_09_PHB_12_1

Polihlorēto bifenilu 12
savienojumu standarta
hromatogramma



10_03_09_ekstrakts_25

Putekļu ekstrakta hromatogramma



3.1.5.2. attēls. Putekļu ekstrakta hromatogramma ar masspektrometru salīdzinājumā ar polihlorēto bifenilu standarta hromatogrammu.

Putekļu ekstraktā identificētas vielas ir apkopotas 3.1.5.1. tabulā.

Putekļu ekstraktā identificētas vielas

Ar liesmas jonizācijas detektoru				Ar masspektrometrisko detektoru	
Vielā	Izdalīšanas laiks, min	Vielā	Izdalīšanas laiks, min	Vielā	Izdalīšanas laiks, min
Metanols	2,1	Perhloretilēns	9,9	3,4,4',5-Tetrahlorbifenīls	14,80
Etanols	2,2	Etilbenzols	10,3	3,3',4,4'-Tetrahlorbifenīls	18,78
Acetons	2,4	m,p-Ksiloli	10,4	3,3',4,4',5-Pentahlorbifenīls	21,87
Izopropanols	2,5	Cikloheksanons	10,6	3,3',4,4',5,5'-Heksahlorbifenīls	23,63
Hloroforms	4,1	o-Ksilols	10,8	2,2',4,4'-Tetrabromodifenil ēteris	44,83
Heksāns	4,2	Stirols	10,9		
Etilacetāts	4,4	Butilcelosolvs	11,5		
Metilcelosolvs	4,7	Vaitspirts	12,6		
Epihlorhidrīns	5,0	Dimetilftalāts	17,0		
Tetrahlorglekklis	5,1	Dietilftalāts	18,2		
Toluols	7,9	Dibutilftalāts	20,9		
Butilacetāts	9,1	Dietilheksilftalāts	25,4		

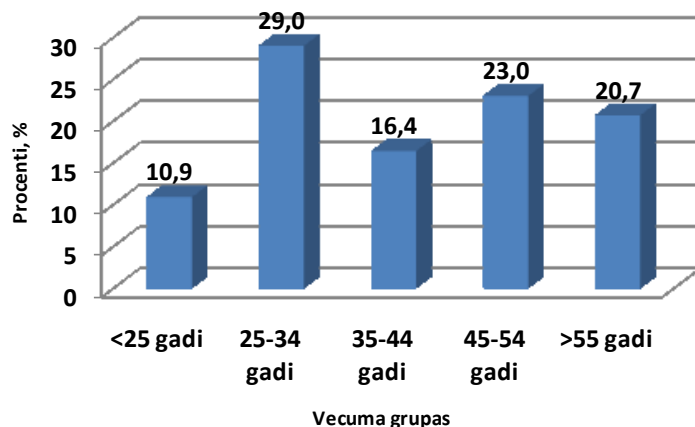
Pētījums parādīja, ka birojos nodarbinātie ir pakļauti ķīmisko vielu iedarbības riskam ne tikai ieelpojot GOS tvaikus, organismā var nonākt arī uz putekļiem adsorbētās vielas. Identificētās vielas pieder pie praktiski visām organisko vielu klasēm. Veicot kopētāju putekļu ekstrakta masspektrālo analīzi uz polihlorētiem bifeniliem un polibromētiem difenilēteriem, tika konstatētas 12 dažādu savienojumu grupu vielas. Visi identificētie polihlorētie bifenili (PHB) pieder dioksinlīdzīgo PHB grupai. Ar augstu varbūtības pakāpi var secināt, ka neidentificētās smailes arī pieder pie polihlorēto bifenilu un polibromēto difenilēteru (PBDE) grupu savienojumiem.

3.2. Biroja darbinieku subjektīvā veselības stāvokļa novērtējums pēc aptaujas rezultātiem

Vispārīgā daļa

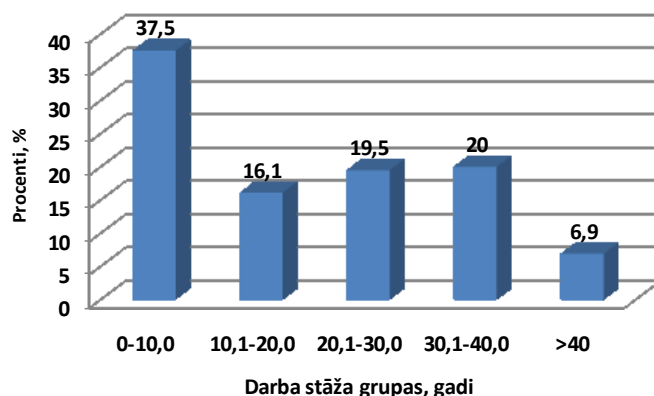
Biroju darbinieku aptauja tika veikta 1221 biroja darbiniekam, bet 895 respondenti piekrita anonīmi aizpildīt anketu (gan elektroniski, gan rakstiski), veidojot 73,3% respondentu.

No visiem respondentiem 86% (N=774) bija sievietes, bet tikai 14% (N=121) - vīrieši. Visvairāk respondentu bija vecuma grupā no 25 līdz 34 gadiem (29%; N=259). Vecuma grupā no 45 līdz 54 gadiem bija 23% (N=206), virs 55 gadiem līdz 20,7% (N=185). Vismazāk respondentu bija šādās vecuma grupās: jaunāki par 25 gadiem līdz 10,9% (N=97) un no 34 līdz 44 gadiem – 16,4% (N=147) (skat. 3.2.1.attēlu).



3.2.1. att. Biroja darbinieku sadalījums pa vecuma grupām

Darba stāžs lielākai daļai darbinieku (53,6%; N=469) ir no 2 mēnešiem līdz 20 gadiem, bet ir arī darbinieki, kas strādā vairāk par 40 gadiem (6,9%; N=60) (skat. 3.2.2. attēlu).



3.2.2. att. Biroja darbinieku sadalījums pēc darba stāža

Darba stāžs darbinieku vidū variēja no 0,2 līdz 47 gadiem, vidēji – $13,2 \pm 11,8$ gadi. Uz jautājumu: „Cik ilgi strādā šajā ēkā?” darbinieki atbildēja, ka no 0,2 līdz 26,0 gadiem, vidēji – $2,3 \pm 3,7$ gadi. Vispārsteidzošākais, ka darbinieki ir minējuši, ka viņi nedēļā strādā no 9 līdz 56 stundām, jo pēc likumdošanas drīkst strādāt tikai 40 stundu, protams, analizējot vidējo darba ilgumu dienā – $40,3 \pm 5,7$ stundas.

Lielākā daļa biroja darbinieku (79%; N=705) atzīmēja, ka nesmēķē, 8% (N=70) - bijušie smēķētāji, bet tikai 13% (N=120) – smēķētāji.

Jautājumā par redzes korekcijas nepieciešamību 33,3 % (N=303) darbinieku atbildēja, ka nav nepieciešama redzes korekcija, 58,2% (N=521) – nepieciešams lietot

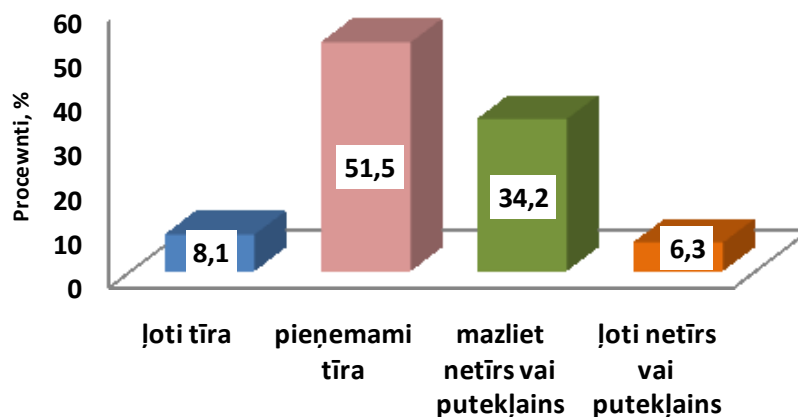
brilles, 4,6% (N=41) – nepieciešams lietot kontaktlēcas, 2% (N=18) - lieto gan brilles, gan kontaktlēcas.

Lielākā daļa 71% (N=641) respondentu strādā birojos, kas atrodas pilsētas centrā, 27,9% (N=249) strādā ārpus pilsētas centra, bet tikai 0,5% (N=5) respondentu – biroju atradās lauku teritorijā.

Lielākā daļa respondentu (55,6%; N=439) strādā kabinetos, kuros ir 2-3 darba vietas, 22,6% (N=178) strādā kabinetos, kuros ir 4-7 darbinieku, bet 21,8 % (N=172) respondentu darba telpā ir 8 un vairāk darbinieki (skat. 5. pielikuma 1. attēlu). Jāatzīmē, ka atvērtā tipa biroja telpās (bez starpsienām 20,4 %; N=182 un ar starpsienām 11,4 %; N=102), kurās projekta ietvaros tika veikti mērījumi, darbinieku skaits bija daudz lielāks par 8, pat 35 darbinieki! Vairāk kā pusei darbinieku (56,3%, N=502) ir dalītā tipa kabineti (skat. 5. pielikuma 2. attēlu). Analizējot telpu platību, tika novērots, ka tā variēja no 2,0 līdz 1800,0 m² (tie var būt biroji pa visu mājas perimetru), kas arī norāda uz ļoti lielām biroja telpām. Tomēr jāatzīmē, ka uz šo jautājumu atbildēja tikai 141 respondents no 895.

Pētot jautājumu par telpās esošo grīdas segumu, kam var būt nozīme iekštelpu gaisa kvalitātes ietekmēšanā, tika konstatēts, ka lielākā daļa respondentu strādā telpās ar cieto grīdas segumu (71,4%, N=638), 2,9% (N=26) telpu ir daļēji mīksts grīdas segums un 25,7% (N=230) telpu ir tikai mīksts grīdas segums.

Analizējot jautājumu par telpu tīrību, 59,6 % respondentu atzīmē, ka telpas ir tīras („ļoti tīras” – 8,1% vai „pieņemami tīra” – 51,5%), bet 40,5 % - atzīmējuši, ka telpas ir „mazliet netīras vai putekļainas” un „ļoti netīras vai putekļainas” (skat. 3.2.3.attēlu).



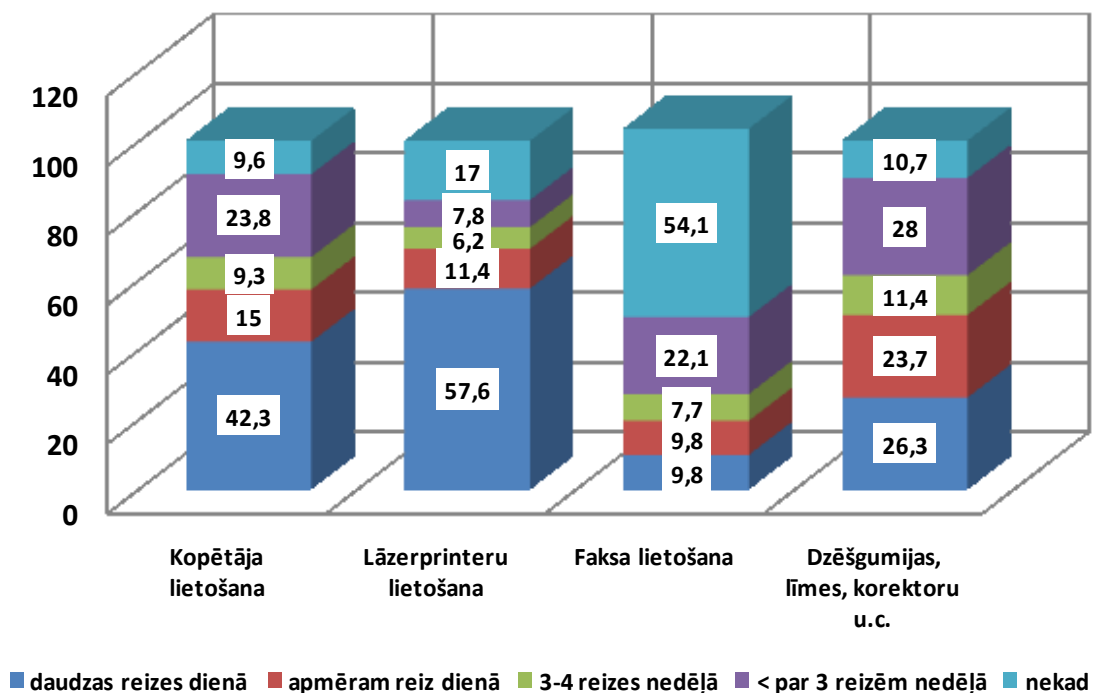
3.2.3. att. Telpu tīrība birojos

Apgaismojums darba vietā pēc respondentu domām, 54,6% (N=488) ir „tieši laikā”, 39,1 % (10,4%; N=93 un 28,7%; N=257) – atzīmē, ka apgaismojums varētu būt spilgtāks vai ir par spilgtu (skat. 5. pielikuma 3. attēls).

Apskatot kopējo darbinieku apmierinātību ar darba vietu, redzams, ka lielākā daļa atzīmē darba vietu kā diezgan ērtu – 57,0%, bet 5,4% - kā ļoti neērtu (skat. 5. pielikuma 4. attēlu).

Izvērtējot pēdējo 3 mēnešu laikā veiktās pārmaiņas telpās, piemēram, 4,7% (N=41) respondentu ir atbildējuši, ka telpās uz sienām, griestiem un pie logiem ir mitrums, 1,4% (N=12) respondentu strādā telpās, kurās nesen krāsotas sienas vai jauns sienas pārklājums, 1,2 % (N=11) respondentu darba telpā ir jaunas mēbeles, bet 92,1% atzīmē, ka darba vietā nav notikušas nekādas pārmaiņas, kas liecina par situācijas stabilitāti (skat. 5.pielikuma 1. tabulu).

Analizējot biroja iekārtu lietošanu vai veicamo biroju darbu aktivitāti, redzams, ka lielākā daļa biroja darbinieku – 69% (57,6%; N=502; 11,4%, N=99) – lieto lāzerprinterus vairākas reizes dienā vai vismaz vienu reizi dienā. Kopētājus respondenti lieto nedaudz mazāk – 57,3% (42,3%, N=373 un 15,0%, N=132) nekā lāzerprinterus, faksu vairākas reizes diena vai vismaz 1 reizi dienā lieto 19,6% (9,8%, N=84 un 6,4%, N=55), bet vairāk kā 54,1 % (N=465) faksu neizmanto vispār. Līmes, korektorus, dzēšgumijas u.c. ķīmiskās vielas saturošus produktus biroju darbinieki lieto 60,0% (26,3%, N=231 un 23,7%, N=208), turklāt daudzas reizes dienā vai vismaz vienu reizi dienā (skat. 3.2.4. attēls).



3.2.4. att. Kopētāju, lāzerprinteru, faksu un biroja palīgīdzekļu (līmes, korektori, dzēšgumijas u.c.) lietošanas biežums ($p < 0,001$)

Jautājot par ārsta diagnosticētu slimību, visvairāk biroja darbiniekiem diagnosticētas deguna/pieres dobumu infekcijas 22,5 % (N=192) gadījumu no visiem aptaujātajiem biroju darbiniekiem, 11,7 % (N=100) - alerģija pret putekļiem; 11,5% (N=98) - alerģija pret ķīmiskām vielām, 9,9% (N=85) - migrēna, 9,5% (N=81) - alerģija pret zālēm u.c. (skat. 5. pielikuma 2. tabulā).

Analizējot sūdzības par veselību, redzams, ka kopumā visvairāk sūdzas par nogurušām vai sasprindzinātām acīm („ik pa laikam” – 52,5% (N=451), „bieži” – 33,5% (N=288)), sprandas nogurumu („ik pa laikam” – 46,9% (N=395), „bieži” – 24,2% (N=204)), galvassāpēm („ik pa laikam” – 56,0% (N=469), „bieži” – 13,3% (N=111)), sāpēm vai stīvumu mugurā („ik pa laikam” – 47,2% (N=401), „bieži” – 18,4% (N=156)), pastāvīgu nogurumu, nespēku vai miegainību („ik pa laikam” – 50,0% (N=420), „bieži” – 15,4% (N=129)) u.c. (skat. 5. pielikuma 3. tabulu).

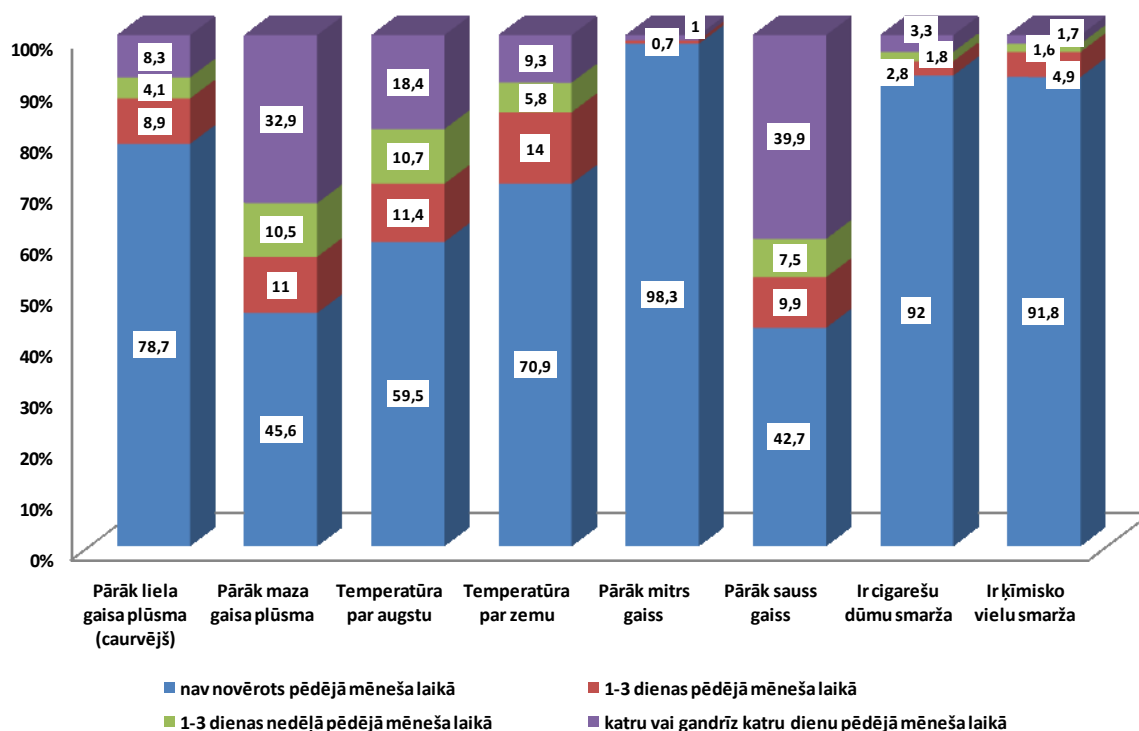
Analizējot sūdzības par veselības saistību ar darbinieku atrašanos birojā, redzams, ka vairāk nekā pusē gadījumu biroja darbiniekiem pastiprinās/parādās šādi raksturīgie simptomi: nogurušas vai sasprindzinātas acis, sprandas nogurums, galvassāpes, sāpes vai stīvums mugurā, pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība u.c. Tomēr jāatzīmē, ka vismaz trešdaļai (vairāk par 30%) biroju darbinieku pastiprinās

tādi simptomi kā sausa āda, iekaisis un sauss kakls, šķaudīšana, elpas trūkums u.c. (skat. 5. pielikuma 5. attēlu).

Izvērtējot sūdzības par veselību, visbiežāk biroju darbinieki tās novēro pēcpusdienās 45,8% (N=348) vai visu dienu 25,9% (N=197) (skat. 5. pielikumu 6. attēlu).

Savukārt, izpētot sūdzības par veselības saistību ar gadalaiku, redzams, ka visvairāk biroju darbinieki nav minējuši konkrētu gadalaiku – 35,6% (N=252), 23,3% (N=165) minējuši, ka minētās veselības problēmas ir visu gadu, bet 13,6% (N=96) - ziemā un 11,2% (N=79) - ziemā un rudenī (skat. 5. pielikuma 7. attēlu).

Kopumā 83,1% (N=649) biroja darbinieku atzīmēja, ka simptomi/sūdzības par veselību ir pārejoši, bet 16,9% (N=132) – simptomi ir pastāvīgi un nepāriet.



3.2.5. att. Darba vides riska faktori darbinieka darba vietā pēdējā mēneša laikā

Gaisa plūsma

Pārāk lielu gaisa plūsmu pēdējā mēneša laikā 78,7% (N=653) biroja darbinieki nebija novērojuši. 45,6% (N=382) darbinieku nebija novērojuši arī pārāk mazu gaisa plūsmu. Turklāt katru dienu 32,9% (N=275) darbinieku bija novērojuši pārāk mazu gaisa plūsmu telpā un tikai 8,3% (N=69) - pārāk lielu gaisa plūsmu (skat. 3.2.5. att.).

Temperatūra

Paaugstinātu temperatūru savā darba vietā nav novērojuši 59,5% (N=496), bet pazeminātu temperatūru – 70,9% (N=582) darbinieku. 18,4% (N=153) respondentu katru dienu novērojuši paaugstinātu temperatūru, bet 9,3% (N=76) - pazeminātu temperatūru (skat. 3.2.5. att.).

Gaisa mitrums

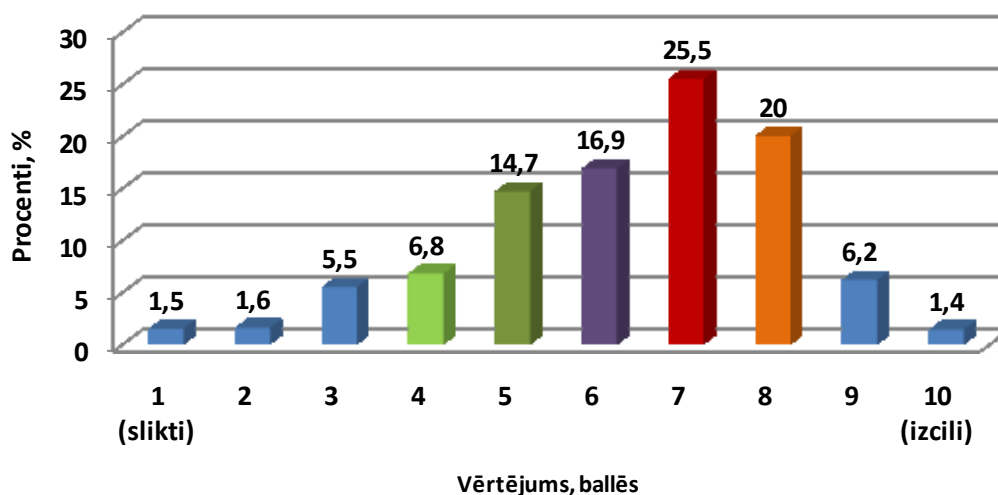
Visretāk biroja darbinieki atzīmē telpās pārāk mitru gaisu 98,3% (N=795) (nenovēro), bet tikai 1% (N=8) atzīmē katru dienu. Savukārt 42,7% (N=362) biroja darbinieki atzīmē, ka telpā pārāk sauss gaiss nav novērots, bet 39,9% (N=338) - to novēro katru dienu (skat. 3.2.5. att.).

Smaržas/smakas

Vismazāk novēro cigarešu dūmu smaržu – 92% (N=746) un ķīmisko vielu smaržu – 91,8% (N=751), bet katru dienu cigarešu smaržu novēro – 3,3% (N=27), bet ķīmisko vielu smaržu - 1,7% (N=14) (skat. 3.2.5. att.).

Aptaujas rezultātā atklājas, ka 1% (N=10) respondentu, ir darba kabineti bez logiem.

Analizējot atbildes uz jautājumu par ventilāciju, redzams, ka 65,1% (N=579) – nav ventilācijas sistēmas telpās, bet 34,9% (N=311) - ir ventilācijas sistēmas. Turklāt, 31,1% (N=275) darbinieku darba telpās ir gaisa kondicionieri, bet 68,9% (N=609) – to nav. Gaisa mitrinātāju nav 91,3% (N=793) darbinieku, bet tie ir – tikai 8,7% (N=76).



3.2.6. att. Darba vides vērtējums kopumā

Lielākā daļa darbinieku savu darba vidi novērtē no 6 līdz 8 ballēm, no tiem visvairāk to novērtē ar 7 ballēm (25,5%), 8 ballēm (20%), 6 ballēm (16,9%) (skat. 3.2.6. attēlu).

3.2.1. Vides apstākļi un veselība

Biroju darbiniekiem aptaujas jautājumu 3. nodaļā „Veselības un labsajūtas raksturojums” un 4. daļā „Darba vides apstākļu raksturojums” tika lūgts atzīmēt kādas subjektīvās veselības sūdzības un darba vides apstākļus viņi novēro. Iegūtie rezultāti ir atspoguļoti promocijas darba sadaļā, izdalot būtiskākos darba vides apstākļus telpā (gaisa plūsma, mitrums, temperatūra), kā arī darba telpas raksturojumu (kabineta veids, grīdas seguma veids, ventilācijas esamība), un to saistību ar veselības sūdzībām/simptomiem.

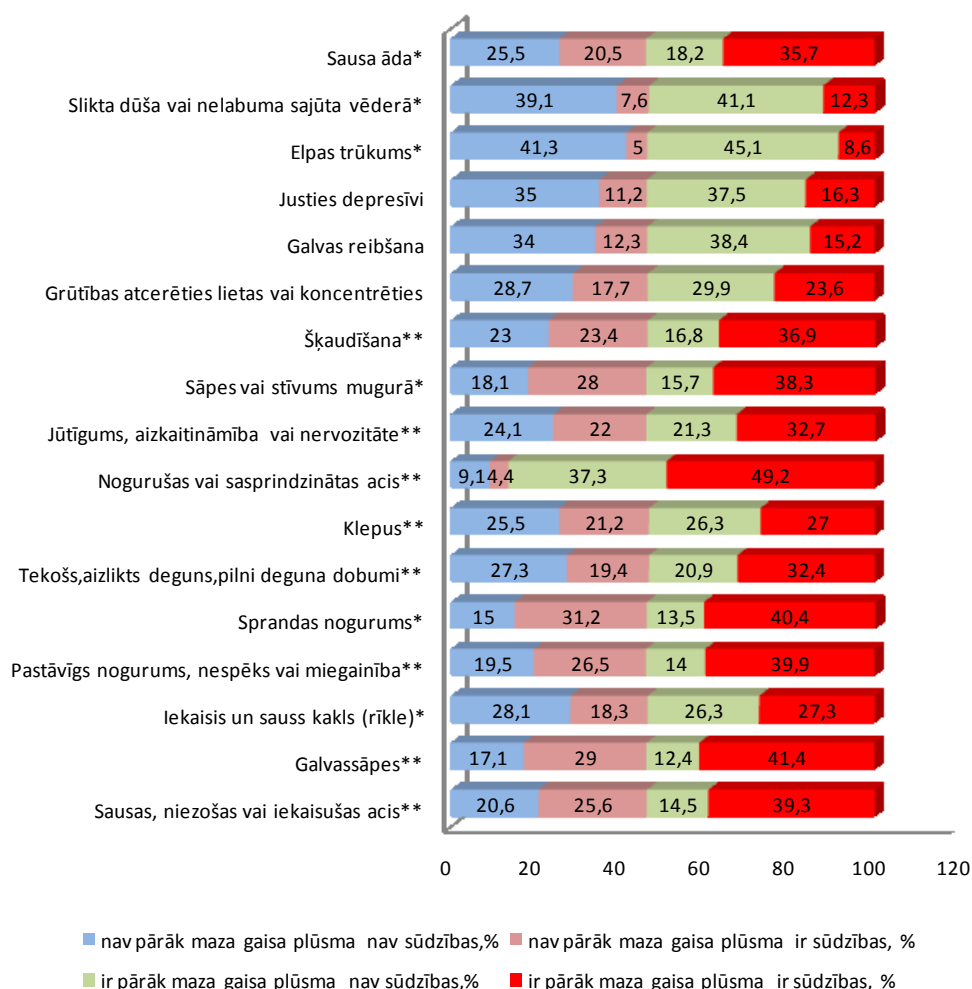
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)

Apskatot sūdzību par veselības biežumu aptaujāto biroju darbinieku vidū un pārāk lielu gaisa plūsmu telpā redzams, ka lielākā daļā gadījumu darbinieki neatzīmē pārāk lielu gaisa plūsmu telpā un nenovēro veselības sūdzības. 69,6% darbinieku sūdzības par elpas trūkumu; 64,9% - sliktu dūšu vai nelabuma sajūtu; 59,0% - jūtas depresīvi, 58,8% - atzīmē galvas reibšanu, kā arī citus simptomus (skatīt 6. Pielikuma 1.att.). Darbiniekiem, kuri ir pakļauti pārāk lielai gaisa plūsmai telpā, sūdzības par veselību novērojamas mazāk nekā 20% respondentu, dažos gadījumos 5% (sāpes un stīvums mugurā) un mazāk (skat. 1.attēlu 6. pielikumā). Tomēr nozīmīgi veselības traucējumi, kas varētu būt cieši saistīti ar paaugstinātu gaisa plūsmu telpā, respondentu vidū procentuāli ir novēroti mazāk, piemēram, šķaudīšana, klepus, tekošs/aizlikts deguns, iekaisis/sauss kakls. Visi attēlā atspoguļotie rezultāti ir statistiski ticami.

Pārāk maza gaisa plūsma

Analizējot sūdzību biežumu par veselību aptaujāto biroju darbinieku vidū un pārāk mazu gaisa plūsmu telpā redzams, ka daudz mazāk darbinieku sūdzas par pārāk mazu gaisa plūsmu telpā un nenovēro šādus veselības traucējumus: 41,3% - elpas trūkumu; 39,1% - sliktu dūšu vai nelabuma sajūtu; 35,0% - jūtas depresīvi; 34% - galvas reibšanu, kā arī citus simptomus (skat. 3.2.1.1. attēlu). Šīs sūdzības par veselības nav tieši saistītas ar gaisa kustības ātrumu, tāpēc arī rezultāts ir pozitīvs. 3.2.1.1. attēlā

parādīts, ka šajos jautājumos procentuāli ir viszemākais respondentu atbilžu biežums. Turklāt tiem biroju darbiniekiem, kuru darba vidē nav pārāk maza gaisa plūsma, veselības sūdzības ir šādas: 31,2% - sprandas nogurums; 29% - galvassāpes; 28% - sāpes vai stīvums mugurā u.c. simptomi. Šīs veselības sūdzības vairāk ir saistāmas ar darba vides ergonomiku (sēdošs darbs, darbs ar datoru, u.c.) un psihosociāliem darba vides riska faktoriem nevis pārāk mazu gaisa plūsmu. Darbiniekiem, kuri ir pakļauti pārāk mazai gaisa plūsmai telpā, novērojamas daudz vairāk veselības sūdzības. Dažos jautājumos tos nevar tieši saistīt ar šo riska faktoru, piemēram, 49,2% - nogurušas vai sasprindzinātas acis; 40,4% - sprandas nogurums; 38,3% - sāpes vai stīvums mugurā. Analizējot mazas gaisa plūsmas radītos raksturīgos veselības simptomus, redzams, ka 41,4% - novērojamas galvassāpes, 39,9% - pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība, 39,3% - sausas, niezošas vai iekaisušas acis, 36,9% - šķaudīšana (skat. 3.2.1.1. attēlu). Visi aprakstītie rezultāti ir statistiski ticami.



3.2.1.1. att. Veselības sūdzību biežums par un pārāk maza gaisa plūsma biroju darbinieku darba vidē (*p<0,05; **p<0,001)

Veselības traucējumu attīstība saistībā ar darba vides apstākļiem, šajā gadījumā pārāk lielai vai mazai gaisa plūsmai, pakļauto (eksponēto) un nepakļauto (neeksponēto) darbinieku redzama 6. pielikumā 1.tabulā.

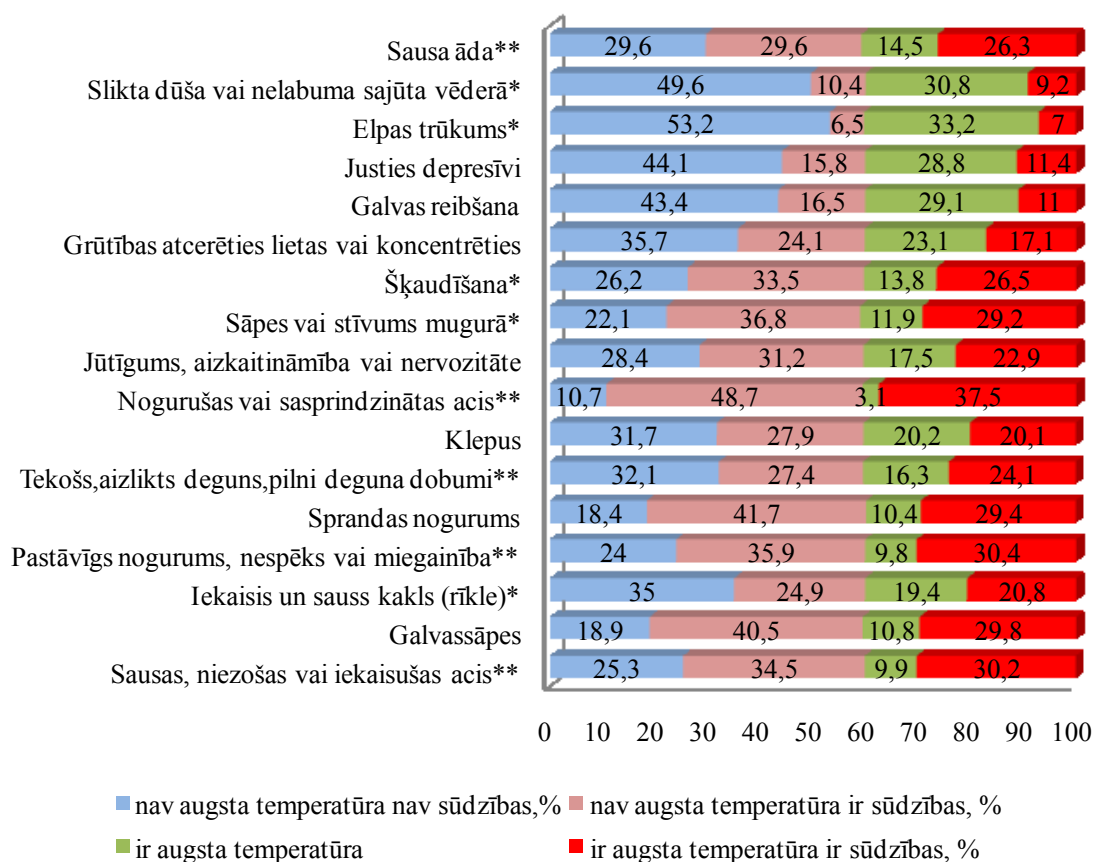
Pārāk liela gaisa plūsma rada lielākas izredzes biroju darbiniekiem sūdzēties par nogurušām vai sasprindzinātām acīm, sausām, niezošām un iekaisušām acīm, kas varētu būt saistīts ar netiešu šī faktora iedarbību. Tāpēc tiks veikta daudzfaktoru analīze, lai noskaidrotu riska faktoru savstarpējo mijiedarbību. Savukārt paaugstinātai gaisa plūsmai raksturīgie veselības traucējumi tādi kā, piemēram, šķaudīšana (OR=1,9; 95%TI 1,3-2,7), klepus (OR=2,0 (1,4-2,8), tekošs vai aizlikts deguns (OR=1,7; 95%TI (1,2-2,4) u.c.) uzrāda paaugstinātas izredzes iegūt šos veselības traucējumus, ja telpā ir paaugstināta gaisa plūsma.

Pārāk maza gaisa plūsma rada lielākas izredzes biroju darbiniekiem var izraisīt nespēciskas sūdzības par nogurušām vai sasprindzinātām acīm, kas arī varētu būt saistīts ar netiešu šī faktora iedarbību. Tāpēc veikta daudzfaktoru analīze, lai noskaidrotu riska faktoru savstarpējo mijiedarbību. Turklāt paaugstinātai gaisa plūsmai raksturīgie veselības traucējumi ir tādi kā, piemēram, sausas, niezošas vai iekaisušas acis (OR=2,2; 95%TI 1,6 – 2,9), sausa āda (OR=2,2; 95%TI 1,8-3,3), šķaudīšana (OR=2,2; 95%TI 1,6 – 2,9), pastāvīgs nogurums, nespēks un miegainība (OR=2,1 95%TI 1,6 - 2,8), tekošs vai aizlikts deguns (OR=2,2; 95%TI (1,7 - 2,9), galvassāpes (OR= 2,0 95%TI 1,5 – 2,7) uzrāda paaugstinātas 2 reizes lielākas izredzes, iegūt šos veselības traucējumus, ja telpā gaisa plūsma ir samazināta.

Pārāk augsta tempertūra

Apskatot veselības sūdzību biežumu aptaujāto biroju darbinieku vidū un pārāk augstu temperatūru telpā, redzams, ka lielākā daļā gadījumu darbinieku neatzīmē pārāk augstu temperatūru telpā un nenovēro šādas veselības sūdzības: 53,2% - elpas trūkumu; 49,6% - sliktu dūšu vai nelabuma sajūtu; 44,1% - depresīvu noskaņojumu; 43,4% - galvas reibšanu, kā arī citus simptomus (skatīt 3.2.1.2. attēlu). Darbinieki biežāk atzīmē sūdzības par veselību, ja netiek novērota paaugstināta temperatūra nekā, ja tā tiek novērota darba vidē. Biroju darbiniekiem, kuru darba vidē ir pārāk augsta temperatūra, biežākās sūdzības par veselību ir: 37,5% - nogurušas vai sasprindzinātas acis; 30,4% - pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība; 30,2% - sausas, niezošas vai iekaisušas acis; 29,4% - tekošs, aizlikts deguns, pilni deguna dobumi; 29,8% - galvassāpes u.c.

simptomi (skat. 3.2.1.2. attēlā). Nogurušas vai sasprindzinātas acis vairāk ir saistāmas ar darba vides ergonomiku (darbs ar datoru, u.c.) un psihoemocionāliem darba vides riska faktoriem nevis pārāk lielu gaisa temperatūru telpā. Tomēr statistiski ticami ir tādi veselības traucējumi kā pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība; sausas, niezošas vai iekaisušas acis; tekošs, aizlikts deguns, pilni deguna dobumi; sausa āda u.c. (skat. 3.2.1.2. attēlu), ja paaugstināta gaisa temperatūra telpā mijiedarbojas ar citiem darba vides riska faktoriem, piemēram, pārāk zems mitrums telpā un paaugstinātu temperatūru telpā kombinējas vēl ar pārāk mazu gaisa kustības ātrumu u.tml.



3.2.1.2. att. Veselības sūdzību biežums un pārāk augsta gaisa temperatūra biroju darbinieku darba vidē (*p<0,05; **p<0,001)

Temperatūra par zemu

Analizējot sūdzību par veselību biežumu aptaujāto biroju darbinieku vidū un pārāk zemu gaisa temperatūru telpā, redzams, ka lielākā daļā gadījumu darbinieki neatzīmē pārāk zemu temperatūru telpā un nenovēro šādas veselības sūdzības: 61,6% - elpas trūkumu; 58,5% - sliktu dūšu vai nelabuma sajūtu vēderā; 53,2% - jūtas depresīvi; 52,4% - galvas reibšanu, kā arī citus simptomus (skatīt 2. attēlu 6. pielikumā). Darbinieki biežāk atzīmē sūdzības par veselību, ja pazemināta temperatūra netiek

novērota nekā tad, ja tā tiek novērota darba vidē. Biroju darbiniekiem, kuru darba vidē ir pārāk zema gaisa temperatūra, biežākās veselības sūdzības ir 26,7% - nogurušas vai sasprindzinātas acis; 21,5% - pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība; 21,2% - sāpes mugurā; 21,8% - sprandas nogurums; 22,5% - galvassāpes u.c. simptomi (skat. 2. attēlu 6. pielikumā). Nogurušas vai sasprindzinātas acis, sāpes mugurā; sprandas nogurums u.c. vairāk ir saistāmas ar darba vides ergonomiku (darbs pie datora, u.c.) un psihoemocionāliem darba vides riska faktoriem nevis pārāk lielu gaisa temperatūru telpā. Tomēr statistiski ticami tādi specifiski veselības traucējumi kā šķaudīšana (20,7%), klepus (15,9%), tekošs, aizlikts deguns, pilni deguna dobumi (17,5%) varētu būt tieši saistīti ar pazeminātu temperatūru telpā un saaukstēšanos.

Pārāk augsta gaisa temperatūra visbiežāk rada lielākas izredzes biroju darbiniekiem sūdzēties par šādiem simptomiem: sausām, niezošām un iekaisušām acīm (OR=2,2; 95%TI 1,6-3,0), šķaudīšanu (OR=1,5; 95%TI 0,8-1,5), sausu ādu (OR=1,7 (1,3-2,4), tekošu vai aizliktu degunu (OR=1,7; 95%TI (1,3-2,3) u.c.). Rodas paaugstinātas izredzes iegūt šos veselības traucējumus, ja telpā ir paaugstināta gaisa plūsma (skat. 6. pielikuma 2. tabulu).

Pārāk zema gaisa temperatūra rada lielākas izredzes biroju darbiniekiem nespecifiskām sūdzībām par nogurušām vai sasprindzinātām acīm, pastāvīgu nogurumu, nespēku vai miegainību, kas arī varētu būt saistīts ar netiešu šā faktora iedarbību. Tāpēc tika veikta daudzfaktoru analīze, lai noskaidrotu riska faktoru savstarpējo mijiedarbību. Turklāt pazeminātai gaisa temperatūrai raksturīgie veselības traucējumi tādi kā šķaudīšana (OR=2,0; 95%TI 1,5 – 2,8), tekošs vai aizlikts deguns (OR=1,7; 95%TI (1,3 - 2,4) uzrāda nedaudz paaugstinātas iespējas iegūt šos veselības traucējumus, ja telpā ir samazināta gaisa temperatūra (skat. 6. pielikuma 2. tabulu).

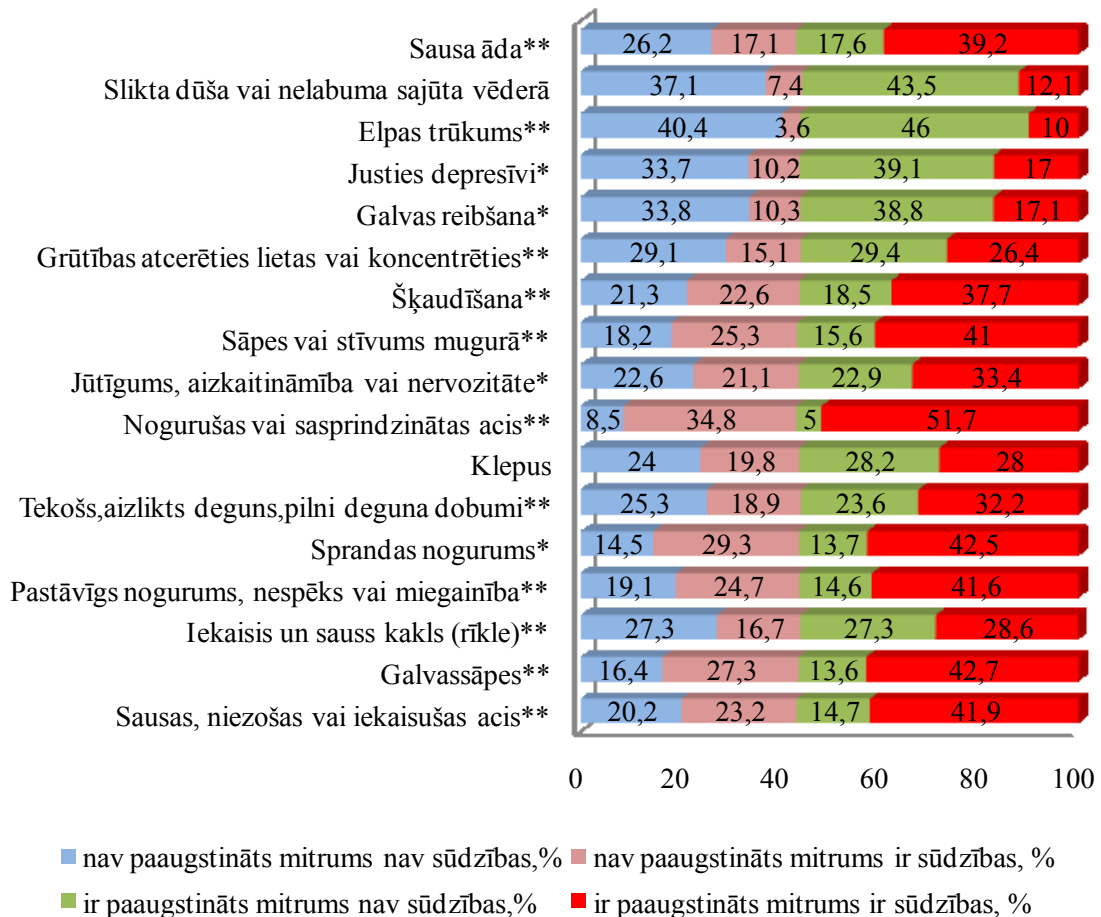
Pārāk mitrs gaiss

Sūdzību par veselību biežumu aptaujāto biroju darbinieku vidū un pārāk mitrs gaiss nav bieži satopama, kā tas redzams attēlā (3. attēls 6. pielikumā). Gandrīz visos jautājumos par veselības sūdzībām, lielākai daļai biroju darbinieku tās netiek saistītas ar mitru gaisu.

Pārāk sauss gaiss

Analizējot sūdzību par veselības biežumu aptaujāto biroju darbinieku vidū un pārāk sausu gaisu telpā, redzams, ka darbinieki bieži saista pārāk sausu gaisu telpā un novēro šādas sūdzības par veselību: 51,7% - nogurušas vai sasprindzinātas acis; 42,7% - galvassāpes; 42,5% - sprandas nogurums; 41,9% - sausas, iekaisušas vai niezošas acis;

41,6% - pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība (skatīt 3.2.1.3. attēlu). No iepriekš minētiem veselības simptomiem sprandas nogurumu nevarētu sasaitīt ar sausu gaisu telpā, bet nogurušas acis, iekaisušas acis, nogurums un miegainība ir cieši saistāmas ar pārāk sausu gaisu telpā.



3.2.1.3. att. Veselības sūdzību biežums un pārāk sauss gaiss biroju darbinieku darba vidē (*p<0,05; **p<0,001)

Pārāk mitrs gaiss statistiski ticami nerada lielākas izredzes biroju darbiniekiem sūdzēties par specifiskiem veselības traucējumiem. **Pārāk sauss gaiss** rada izteikti lielākas izredzes biroju darbiniekiem gan par nespecifiskiem veselības simptomiem (sāpes vai stīvums mugurā, sprandas nogurums, justies depresīvi, jutīgums, aizkaitināmība vai nervozitāte), gan par ļoti specifiskiem: sausa āda (OR=3,4; 95%TI 2,6 – 4,6), šķaudīšana (OR=1,9; 95%TI 1,5 – 2,6), tekošs vai aizlikts deguns (OR=1,8; 95%TI (1,4 - 2,4), elpas trūkums (OR=2,4; 95%TI (1,6 – 3,8), grūtības atcerēties lietas vai koncentrēties (OR=1,7; 95%TI (1,3 - 2,3), pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība (OR=2,2; 95%TI (1,6 – 3,0), sausas, niezošas vai iekaisušas acis (OR=2,5; 95%TI (1,9 – 3,3), iekaisis un sauss kakls (rīkle) (OR=1,7; 95%TI (1,3 - 2,3). Analīze

uzrāda paaugstinātas iespējas iegūt šos veselības traucējumus, ja telpā ir sauss gaiss (skat. 6. pielikuma 3. tabulu).

Cigarešu dūmu smarža

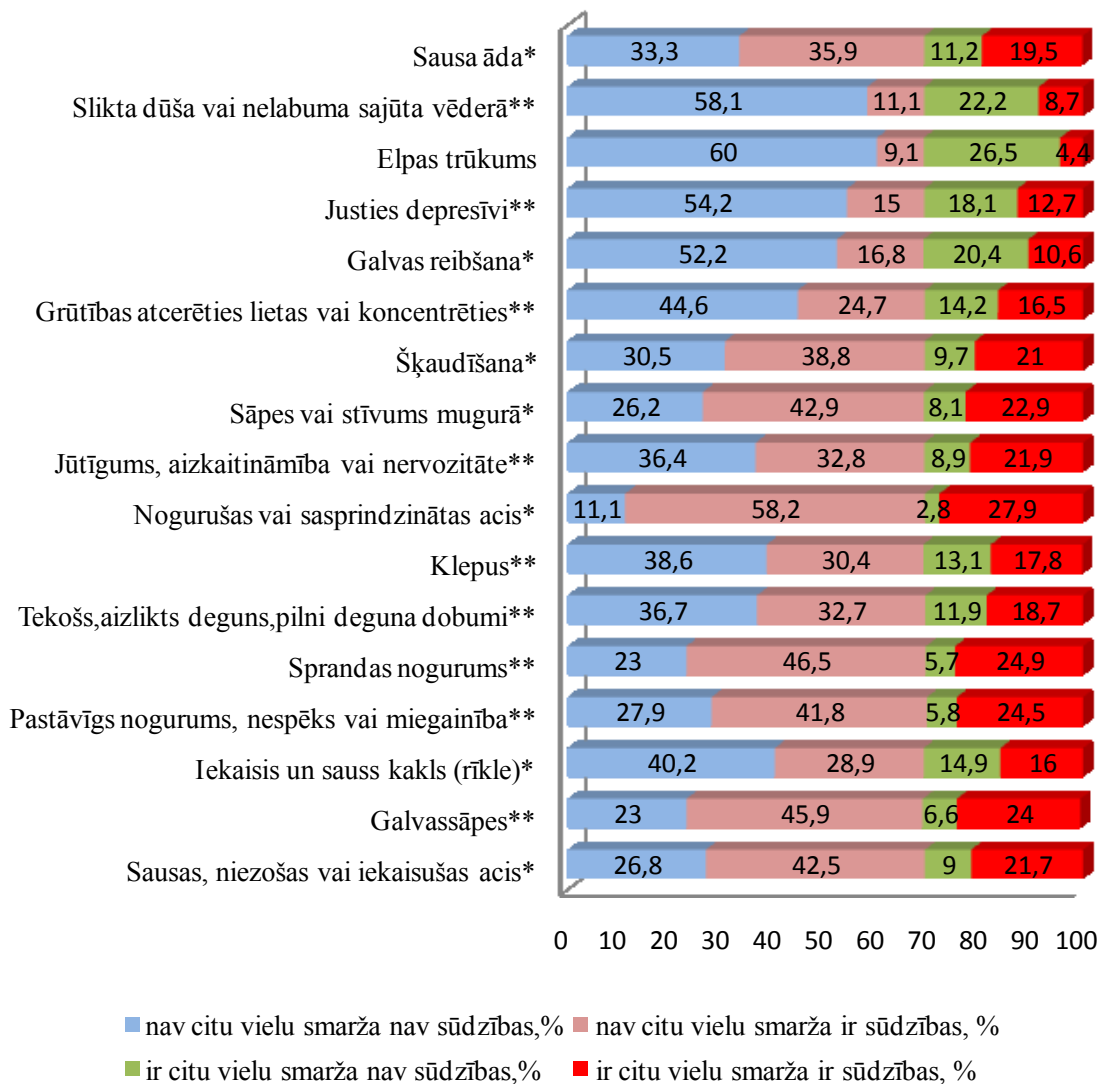
Apskatot veselības sūdzību biežumu aptaujāto biroju darbinieku vidū un novēroto cigarešu dūmu smaržu telpā, redzams, ka darbinieki neatzīmē cigarešu dūmu smaržu telpā un nesaista to ar veselības sūdzībām (skat. 4. attēlu 6. pielikumā).

Ķīmisko vielu smarža

Apskatot veselības sūdzību biežumu aptaujāto biroju darbinieku vidū un novēroto ķīmisko vielu smaržu telpā, redzams, ka darbinieki procentuāli maz atzīmē ķīmisko vielu smaržu telpā un to nesaista ar veselības sūdzībām. Turklāt tādi specifiski jautājumi kā nogurums, nespēks un miegainība (6,4%), iekaisis un sauss kakls (rīkle) (5,1%), tekošs vai aizlikts deguns (5,6%), šķaudīšana (5,7%), galvas reibšana (3,3%), slikta dūša (2,8%) ir statistiski ticami ($p < 0,05$) (skat. 5. attēlu 6. pielikumā).

Cita veida smaržas

Aplūkojot veselības sūdzību biežumu aptaujāto biroju darbinieku vidū un novēroto cita veida smaržu telpā (smacīgs gaiss, virtuves smarža, sviedru, kosmētikas, izplūdes gāzu u.tml.), redzams, ka darbinieki daudz vairāk atzīmē veselības sūdzības. It īpaši bieži ir tādi veselības traucējumi kā pastāvīgs nogurums, nespēks un miegainība – 24,5%; galvassāpes – 21%; grūtības atcerēties un koncentrēties – 16,5% (skat. 3.2.1.4. attēlu).



3.2.1.4. att. Veselības sūdzību biežums un cita veida smaržas biroju darbinieku darba vidē (*p<0,05; **p<0,001)

Telpā konstatēta cigarešu dūmu smarža statistiski ticami nerada lielākas izredzes biroju darbiniekiem sūdzēties par specifiskiem veselības traucējumiem (skat. 6. pielikuma 4. tabulu).

Telpā novērotas ķīmisko vielu smaržas rada lielākas izredzes biroju darbiniekiem ļoti specifiskiem veselības traucējumiem: slikta dūša vai nelabuma sajūta (OR=2,6; 95%TI 1,5 – 4,5), galvas reibšana (OR=2,0; 95%TI 1,2 – 3,4), šķaudīšana (OR=2,1; 95%TI 1,2 – 3,8), tekošs vai aizlikts deguns (OR=2,6; 95%TI (1,5 – 4,7), klepus (OR=1,9; 95%TI (1,1 – 3,3), pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība (OR=2,2; 95%TI (1,2 – 4,3), iekaisis un sauss kakls (rīkle) (OR=2,6; 95%TI (1,5 – 4,6). Rezultātu analīze uzrāda paaugstinātas iespējas iegūt šos veselības traucējumus, ja telpā ir ķīmisko vielu smarža (skat. 6. pielikuma 4. tabulu).

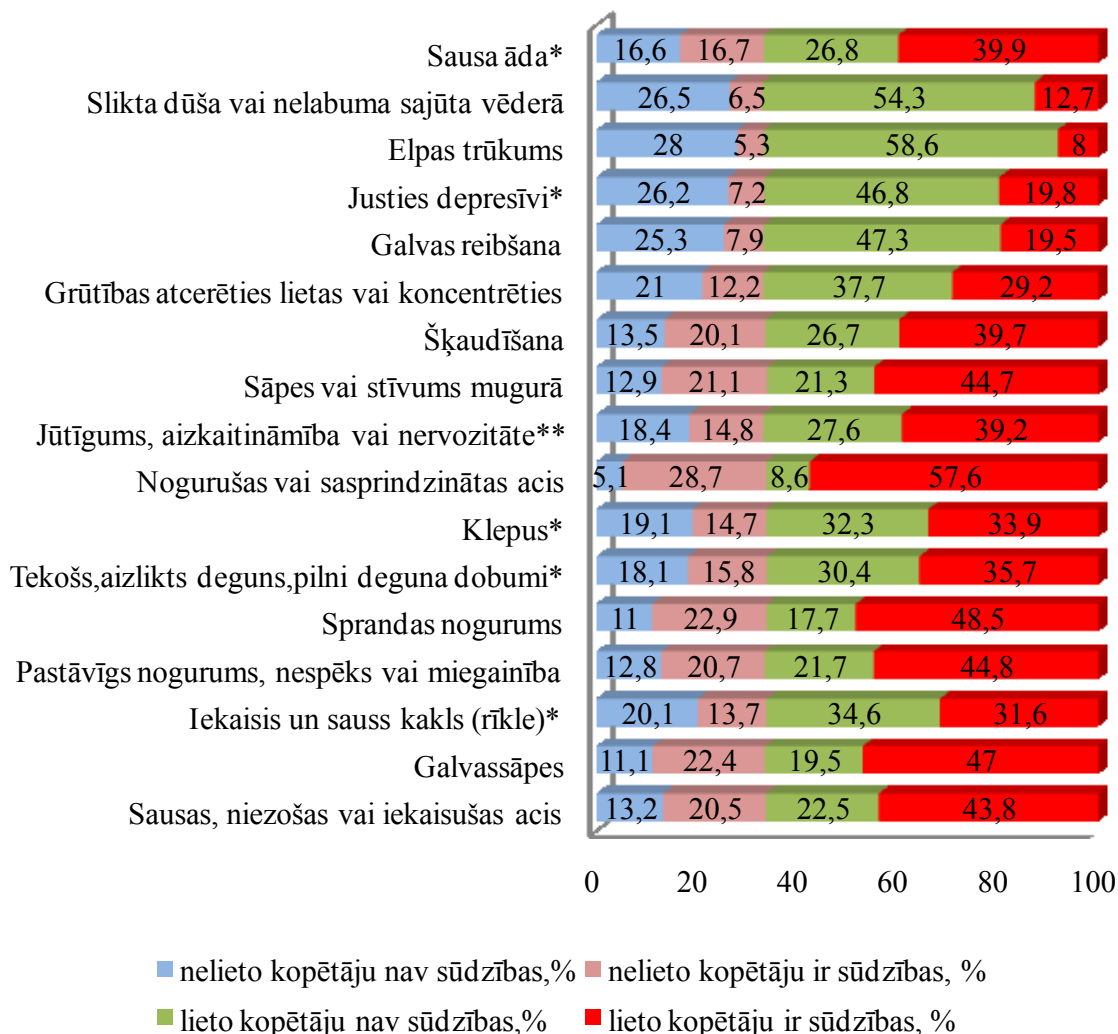
Telpā novērotas cita veida smaržas rada lielākas izredzes biroju darbiniekiem gan ļoti specifiskiem veselības traucējumiem, gan nespecifiskiem (skat. 6. pielikuma 4. tabulu). Vislielākās izredzes ir tikt novērotiem sekojošiem specifiskiem veselības traucējumiem: galvassāpes (OR=1,9; 95%TI (1,3 – 2,7)), pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība (OR=2,8; 95%TI (1,9 – 4,0)), grūtības atcerēties lietas vai koncentrēties (OR=2,1; 95%TI (1,5 – 2,9) u.c. (skat. tabulā). Rezultātu analīze uzrāda paaugstinātas iespējas iegūt šos veselības traucējumus, ja telpā ir cita veida smarža (skat. 6. pielikuma 4. tabulu).

3.2.2. Veselības sūdzības/traucējumi un biroja tehnikas izmantošanas aktivitāte

Birojos plaši tiek izmantota dažāda biroja tehnika: printeri, kopētāji, faksi, papīra smalcinātāji, dokumentu iesiešanas un laminēšanas iekārtas u.t.t. Runājot par iekštelpu gaisa kvalitāti, svarīgi ir atzīmēt arī dažādu kancelejas preču izmantošanu (līmes, lakas, korektori, marķieri u.c.), kas rada ķīmisko vielu izdalīšanos iekštelpu vidē. Gadījumos, kad telpā ventilācijas sistēmas nav vai tā darbojas neefektīvi, pat šie nelielie ķīmisko vielu daudzumi telpu gaisā uzkrājas un var radīt paaugstinātu kopējo piesārņojuma līmeni, kas darbiniekiem ilgstošas iedarbības rezultātā varētu radīt nopietnus veselības traucējumus.

Kopēšanas aktivitāte

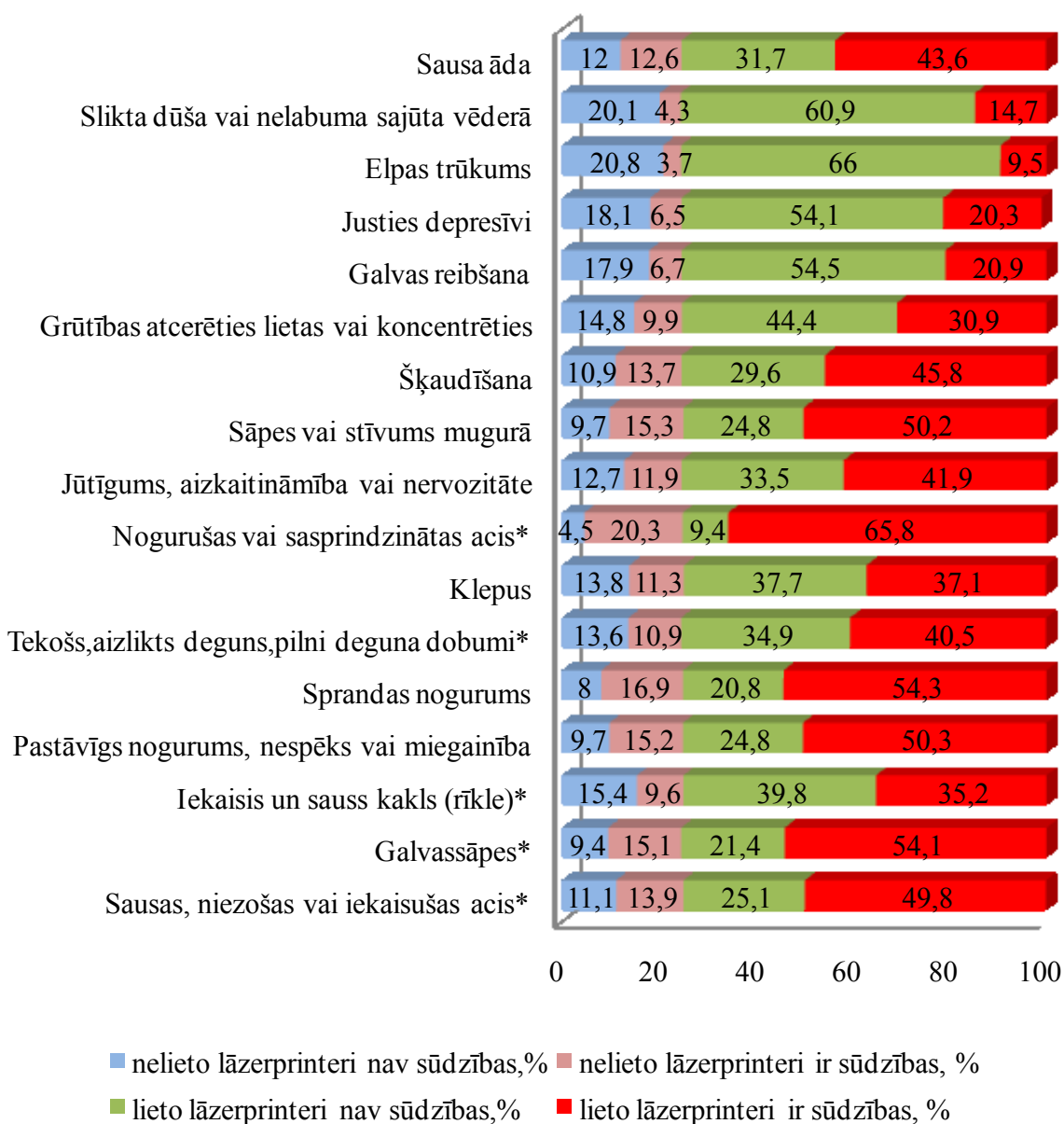
Salīdzinot sūdzību biežumu par veselību aptaujāto biroju darbinieku vidū un kopētāja lietošanas aktivitāti, redzams, ka darbinieki ievērojami vairāk atzīmē sūdzības par veselību, ja lieto kopētāju nekā nelieto. Līdzīgi kā arī iepriekšējos jautājumos par darba vidi arī šajā aspektā procentuāli vairāk darbinieki sūdzas par nogurušām vai sasprindzinātām acīm, sprandas nogurumu, sāpēm vai stīvumu mugurā u.t.t., kas raksturīgi biroju darbiniekiem (sēdošs darbs, darbs ar datoru un dokumentiem). Taču it īpaši gribētos izdalīt tāds veselības traucējums kā pastāvīgs nogurums, nespēks un miegainība – 44,8%; galvassāpes – 47%; grūtības atcerēties un koncentrēties – 29,2%; šķaudīšana – 39,7%; tekošs vai aizlikts deguns – 35,7%; klepus – 33,9%, iekaisis un sauss kakls – 31,6%; galvas reibšana – 19,5%; slikta dūša vai nelabuma sajūta – 12,7%; elpas trūkums – 8% u.c., kuri ir novērojami darbiniekiem, kas regulāri lieto kopētājus (skat. 3.2.2.1. attēlu).



3.2.2.1. att. Veselības sūdzību biežums un kopētāja lietošanas aktivitāte biroju darbinieku darba vidē (* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$)

Lāzerprinteru lietošanas aktivitāte

Veselības sūdzību biežums aptaujāto biroju darbinieku vidū un lāzerprinteru lietošanas aktivitāte norāda uz to, ka darbinieki lielākoties atzīmē veselības sūdzības, ja lieto lāzerprinteri nekā nelieto. Tāpat kā arī iepriekšējos jautājumos par darba vidi, arī šajos procentuāli vairāk sūdzas par nogurušām vai sasprindzinātām acīm, sprandas nogurumu, sāpēm vai stīvumu mugurā u.t.t., kas raksturīgi biroju darbiniekiem (sēdošs darbs, darbs ar datoru un dokumentiem). Taču tādi veselības traucējumi kā pastāvīgs nogurums, nespēks un miegainība – 50,3%; galvassāpes – 54,1 %; grūtības atcerēties un koncentrēties – 30,9%; šķaudīšana – 45,8%; tekošs vai aizlikts deguns – 40,5%; klepus – 37,1%, iekaisis un sauss kakls – 35,2%; galvas reibšana – 20,9%; slikta dūša vai nelabuma sajūta – 14,7%; elpas trūkums – 9,5% u.c. ir novērojami darbiniekiem, kas regulāri lieto lāzerprinterus (skat. 3.2.2.2. attēlu).



3.2.2.2.. att. Veselības sūdzību biežums un lāzerprinteru lietošanas aktivitāte biroju darbinieku darba vidē (*p<0,05)

Kopētāju lietošana rada nedaudz lielākas izredzes biroju darbiniekiem sekojošiem specifiskiem veselības traucējumiem: klepus (OR=1,36; 95%TI 1,02 – 1,82), tekošs vai aizlikts deguns (OR=1,35; 95%TI (1,1 – 1,80), iekaisis un sauss kakls (rīkle) (OR=1,34; 95%TI (1,00 – 1,80)) uzrāda nedaudz paaugstinātas iespējas iegūt šos veselības traucējumus, ja darbinieks veic kopēšanas darbus (skat. 6. pielikuma 5. tabulu).

Lāzerprinteru lietošana rada lielākas izredzes biroju darbiniekiem specifiskiem veselības traucējumiem: galvassāpes (OR=1,57; 95%TI (1,13 – 2,20)), pastāvīgs

nogurums, nespēks vai miegainība (OR=1,59; 95%TI (1,15 – 2,19)), iekaisis un sauss kakls (rīkle) (OR=1,41; 95%TI (1,02 – 2,40)) (skat. tabulā). Rezultātu analīze uzrāda nedaudz paaugstinātas iespējas iegūt šos veselības traucējumus, ja darbinieks veic lāzerprintēšanas darbus (skat. 6. pielikuma 5. tabulu).

Faksa lietošanas aktivitāte

Veselības sūdzību biežums aptaujāto biroju darbinieku vidū un faksa lietošanas aktivitāte, norāda uz to, ka darbinieki lielākoties atzīmē veselības sūdzības, nesaistot tās ar faksa lietošanu. Protams, tāpat kā iepriekšējos jautājumos par darba vidi, arī šajos procentuāli vairāk sūdzas par nogurušām vai sasprindzinātām acīm, sprandas nogurumu, sāpēm vai stīvumu mugurā u.t.t., kas raksturīgi biroju darbiniekiem (sēdošs darbs, darbs ar datoru un dokumentiem) (skat. 6. attēlu 6. pielikumā).

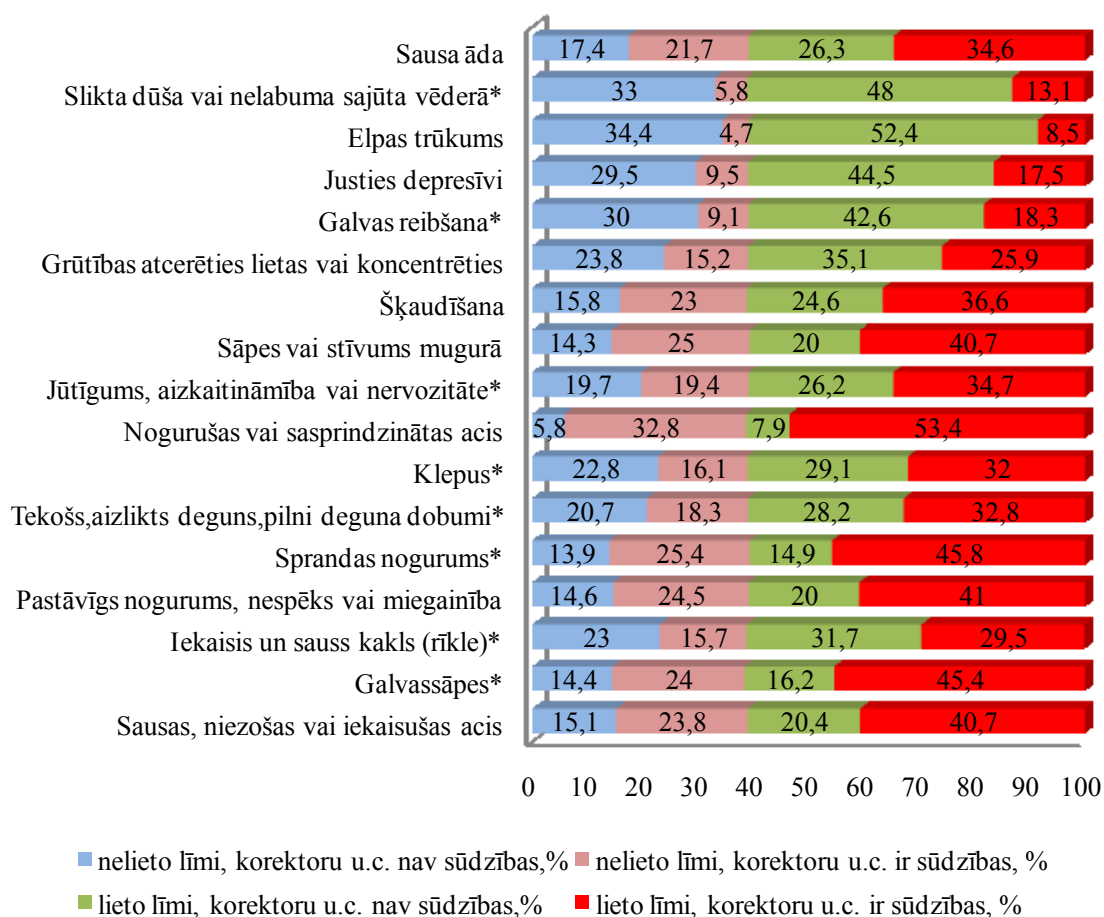
Biroja kancelejas piederumu (līmes, korektori, dzēšgumijas, marķieri u.c.) lietošana

Sūdzību biežums par veselību aptaujāto biroju darbinieku vidū un kancelejas piederumu (līmes, korektori, dzēšgumijas, marķieri u.c.) lietošana, norāda uz to, ka darbinieki, lielākoties, atzīmē specifiskās veselības sūdzības, sasaistot tās ar līmes, korektoru, dzēšgumiju, marķieru u.c. lietošanu. Tāpat kā arī iepriekšējos jautājumos par darba vidi arī šajos procentuāli vairāk sūdzas par nogurušām vai sasprindzinātām acīm, sprandas nogurumu, sāpēm vai stīvumu mugurā u.t.t., kas raksturīgi biroju darbiniekiem (sēdošs darbs, darbs ar datoru un dokumentiem) (skat. 3.2.2.3.8. att). Bet jāatzīmē, ka izteiktāki ir tādi specifiski veselības simptomi kā galvassāpes – 45,5%, pastāvīgs nogurums, nespēks un miegainība – 41,0%, šķaudīšana – 36,6%, tekošs vai aizlikts deguns – 32,8%, klepus – 32,0% (skat. 3.2.2.3. attēlu).

Faksa lietošana rada lielākas izredzes biroju darbiniekiem sekojošiem nespecifiskiem veselības traucējumiem: sausa āda (OR=1,45; 95%TI 1,04 – 2,03), justies depresīvi (OR=1,62; 95%TI (1,14 – 2,31), jutīgums, aizkaitināmība vai nervozitāte - (OR=1,72; 95%TI (1,23 – 2,40)). Rezultātu analīze uzrāda nedaudz paaugstinātas iespējas iegūt šos veselības traucējumus, ja darbinieks lieto faksa aparātu (skat. 6. pielikuma 6. tabulu).

Biroja kancelejas piederumu (līmes, korektori, dzēšgumijas, marķieri u.c.) lietošana rada nedaudz lielākas izredzes biroju darbiniekiem specifiskiem veselības traucējumiem: galvassāpes (OR=1,68; 95%TI (1,25 – 2,27)), klepus (OR=1,56; 95%TI (1,17 – 2,07)), iekaisis un sauss kakls (rīkle) (OR=1,36; 95%TI (1,03 – 1,81)); galvas

reibšana (OR=1,41; 95%TI (1,02 – 1,95)), slikta dūša vai nelabuma sajūta vēderā - (OR=1,57; 95%TI (1,08 – 2,28)). Rezulātu analīze uzrāda nedaudz paaugstinātas iespējas iegūt šos veselības traucējumus, ja darbinieks lieto līmes, korektorus, dzēšgumijas, marķierus u.c. (skat. 6. pielikuma 6. tabulu).



3.2.2.3. att. Veselības sūdzību biežums un līmes, korektoru u.c. lietošanas aktivitāte biroju darbinieku darba vidē (*p<0,05)

3.2.3. Veselības sūdzības/traucējumi un biroja telpu raksturojums

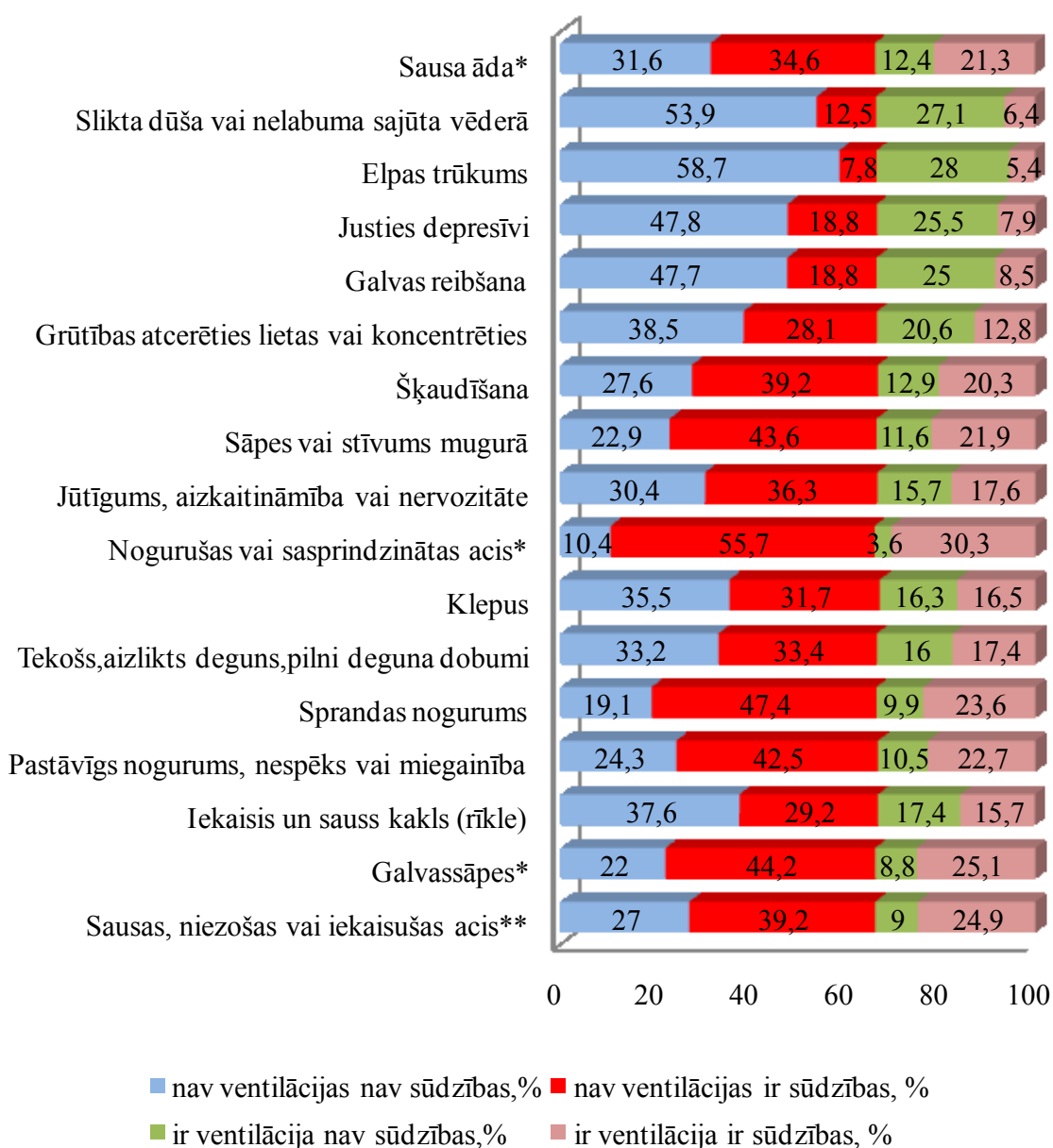
Pētījuma laikā tika veikti darba vides gaisa kvalitātes mērījumi un veikts telpas novērtējums, lai noskaidrotu citus darba vides apstākļus, kuriem varētu būt būtiska ietekme uz darbinieku veselību. Tāpēc rezultātu sadaļā tiek atspoguļoti trīs, manuprāt, nozīmīgākie darba vidi raksturojošie faktori, kam varētu būt nozīme kopējā piesārņojuma līmeņa paaugstināšanās biroja telpā un veselības sūdzību attīstībā. Šie darba vides apstākļi ir: kabineta tips (personīgais kabinets vai atvērtā tipa birojs), telpas ventilācija un telpas grīdas segums (mīksta grīdas segums, koka, lamināta, linoleja).

Kabineta tips

Analizējot veselības sūdzību biežumu aptaujāto biroju darbinieku vidū un kabineta tipa birojā (personīgais kabinets, atvērta tipa birojs), redzam, ka darbinieki, kuriem ir savs personīgais kabinets, vairāk sūdzas par veselību. Statistiski ticami biežāk ir tādi veselības traucējumi, kā sausas, niezošas vai iekaisušas acis (41,4,8%), nogurušas vai sasprindzinātas acis (57,8%) un elpas trūkums (7,8%) (skat. 6. pielikumā 7. attēlu.)

Ventilācija

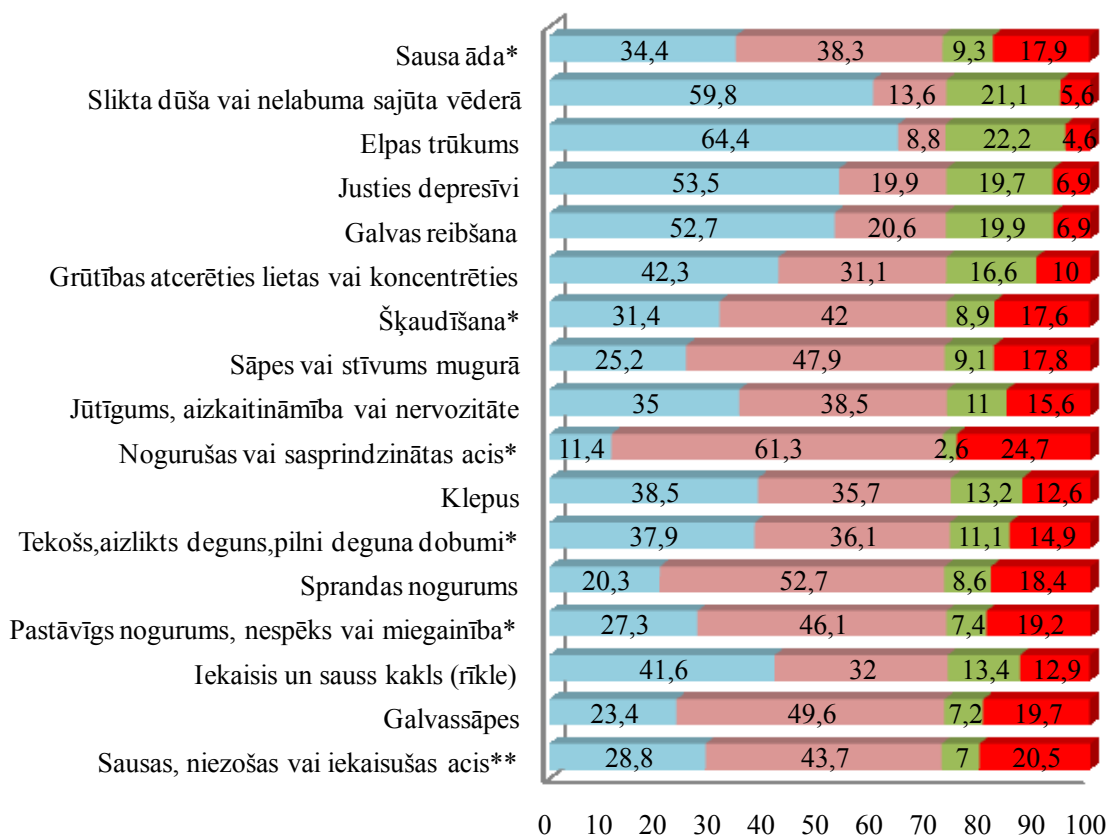
Analizējot sūdzības par veselību aptaujāto biroju darbinieku vidū un ventilācijas esamību (ir vai nav), var konstatēt, ka darbinieki, kuriem darba vietā ir ventilācija, vairāk sūdzas par veselības traucējumiem, viņiem statistiski ticami parādās tādi galvassāpes (44,2%), sausas, niezošas vai iekaisušas acis (39,2%), nogurušas vai sasprindzinātas acis (57,7%) un sausa āda (34,6%) (skat. 3.2.2.4. attēlu).



3.2.2.4.att. Veselības sūdzību biežums un ventilācija biroju darbinieku darba vidē
(*p<0,05; **p<0,001)

Grīdas seguma veids

Analizējot veselības sūdzību biežumu aptaujāto biroju darbinieku vidū un grīdas seguma veidu (mīksta vai cits) redzam, ka darbinieki, kuru darba vietā ir mīksta grīdas segums, statistiski ticami biežāk atzīmē šķaudīšanu (17,6%), sausas, niezošas vai iekaisušas acis (20,5%), tekošu, aizliktu degunu (14,9%), pastāvīgu nogurumu, nespēku vai miegainību (19,2%), sausu ādu (17,9%), nogurušas vai sasprindzinātas acis (24,7%) (skat. 3.2.2.5. attēlu).



■ nav mīksta grīdas seguma nav sūdzības,% ■ nav mīksta grīdas segums ir sūdzības,%
 ■ ir mīksta grīdas seguma nav sūdzības,% ■ ir mīksta grīdas segums ir sūdzības,%

3.2.2.5. att. Veselības sūdzību biežums un mīksta grīdas segums biroju darbinieku darba vidē (*p<0,05; **p<0,001)

Atvērtā tipa birojos darbiniekiem ir vairāk nespecifisku veselības traucējumu: sausas, niezošas vai iekaisušas acis (OR=1,89; 95%TI 1,37 – 2,60) un nogurušas vai sasprindzinātas acis (OR=2,44; 95%TI (1,48 – 4,05)). Rezultātu analīze parāda, ka šie veselības traucējumi ir biežāk darbiniekiem, kas strādā atvērtā tipa birojā nevis kabinetā (skat. 6. pielikuma 7. tabulu).

Mīkstā grīdas seguma esamība telpā biežāk izraisa biroju darbiniekiem šādus veselības traucējumus: sausas, niezošas vai iekaisušas acis (OR=1,92; 95%TI 1,38 – 2,68), pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība (OR=1,54; 95%TI 1,10 – 2,15), tekošs, aizlikts deguns (OR=1,40; 95%TI (1,03 – 1,92)), nogurušas vai sasprindzinātas acis (OR=1,80; 95%TI (1,10 – 2,93)); šķaudīšana (OR=1,48; 95%TI (1,07 – 2,03)), sausa āda (OR=1,73; 95%TI (1,26 – 2,37)). Rezultātu analīze uzrāda, ka šie veselības traucējumi biežāk rodas darbiniekiem, kuri strādā telpās ar mīksto grīdas segumu (skat. 6. pielikuma 7. tabulu).

Ventilācijas trūkums telpā biežāk izraisa biroju darbiniekiem šādsiem veselības traucējumus: sausas, niezošas vai iekaisušas acis (OR=1,92; 95%TI 1,38 – 2,68), galvassāpes (OR=1,42; 95%TI 1,03 – 1,96), nogurušas vai sasprindzinātas acis (OR=1,56; 95%TI (1,01 – 2,42)); sausa āda (OR=1,57; 95%TI (1,17 – 2,10)).

3.3. Sakarības starp darba vidi piesārņojošiem faktoriem un organisma atbildes reakciju

Biroju darbinieku darba vidē ir daudz dažādu riska faktoru, kas var nelabvēlīgi ietekmēt viņu veselību. Tie ir gan gaisa kvalitātes rādītāji, gan darba vides aprīkojums, gan darba vides „emocionālais klimats”, kā arī darbinieku dzimums, vecums, smēķēšana u.c. faktori. Svarīgi bija noteikt sakarības starp darba vidi piesārņojošiem faktoriem un organisma atbildes reakciju pēc darbinieku sūdzību biežuma par veselību. Sakarības tika noteiktas pēc aptaujas anketu apkopotiem datiem un darba vides mērījumu rezultātiem.

3.3.1. Daudzfaktoru analīzes rezultāti

Lai noskaidrotu biroju darba vides riska faktoru, biroja tehnikas un aprīkojuma savstarpējo mijiedarbību un to ietekmi uz biroju darbinieku veselību, tika veikta daudzfaktoru analīze (multinominālā loģistiskā regresija), tos savstarpēji samērojot. Apskatot multinominālās loģistiskās regresijas analīzes rezultātus par dažādu riska faktoru ietekmi uz biroju darbinieku veselību, statistiski ticami tika iegūti šādi rezultāti:

- **iekaisušu un sausu kaklu** biroju darbiniekiem ir lielākas izredzes iegūt, ja biroju telpās ir sauss gaiss (OR=1,52; 95% TI 1,07 – 2,15), jūtama kīmisko vielu smarža (OR=2,56; 95% TI 1,36 – 4,81), kā arī darbiniekiem vecumā no 35 – 54 gadiem (skat. 7. Pielikuma 15. un 16. tabulu);
- **sausu ādu** biroju darbiniekiem ir lielākas izredzes novērot, ja biroju telpās ir samazināts gaisa kustības ātrums (OR=1,49; 95% TI 1,03 – 2,17), sauss gaiss (OR=2,53; 95% TI 1,77 – 3,62), kā arī sievietēm (OR=2,86; 95% TI 1,73 – 4,72) (skat. 7. Pielikuma 1. un 2. tabulu);
- **sausas, niezošas vai iekaisušas acis** biroju darbiniekiem ir lielākas izredzes iegūt, ja biroju telpās ir paaugstināts gaisa kustības ātrums (OR=1,64; 95% TI 1,04 – 2,58), sauss gaiss (OR=1,65; 95% TI 1,15 – 2,36) un paaugstināta gaisa temperatūra (OR=1,60; 95% TI 1,10 – 2,33) (skat. 7. Pielikuma 3. un 4. tabulu);

- **tekošs vai aizlikts deguns** tika novērots biroja darbiniekiem, ja telpās ir samazināts gaisa kustības ātrums (OR=1,64; 95% TI 1,14 – 2,36) un jūtama ķīmisko vielu smarža (OR=2,53; 95% TI 1,30 – 4,95) (skat. 7. Pielikuma 21. un 22. tabulu);
- **pastāvīgu nogurumu, nespēku vai miegainību** lielākas izredzes biroju darbiniekiem ir iegūt, ja biroju telpās ir paaugstināta temperatūra (OR=1,51; 95% TI 1,02 – 2,25); sauss gaiss (OR=1,52; 95% TI 1,05 – 2,21); nepatīkama cita veida smarža (OR=2,29; 95% TI 1,52 – 3,46), kā arī sievietēm (OR=2,20; 95% TI 1,34 – 3,63) (skat. 7. Pielikuma 9. un 10. tabulu);
- **elpas trūkumu** lielākas iespējas ir novērot, ja telpās ir **sauss gaiss** (OR=2,06; 95% TI 1,21 – 3,52) (skat. 7. Pielikuma 19. un 20. tabulu);
- **klepu** lielākas izredzes iegūt ir darbiniekiem, ja biroju telpās ir jūtama līmes, korektoru, dzēšgumiju un citu ķīmisko produktu radīta smarža (OR=1,47; 95% TI 1,06 – 2,04) un pārāk liela gaisa plūsma (OR=1,69; 95% TI 1,14 – 2,52) (skat. 7. Pielikuma 13. un 14. tabulu);
- **galvassāpes** lielākas izredzes iegūt darbiniekiem, kuru telpās ir paaugstināta gaisa plūsma (OR=1,67; 95% TI 1,01 – 2,75); ir nepatīkama cita veida smarža (OR=1,54; 95% TI 1,02 – 2,33), kā ar **sievietēm** (OR=3,36; 95% TI 2,02 – 5,61) (skat. 7. Pielikuma 17. un 18. tabulu);
- **galvas reibšanu** lielākas izredzes novērot darbiniekiem, ja biroja telpās ir ķīmisko vielu smarža (OR=1,93; 95% TI 1,03 – 3,63), kā arī sievietēm (OR=2,72; 95% TI 1,42 – 5,21) un darbiniekiem vecumā no 34 – 54 gadiem (skat. 7. Pielikuma 7. un 8. tabulu);
- **sliktu dūšu vai nelabuma sajūtu vēderā** lielākas iespējas novērot biroju darbiniekiem, ja biroju telpās ir jūtama līmes, korektoru, dzēšgumiju un citu ķīmisko produktu radīta smarža (OR=1,62; 95% TI 1,06 – 2,50), ir izteikta ķīmisko vielu smarža (OR=2,51; 95% TI 1,29 – 4,90) un cita veida smarža (OR=1,57; 95% TI 1,04 – 2,63) (skat. 7. Pielikuma 5. un 6. tabulu);
- **šķaudišanu** lielākas izredzes novērot ir darbiniekiem, ja biroju telpās ir samazināta gaisa temperatūra (OR=1,47; 95% TI 1,00 – 2,14) un samazināts gaisa kustības ātrums (OR=1,61; 95% TI 1,11 – 2,33), kā arī sievietēm (OR=1,69; 95% TI 1,05 – 2,73) un darbiniekiem vecuma grupā no 25 – 34 gadiem (OR=1,80; 95% TI 1,04 – 3,11) (skat. 7. Pielikumu no 23. līdz 24. tabulai).

Daudzfaktoru analīzē tika iegūti arī dati par tādiem biroju darbinieku veselības traucējumiem, kā sāpes vai stīvums mugurā, nogurušas un sasprindzinātas acis, jutīgums, aizkaitināmība vai nervozitāte, sprandas nogurums, depresīvs noskaņojums. Iegūtie rezultāti norādīja, ka šīs veselības sūdzības ietekmē arī dzimums un vecums (skat. 7. Pielikumu no 25. līdz 32. tabulai).

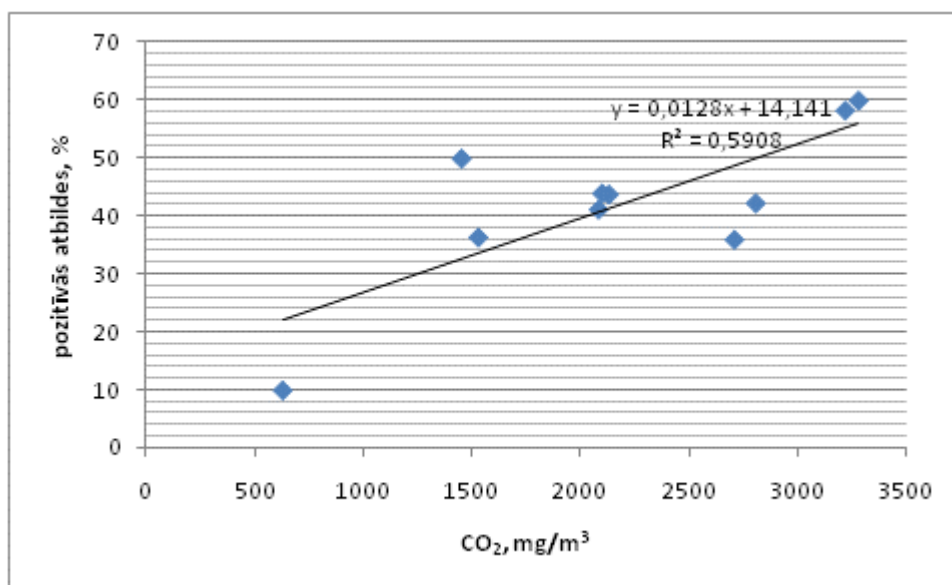
3.3.2. Sakarību apkopojums starp mērījumiem un veselības sūdzībām

Analizējot sakarību starp ogļūdeņražu (summāri) mērījumu rezultātiem un birojos veiktās aptaujas pozitīvām atbildēm par grūtībām atcerēties un/vai koncentrēties, redzam, ka pastāv cieša sakarība ($r^2=0,756$) starp reāliem mērījumiem un aptaujas datiem. Tāpat šāda cieša sakarība atrasta starp formaldehīda koncentrāciju pieaugumu un grūtībām atcerēties un/vai koncentrēties ($r^2=0,592$). Turklāt, tika arī atrasta cieša sakarība starp formaldehīda koncentrācijas pieaugumu un galvassāpēm ($r^2=0,764$). Savukārt, cieša sakarība ($r^2=0,894$) novērota starp aldehīdu kopējā ekspozīcijas indeksa pieaugumu un grūtībām atcerēties un/vai koncentrēties. Bet, analizējot sakarību starp gaistošo organisko savienojumu (šķīdinātāju, ogļūdeņražu) ekspozīcijas indeksu un sūdzībām par veselību, redzam, ka vidēji cieša sakarība pastāv starp elpas trūkumu un organisko šķīdinātāju koncentrāciju jeb ekspozīcijas indeksu ($r^2=0,5737$).

Analizējot sakarību starp ozona koncentrāciju un biroja darbinieku aptaujas pozitīvām atbildēm par iekaisušu un sausu kaklu, redzam, ka pastāv ļoti cieša sakarība ($R^2=0,989$) starp reāliem mērījumiem un aptaujas datiem.

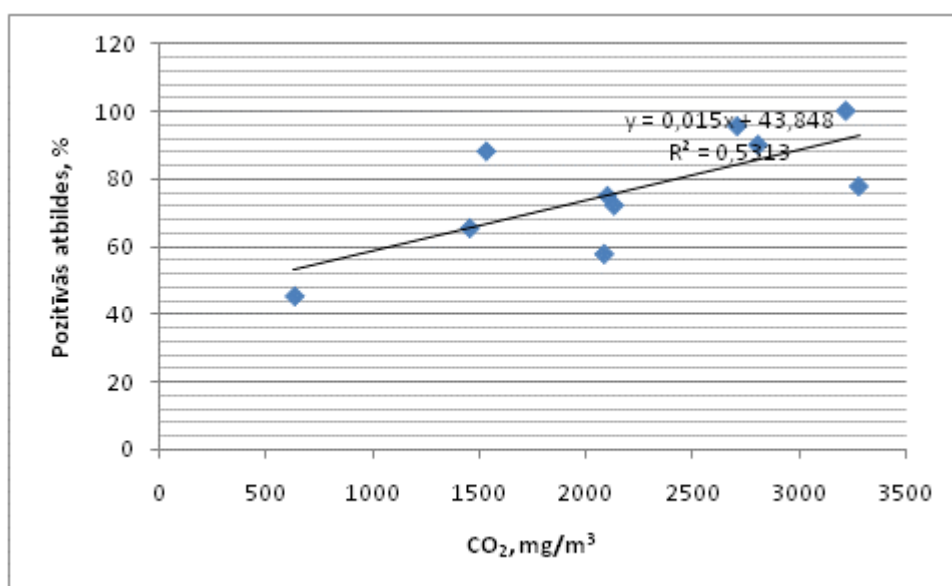
Analizējot sakarību starp iekštelpu gaisa temperatūras mērījumu rezultātiem un darbinieku pozitīvām atbildēm par galvas reibšanu ($r^2=0,845$) un sliktu dūšu ($r^2=0,748$), redzam, ka pastāv cieša sakarība starp reāliem mērījumiem un aptaujas datiem.

Arī analizējot sakarības starp oglekļa dioksīda koncentrāciju un veiktās aptaujas pozitīvām atbildēm par grūtībām koncentrēties vai atcerēties ($r^2=0,5908$), konstatēts, ka pastāv vidēji cieša korelācija (skat. 3.3.2.1. attēlu).



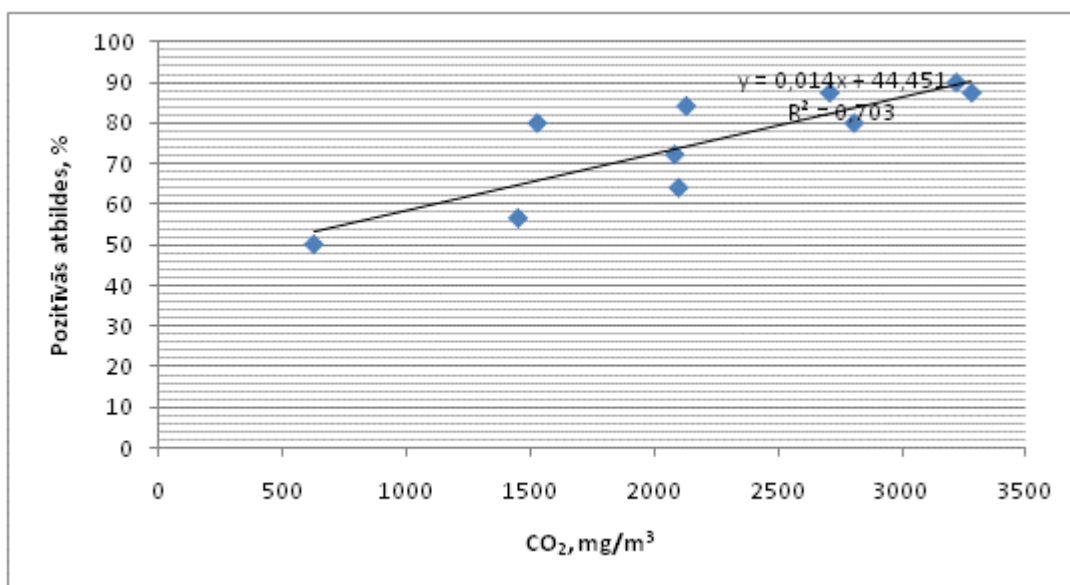
3.3.2.1. att. Sakarība starp darbinieku pozitīvām atbildēm par grūtībām koncentrēties un/vai atcerēties un oglekļa dioksīda pieaugumu biroja telpās

Sakarība starp oglekļa dioksīda koncentrāciju un veiktās aptaujas pozitīvām atbildēm par nogurumu, nespēku un miegainību ($r^2=0,531$) norāda uz vidēji ciešu sakarību (skat. 3.3.2.2. attēlu).



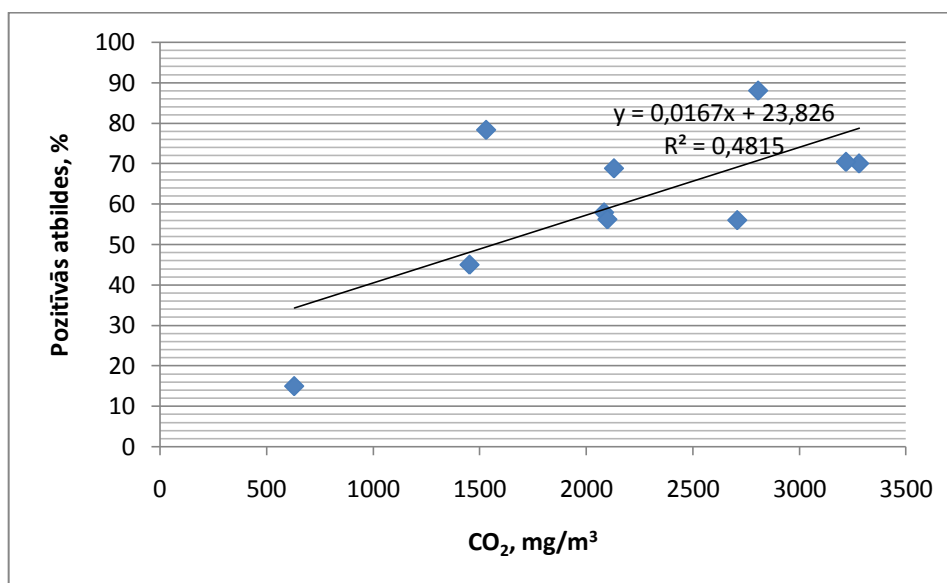
3.3.2.2. att. Sakarība starp darbinieku pozitīvām atbildēm par nogurumu, nespēku un miegainību un oglekļa dioksīda pieaugumu biroja telpās

Atrasta cieša sakarība starp oglekļa dioksīda koncentrāciju un veiktās aptaujas pozitīvām atbildēm par galvassāpēm ($r^2=0,703$) (skat. 3.3.2.3. attēlu).



3.3.2.3. att. Sakarība starp darbinieku pozitīvām atbildēm par galvassāpēm un oglekļa dioksīda pieaugumu biroja telpās.

Sakarība starp oglekļa dioksīda koncentrāciju un veiktās aptaujas pozitīvām atbildēm par šķaudīšanu ($r^2=0,482$) norāda uz vidēji ciešu sakarību (skat. 3.3.2.4. attēlu).



3.3.2.4. att. Sakarība starp darbinieku pozitīvām atbildēm par šķaudīšanu un oglekļa dioksīda pieaugumu biroja telpās

Analizējot sakarību starp putekļu daļiņu mērījumiem un veselības sūdzībām, redzam, ka pastāv vidēji cieša sakarība starp klepu un daļiņu alveolārās ($r^2=0,326$), kā arī elpas trūkumu un traheobronhiālās frakcijas virsmas laukumu ($r^2=0,358$) (visus rezultātus skat. 8. pielikumu).

3.3. Biroju tehniskā aprīkojuma radītā darba vides piesārņojuma iespējamās ietekmes uz organismu eksperimentāls novērtējums

Eksperiments ar *Wistar* populācijas baltām žurkām biroja tipa telpā (kopētavā) veikts, lai novērtētu biroja tehnikas radīto iekštelpu gaisa piesārņojuma ietekmi uz eksperimenta dzīvnieku elpošanas sistēmu, t.i., iekaisumu, organisma imunitātes pavājināšanos. Eksperiments tika veikts reālos darba vides apstākļos, kas šāda veida eksperimentos netiek praktizēts, jo mākslīgi radītu vidi vieglāk kontrolēt, bet izveidot reālu ekspozīciju pilnīgi visiem iekštelpu gaisa kvalitātes rādītājiem ir grūti. Tāpēc eksperimentālajiem dzīvniekiem izmantota pasīvās inhalācijas ekspozīcijas metode.

3.4.1. Dzīvnieku eksperimenta rezultāti

Eksperimentālo dzīvnieku fizioloģisko rādītāju novērtējums

Pētījumā dzīvnieku ārējais izskats un uzvedība tika novērots 28 dienas. Pētījuma laikā abu grupu dzīvniekiem bija gluda, spīdīga spalva, ausis un deguns viegli sārti, tīri. Sagatavotā barība tika apēsta apmēram 3-4 stundu laikā.

Dzīvnieku ķermeņa masas rādītāji apkopoti 3.4.1.1. tabulā.

3.4.1.1. tabula

Eksperimentālo dzīvnieku ķermeņa masa pētījuma laikā

Grupas	Ķermeņa masa, g									
	Ķermeņa masa eksp. sākumā		pēc 7 dienām		pēc 14 dienām		pēc 21 dienas		pēc 28 dienām	
	Vidējais	SDEV	Vidējais	SDEV	Vidējais	SDEV	Vidējais	SDEV	Vidējais	SDEV
Kontroles gr.	184,4	7,5	232,7	19,9	281,8	11,9	301,6	20,8	340,0	17,5
Eksperimentālā gr.	183,9	4,5	229,4	11,5	278,8	6,6	290,6*	9,4	317,6*	13,3

*starpība statistiski ticama pie $p \leq 0,05$, salīdzinot ķermeņa masu eksperimentālā grupā ar kontroles grupu

Rezultāti rāda, ka visu dzīvnieku (gan kontroles, gan eksperimentālās grupas) ķermeņa masa eksperimenta laikā pieauga. Salīdzinot iegūtos rādītājus, redzam, ka eksperimentālā grupā ķermeņa masa pēc 28 dienām ir statistiski ticami mazāka nekā kontroles grupā. Pēc pirmās un otrās nedēļas ķermeņa masas pieaugums abās grupās ir aptuveni vienāds – no 45 līdz 48 g, bet, sākot ar trešo nedēļu, gan eksperimentālās grupas, gan kontroles grupas dzīvniekiem ķermeņa masas pieaugums ir mazāks.

Bronhoalveolārā skalojuma analīze

Eksperimenta beigās tika veikts augšējo elpceļu un plaušu skalojums, kurā iegūts bronhoalveolārais šķidrums ar surfaktantu un dažādām šūnām.

Veicot bronhoalveolāro skalojuma analīzi, saskaitītas epitēlijšūnas, limfocīti, neitrofili, makrofāgi, kā arī aprēķināts kopējais šūnu skaits.

Plaušu un augšējo elpceļu šūnu kvalitatīvās un kvantitatīvās pārmaiņas parādītas 3.4.1.2. tabulā.

3.4.1.2. tabula

Plaušu un augšējo elpceļu šūnu kvalitatīvās un kvantitatīvās izmaiņas

Grupa	Dzīvnieku skaits (n)	Kopējais šūnu skaits	Makrofāgi	Neitrofili	Limfocīti	Epitēlijšūnas
		Vidējais±SDEV				
Augšējie elpceļi						
Kontroles gr.	5	27,4±3,2	1,2±0,8	11,4,0±2,3	8,0±1,9	6,8±2,3
Eksperim. gr.	10	65,0±22,0*	0	43,0±18,8*	14,0±5,3*	8,0±1,2
Plaušas						
Kontroles gr.	5	118,4±43,9	1,6±1,2	45,4±15,1	66,2±25,6	5,2±1,8
Eksperim. gr.	10	107,2±52,2	0,8±0	24,2±14,6*	74,2±48,5	8,0±4,2

Piezīme: *starpība statistiski ticama pie $p<0,05$, salīdzinot pārmaiņas starp abām grupām

Iegūtie dati liecina, ka eksperimenta beigās, pēc 28 dienu atrašanās telpā ar dažādu biroja tehniku eksperimentālās grupas dzīvnieku augšējos elpceļos notikušas šūnu izmaiņas. Stipri palielinājies ($p<0,05$) kopējais šūnu skaits, neitrofilu un limfocītu skaits. Augšējo elpceļu skalojumā netika atrasti makrofāgi.

Plaušu skalojuma analīze parādīja, ka statistiski ticami ir samazinājies neitrofilu skaits, pārējo šūnu kvantitatīvajās izmaiņās vērojama tendence samazināties kopējam šūnu skaitam, arī makrofāgu skaitam, bet palielināties limfocītu un epitēlijšūnu skaitam.

Asins klīniskā aina

Asins klīniskā aina sniedz informatīvu izziņas materiālu par organisma fizioloģisko stāvokli. Pētījumā analizēti šādi hematoloģiskie rādītāji: eritrocīti (nodrošina gāzu maiņu, ņem līdzdalību organisma skābju-sārmu līdzsvara uzturēšanā,

glikolīzē u.c.), hemoglobīns (Hb) (eritrocītu galvenais elpošanas pigments, apgādā audus ar skābekli), hematokrīts (attiecība starp asins formelementiem un plazmu), leukocīti (to pamatfunkcija – aizsargfunkcija, toksīnu noārdīšana un izvadīšana, fagocitoze, antivielu produkcija, reģenerējošo audu apgāde, līdzdalība bioloģiski aktīvo vielu maiņā).

Leikocītu morfoloģiskais sastāvs atspoguļo leikocītu veidu procentuālās attiecības. Daudzu iekaisumu, infekciju gadījumos leikocītu formula mainās. Neitrofilie leikocīti veic baktericīdo, vīrusocīdo un dezintoksikācijas funkciju; limfocīti (vairākums) piedalās imunoloģiskajās reakcijās, veido cirkulējošās antivielas un realizē humorālās imunitātes mehānismus; eozinofīlie leikocīti spēj aktīvi fagocitēt, ņem dalību alerģiskajā procesā; bazofīlie leikocīti – piedalās iekaisuma un alerģijas procesos; monocīti fagocitē šūnas, mikobaktērijas, sīkus svešķermeņus.

Rezultāti, kas iegūti, pētot asins klīnisko ainu, apkopoti 3.4.1.3.tabulā.

3.4.1.3. tabula

Asins ainas rādītāji eksperimentālajiem dzīvniekiem pēc 28 dienu ekspozīcijas biroja telpās

Dzīvnieku grupas	Rādītāji							
	Eritrocīti, milj.		Hb *		Hct **		Leikocīti, tūkst.	
	Vidējais	SDEV	Vidējais	SDEV	Vidējais	SDEV	Vidējais	SDEV
Kontroles gr.	8,23	<i>0,5</i>	14,08	<i>2,5</i>	41,8	<i>6,4</i>	15,5	<i>1,9</i>
Eksperimentālā gr.	8,76	0,80	14,62	<i>0,7</i>	43,24	<i>1,62</i>	21,48	<i>4,07</i>

Piezīme: * Hb- hemoglobīns ** Hct- hematokrīts

Kā redzams 3.4.1.3. tabulā, eritrocītu skaits, hemoglobīna daudzums, hematokrīts abās dzīvnieku grupās būtiski nav mainījies visa pētījuma laikā. Eksperimentālā grupā ir palielinājies leikocītu skaits, bet tā kā baltām žurkām ir samērā lielas svārstības fizioloģiskās normas robežās, tad starpība nav statistiski ticama. Leikocītu procentuālās attiecības parādīts 3.4.1.4. tabulā. Daudzu iekaisumu, infekciju gadījumos leikocītu formula mainās.

Eksperimentālo dzīvnieku leukocītu formula pēc 28 dienu ekspozīcijas biroja telpās

Dzīvnieku grupas	Leukocītu formula*, %									
	Lym		Mon		Neu		Eos		Baso	
	Vidējais	SDEV	Vidējais	SDEV	Vidējais	SDEV	Vidējais	SDEV	Vidējais	SDEV
Kontroles gr.	78,8	3,4	4,9	2,5	13,3	3,3	2,3	1,1	0,7	0,3
Eksperimentālā gr.	76,4	5,9	4,6	1,7	16,1	3,8	2,1	1,0	0,7	0,3

Piezīmes: ^x-**Neu**- neitrofilie; **Lym** - limfocīti; **Mon** - monocīti; **Eos** - eozinofīlie; **Baso** - bazofīlie.

Analīze rāda, ka leukocītu formulā visa eksperimenta laikā dzīvniekiem leukocītu morfoloģiskā struktūra statistiski ticami nebija izmainīta un būtiski neatšķīrās no fizioloģiskās normas; novērotās izmaiņas neitrofilo leukocītu daudzumā var uzskatīt kā tendenci. Starp rādītājiem konstatētas samērā lielas individuālās pārmaiņas, kas atspoguļojas plašā standartklūdas diapazonā, kādēļ netika konstatētas statistiski ticamas atšķirības.

Bioķīmiskie rādītāji

Eksperimentālo dzīvnieku asinīs pēc 28 dienu ekspozīcijas tika noteikti šādi bioķīmiskie rādītāji :

- C-reaktīvais olbaltums (CRP), kas tiek sintezēts aknās antigēnu, imūnkompleksu, baktēriju, traumu u.c. faktoru ietekmē. CRP veicina fagocitozi, aktivē komplementu un limfocītu atbildes reakciju uz mitogēniem;
- interleikīns-1 (IL-1RI) ir olbaltumviela. Tas galvenais iekaisuma citokīns, ko izdala makrofāgi pēc tam, kad tie „apēduši” patogēnu organismu vai svešu molekulu un ir saistījušies ar T palīgšūnu. Interleikīns-1 stimulē T šūnu augšanu, izraisa ķermeņa temperatūras paaugstināšanos. Tas darbojas arī kā starpnieks daudzās šūnu reakcijās, ieskaitot tās reakcijas, kam ir svarīga nozīme dažādu iekaisumu gadījumos;
- TNF- α faktors - neglikolizēts proteīns ar 17 kDa molekulmasu. To producē dažādu tipu šūnas - aktivizēti makrofāgi. TNF- α stimulē prostaglandīna sintēzi, inducē apoptozi un šūnu proliferāciju. TNF- α faktors tiek uzskatīts par iekaisuma rādītāju.

Noteiktie bioķīmiskie rādītāji parādīti 3.4.1.5. tabulā.

3.4.1.5. tabula

Bioķīmiskie rādītāji eksperimentālajiem dzīvniekiem pēc 28 dienu ekspozīcijas biroja telpās

Dzīvnieku grupas	Rādītāji**					
	C – reaktīvais olbaltums, µk/l		IL-1, pg/ml		TNF-alfa faktors, pg/ml	
	Vidējais	SDEV	Vidējais	SDEV	Vidējais	SDEV
Kontroles gr.	0,16	0,03	6,4	0,8	4,5	0,7
Eksperimentālā gr.	0,22*	0,07	8,6	1,5	11,7*	1,4

Piezīmes: ** IL-1 – interleikīns 1; TNF- α faktors; * starpība statistiski ticama pie $p < 0,05$, salīdzinot ar kontroli.

Oksidatīvā stresa faktori

Eksperimentālo dzīvnieku asins serumā tika noteikti šādi oksidatīvā stresa faktori: superoksīddismutāze, malondialdehīds, glutations, lipīdu hidroperoksīdi.

Iegūtie rezultāti parādīti 3.4.1.6. tabulā.

3.4.1.6. tabula

Oksidatīvā stresa rādītāji eksperimentālajiem dzīvniekiem pēc 28 dienu ekspozīcijas biroja telpās

Dzīvnieku grupas	Rādītāji**									
	SOD *, U/g Hb		MDA *, mkM		LOOH * reakcijas maisījumā, mM		Rezultāts LOOH * visā paraugā, mM		GSH *, mg/dL	
	Vidējais	SDEV	Vidējais	SDEV	Vidējais	SDEV	Vidējais	SDEV	Vidējais	SDEV
Kontroles gr.	2424,6	179,2	3,08	0,4	0,68	0,33	4,16	1,9	66,51	3,7
Eksperimentālā gr.	2769,8*	249,3	3,77	0,7	0,88	0,23	5,39	1,42	71,63*	4,43

Piezīmes: ** **SOD** – superoksīddismutāze; **MDA**- malondialdehīds; **LOOH**- lipīdu hidroperoksīdi; **GSH** –reducētais glutations; * starpība statistiski ticama pie $p < 0,05$, salīdzinot ar kontroli.

Imunitātes rādītāju novērtējums

Imūnās sistēmas novērtējums tika veikts pēc T un B šūnu analīzes, cirkulējošā imūnkompleksa novērtējuma, imūnkompetento orgānu (aizkrūtsdziedzera un liesas) masas relatīvā koeficienta salīdzinošā lieluma.

**Imūnkompetento šūnu relatīvais skaits eksperimentālo dzīvnieku asinīs pēc 28 dienu
ekspozīcijas biroja telpās**

Dzīvnieku grupas	Rādītāji				
	T šūnas, %	B šūnas, %	D šūnas, %×10	L šūnas, %	CIK, vien.x10
	Vidējais ± SDEV	Vidējais ± SDEV	Vidējais ± SDEV	Vidējais ± SDEV	Vidējais ± SDEV
Kontroles gr.	31,0±2,3	8,0±1,0	7,0±3,7	54,0±5,8	10,2±3,3
Eksperimentālā gr.	34,0±7,9	9,0±1,4	16,0*±5,5	41,0*±10,7	18,0*±3,6

Piezīmes: * starpība statistiski ticama pie $p<0,05$ salīdzinot ar kontroli.

No 3.4.1.7. tabulā sniegtajiem datiem var redzēt, ka T un B limfocītu relatīvais skaits eksperimentālajā grupā neatšķiras no kontroles grupas rādītājiem. D šūnu relatīvais skaits eksperimentālajā grupā bija statistiski ticami ($p<0,05$) lielāks salīdzinājumā ar kontroles grupu. L šūnu relatīvais skaits eksperimentālajā grupā bija statistiski ticami ($p<0,05$) zemāks, salīdzinot to ar kontroles grupu. Žurku asins serumā cirkulējošais imūnkompleksa rādītājs (CIK) eksperimentālajā grupā bija statistiski ticami augstāks ($p<0,05$), salīdzinot ar kontroles grupu.

Imūnās sistēmas izmaiņu raksturošanai tika izmantots asins leukocītu un limfocītu dažādu populāciju absolūtais skaits, kas ir atspoguļots 3.4.1.8. tabulā.

**Limfocītu un imūnkompetento šūnu absolūtais skaits eksperimentālo dzīvnieku asinīs pēc
28 dienu ekspozīcijas biroja telpās**

Dzīvnieku grupas	Leikocīti $10^3/\text{mm}^3$	LYM,%	LYM, abs.	T- šūnas,abs.	B- šūnas,abs.	D- šūnas,abs.
	Vidējais ± SDEV	Vidējais ± SDEV	Vidējais ± SDEV	Vidējais ± SDEV	Vidējais ± SDEV	Vidējais ± SDEV
Kontroles gr.	14,7±3,03	85,5±2,04	12,6±3,5	4,01±0,82	0,93±0,16	0,77±0,53
Eksperimentālā gr.	17,33±3,2	88,6±0,6	15,35±3,4	5,64±2,04	1,4*±0,5	2,28*±1,39

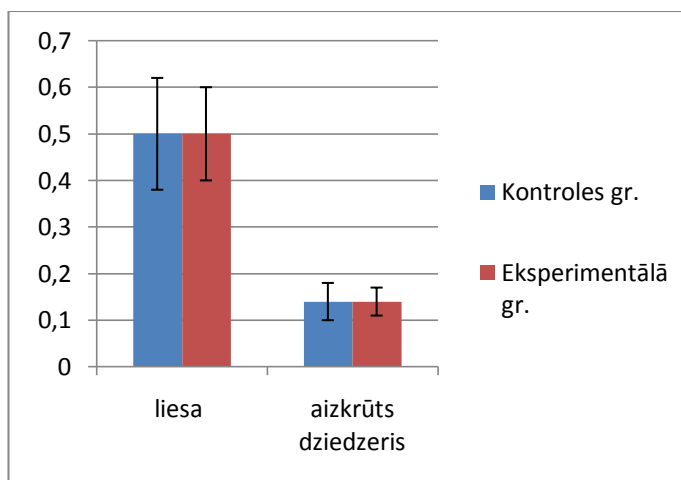
Kā redzams 3.4.1.8. tabulā, leukocītu un limfocītu absolūtais skaits eksperimentālās grupas un kontroles grupas dzīvniekiem statistiski ticama neatšķīrās. T limfocītu skaitam arī nebija statistiski ticama starpība ar kontroles grupu. B un D limfocītu absolūtais skaits eksperimentālajai grupai bija lielāks salīdzinājumā ar kontroles grupu ($p < 0,05$).

Eksperimentālo dzīvnieku iekšējo orgānu masas relatīvā koeficienta novērtējums

Eksperimenta dzīvniekiem tika izdarīta sekcija un veikta balto žurku parenhimatozo orgānu makroskopiskā apskate. Atšķirības starp kontroles un eksperimentālo dzīvnieku iekšējiem orgāniem netika atrastas - aknas abu grupu dzīvniekiem bija normālas konsistences, bez redzamas patoloģijas, tumšsarkani brūnā krāsā. Sirds, plaušas un liesa bez redzamas patoloģijas.

Iekšējo orgānu masas relatīvā koeficienta noteikšanai tika paņemti šādi iekšējie orgāni - liesa, aizkrūts dziedzeris.

Aprēķinu rezultāti apkopoti un parādīti 3.4.1.1. attēlā.



3.4.1.1. att. Imūnkompetento orgānu (liesas un aizkrūts dziedzera) relatīvā masa

Iegūtie rezultāti liecina, ka imūnkompetento orgānu – liesas un aizkrūts dziedzera masas relatīvais koeficients gan kontroles grupas, gan eksperimentālās grupas dzīvniekiem savstarpēji neatšķiras un pētījuma apstākļi tos nav ietekmējuši.

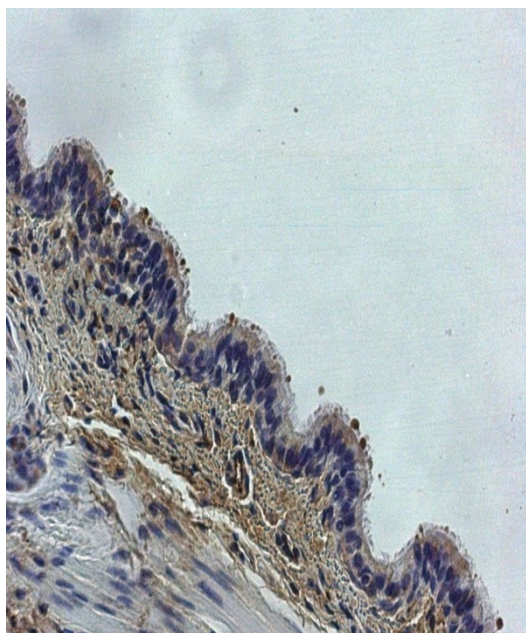
Deguna, trahejas un bronhu gļotādas histopatoloģiskā izmeklēšana

Kopumā trahejas audu galvenās pārmaiņas, kas tika atrastas eksperimenta dzīvniekiem bija iekaisuma infiltrācijas dziļums, audu tūska, trahejas epitēlija bazālo šūnu hiperplāzija, sekundāro mezgliņu daudzums un hialīnā skrimšļa deģenerācija. Abās grupās novērota limfocītu un makrofāgu infiltrācija.

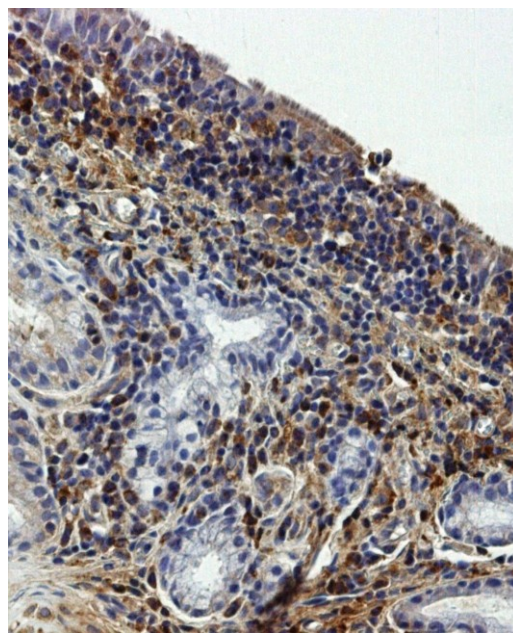
Abās dzīvnieku grupās novērota neliela audu tūska ($p > 0,05$), kā arī vienādi izteikta dziedzera hipertrofija ($p > 0,05$). Gļotādas bazālo šūnu hiperplāzija novērota eksperimentālo dzīvnieku grupai, tomēr netika atrasta statistiski ticama atšķirība ar kontroli ($p > 0,05$). Limfātiskie mezgliņi novēroti tikai kontroles grupas dzīvniekiem –

statistiski ticama atšķirība ($p < 0,05$). Hialīna skrimšļa deģenerācija atzīmēta dažiem abu grupu dzīvniekiem ($p > 0,05$).

Izvērtējot trahejas audu iekaisuma citokīnus, konstatējām eksperimenta dzīvnieku audos IL1 saturošo struktūru relatīvā daudzuma tendenci palielināties, bet IL6 un TNF α saturošo struktūru daudzumam bija tendence samazināties (skat.3.4.1.2. un 3.4.1.3. att.).

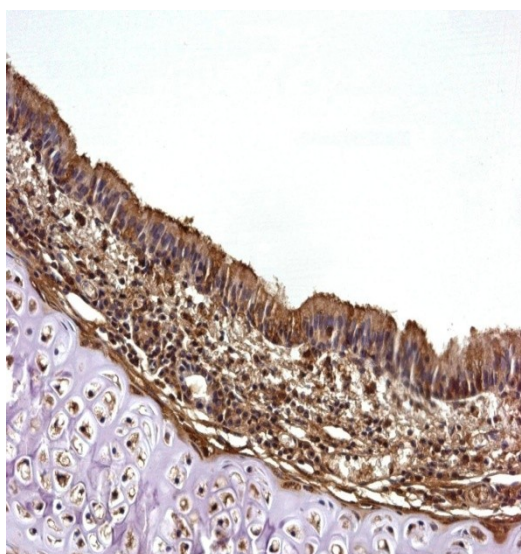


3.4.1.2.att. Kontroles grupas žurkas trahejā vidēji daudz šūnas ekspresē IL6. IL6 IMH, X250



3.4.1.3.att. Eksperimenta žurkas trahejā praktiski lielākā daļa šūnu ekspresē IL6, IL6 IMH, X400

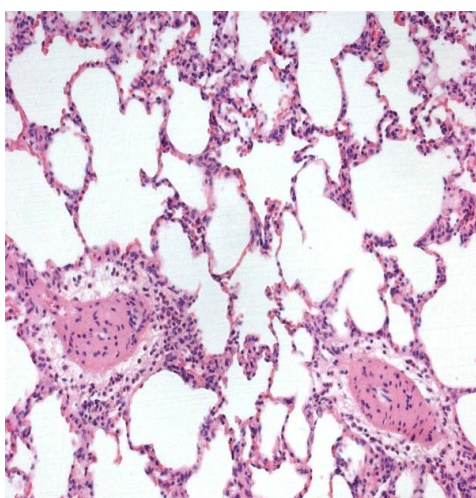
Tajā pašā laikā antimikrobo peptīdu izdalošo šūnu relatīvais daudzums praktiski neatšķīrās abu grupu dzīvniekiem (3.4.1.4.. zīm.).



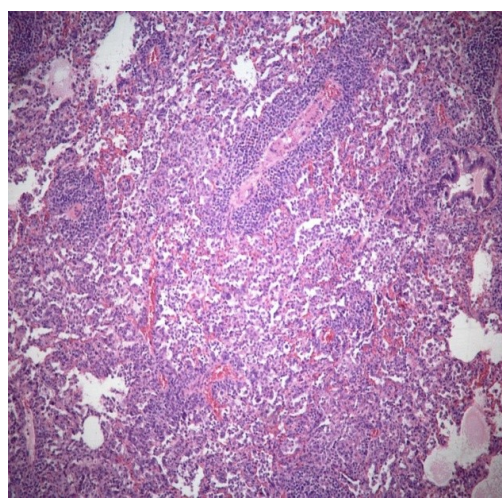
3.4.1.4.att. Beta defensīnu 2 ekspresē visas struktūras eksperimenta žurkas trahejā. Beta defensīna 2 IMH X250

Iekaisuma mediatoru IL6 ($p>0,05$) un TNF- α ($p>0,05$) ekspresijai novērota tendence samazināties eksperimenta grupas dzīvniekiem. Defensīna ekspresija abu dzīvnieku grupās bija vienādi augsta.

Eksperimenta dzīvnieku plaušās galvenās pārmaiņas bija izteikta iekaisuma šūnu infiltrācija, kas dažkārt bija perēkļveida, bet vienam dzīvniekam bija pneimonijas aina, konstatēta asinsvadu pilnasinība, perēkļveida un/vai difūzi izvietoti limfātiskie mezgliņi, kā arī asinsvadu skleroze un perēkļveida emfizēma (skat. 3.4.1.5. un 3.4.1.6. att.).



3.4.1.5. att. Asinsvadu skleroze ar lūmenu obliterāciju eksperimenta žurkas plaušās. X200, H/e

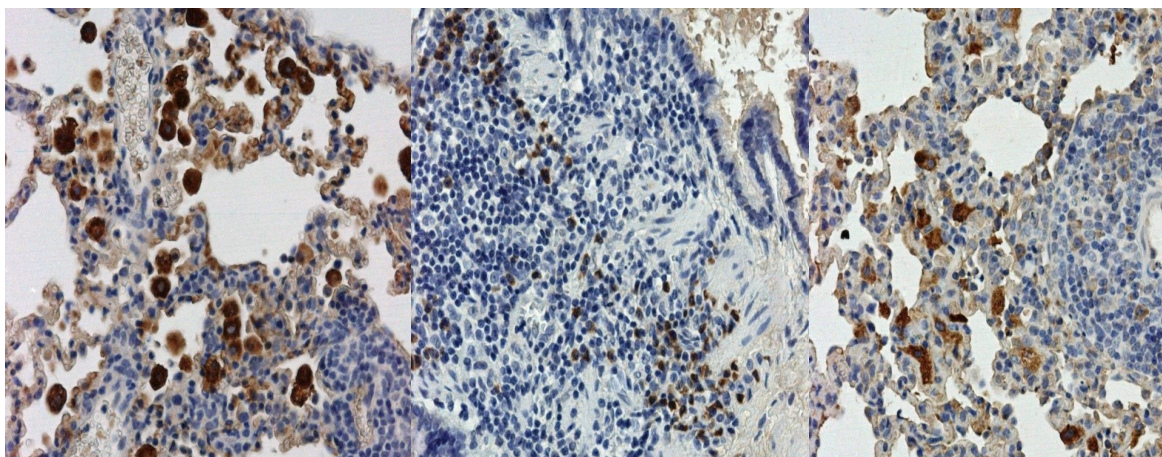


3.4.1.6. att. Pneimonijas aina eksperimenta žurkas plaušās, vērojami atsevišķi sekundārie mezgliņi, eksudāts alveolās un asinsvadu pilnasinība. 100X, H/e

Eksperimentālās grupas dzīvniekiem novērota izteikta asinsvadu sklerotizēšanās ($p>0,05$).

Savukārt, limfātisko mezgliņu ($p>0,05$) daudzums plaušās vairāk izteikts bija kontroles grupas dzīvniekiem.

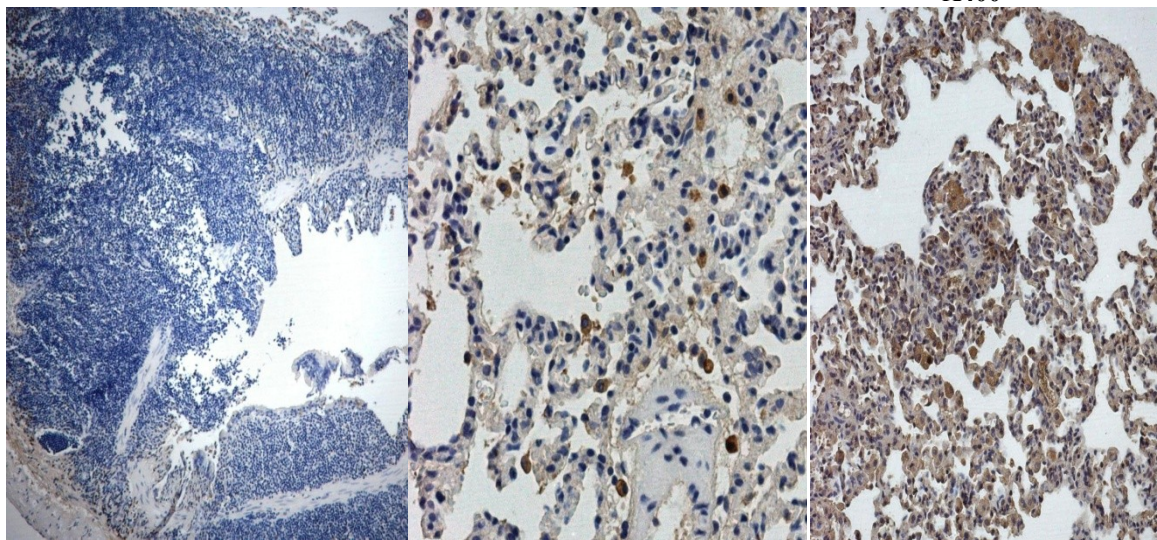
Eksperimenta dzīvnieku plaušās palielinājās IL1 un defensīnu saturošo šūnu daudzums, kamēr IL6 un TNF- α saturošo šūnu skaits variēja (skat. 3.4.1.7.-3.4.1.12. att.).



3.4.1.7. att. IL1 ekspresējošu alveolāro makrofāgu konglomerāti eksperimenta žurkas plaušās. IL1 IMH, X400

3.4.1.8. att. IL1 ekspresējošie limfocīti un makrofāgi sekundārā mezgliņa perifērijā eksperimenta žurkas plaušās. IL1 IMH, X400

3.4.1.9. att. IL6 intensīvi ekspresējošie makrofāgi un tādi ar vāju citokīna ekspresiju sekundārā mezgliņā eksperimenta žurkas plaušās. IL6 IMH, X400

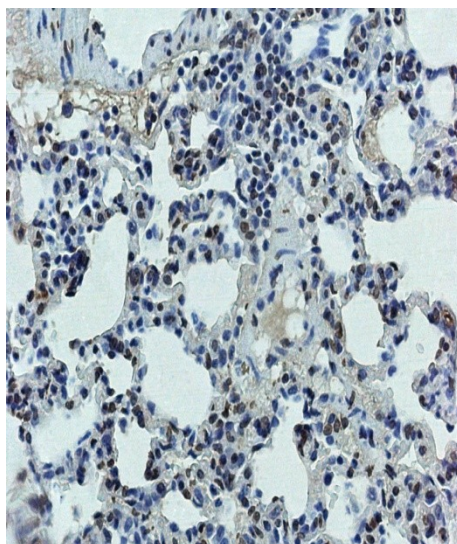


3.4.1.10. att. Izteikta limfocitārā infiltrācija uz iekaisuma fona eksperimenta žurkas plaušās. Tikai atsevišķi limfocīti satur IL6. IL6 IMH, X100

3.4.1.11. att. TNF- α ekspresējošie makrofāgi ap eksperimenta žurkas plaušu sklerotizētiem asinsvadiem. TNF α IMH, X400

3.4.1.12. att. Praktiski eksperimenta žurkas visas plaušu šūnas ekspresē beta defensīnu 2. Beta defensīna 2 IMH, X200

Apoptotisko šūnu skaits eksperimenta dzīvnieku plaušās palielinājās ($34,6 \pm 5,1$), lai gan netika atrasta statistiski ticama atšķirība salīdzinājumā ar kontroles dzīvniekiem ($27,1 \pm 7,1$) (3.4.1.13. att.).

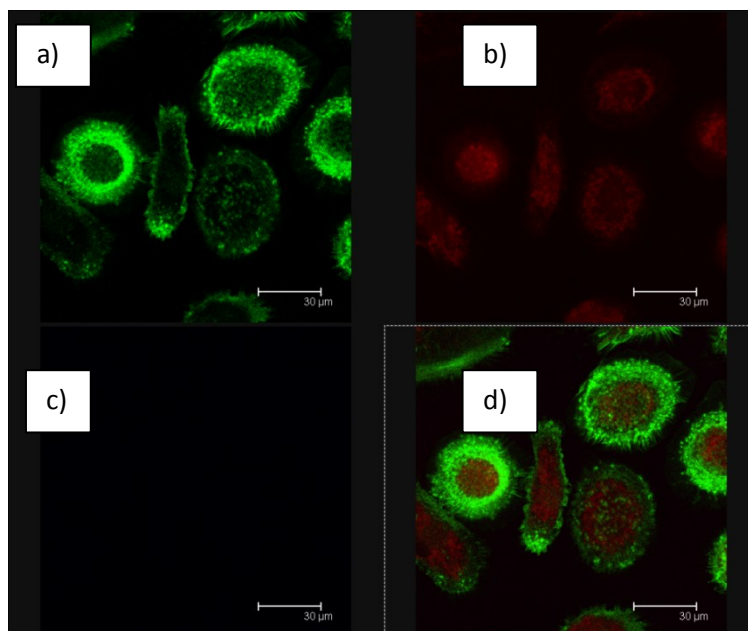


3.4.1.13. att. Vidēji daudz apoptozes skartu šūnu eksperimenta dzīvnieka plaušās – sklerotisko asinsvadu un alveolu sienā. TUNEL, X400

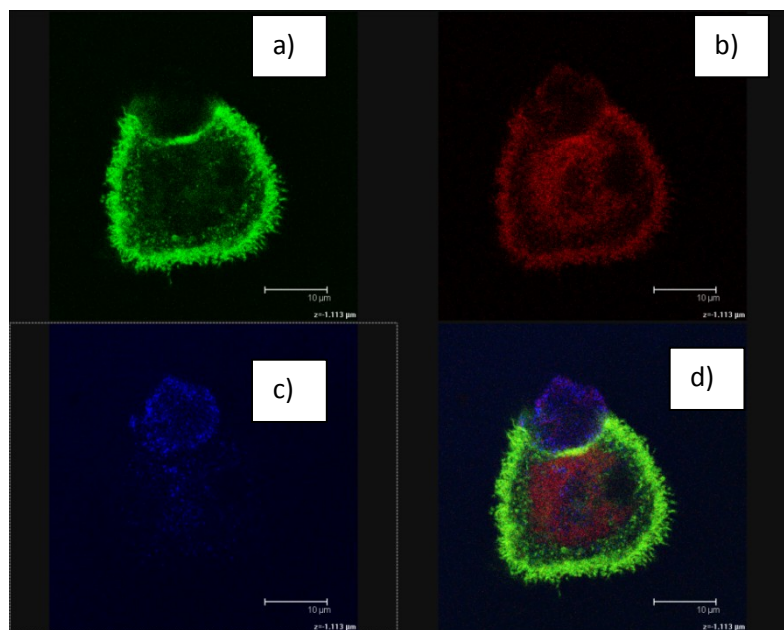
3.4.2. Eksperimenta ar perifērām mononukleārām asins šūnām rezultāti

Putekļu daļiņu noteikšana perifērās mononukleārās asins šūnās (PMAŠ)

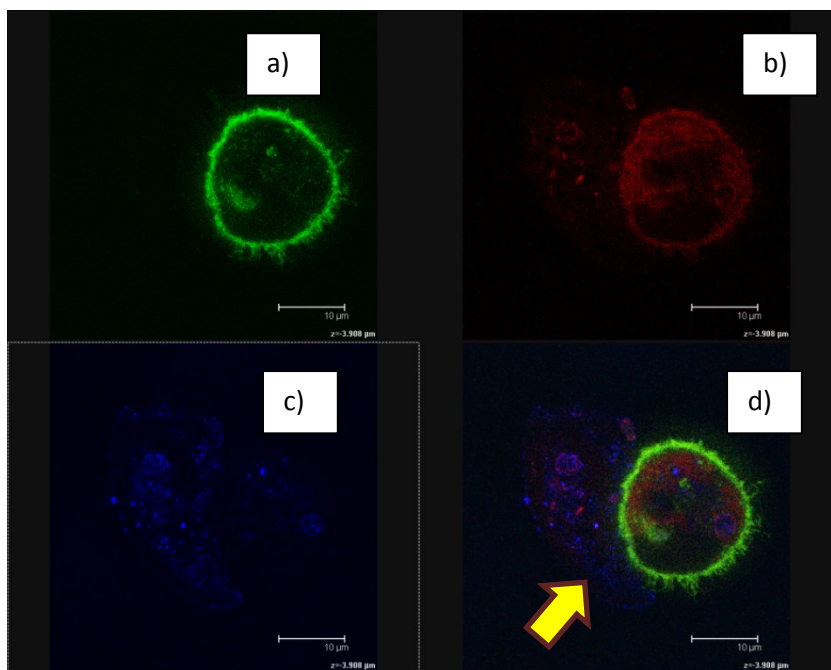
Putekļu daļiņas noteiktas, izmantojot konfokālo mikroskopēšanas metodi. Putekļu daļiņas konstatētas gan perifērās mononukleārās asins šūnās, gan uz tām. To mazākais nosakāmais izmērs bija 0,1 μm jeb 100 nm (skat. 3.4.2.1. un 3.4.2.2. attēlu).



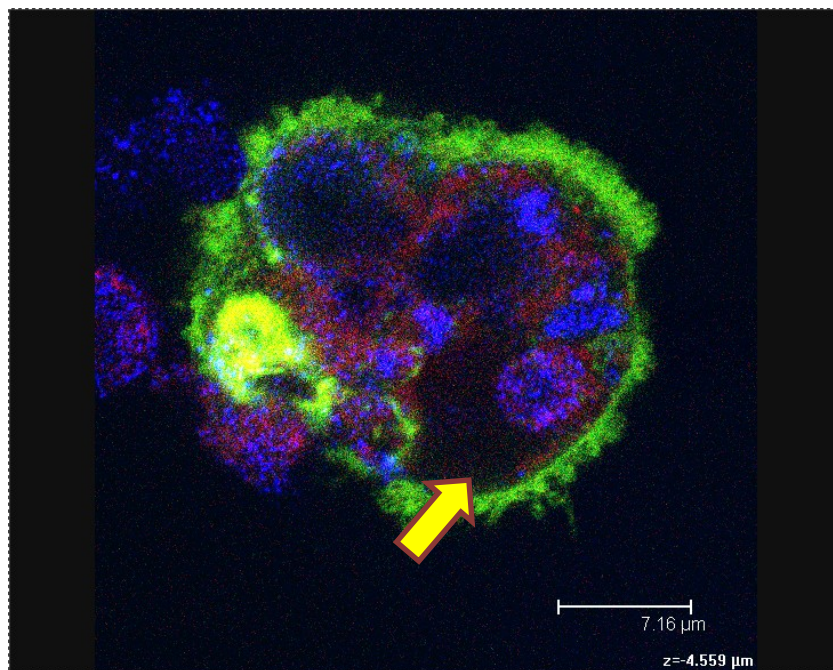
3.4.2.1. att. Kontroles paraugu konfokālā mikroskopa attēls: a) zaļais filtrs – šūnas aktīns; b) sarkanais/oranžais – mitohondriji; c) zils – putekļu daļiņas (nav); d) visas struktūras kopā



3.4.1.2. att. Eksperimenta paraugu konfokālā mikroskopa attēls: a) zaļais filtrs – šūnas aktīns; b) sarkanais/oranžais – mitohondriji; c) zilais – putekļu daļiņas; d) visas struktūras kopā



3.4.1.3. att. Konfokālā mikroskopa attēls: zaļais – šūnas aktīns; sarkanais/oranžais – mitohondriji; zilais – putekļu daļiņas. Eksocitozes process (dzeltena bulta)

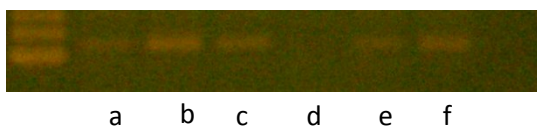


3.4.1.4.att. Konfokālā mikroskopa attēls: zaļais – šūnas aktīns; sarkanais/oranžais – mitohondriji; zilais – putekļu daļiņas. Eksocitozes process (dzeltena bulta)

Mikroskopējot, redzam, ka mitohondriji izvietoti galvenokārt ap šūnas kodolu. Daļiņas galvenokārt šūnā lokalizējas difūzi. Turklāt šūnās visticamāk ir notikusi daļiņu eksocitoze (daļiņu izvadīšana vai šūnas fragmentācija, izsviežot bojātos šūnu sektoros), jo paraugā ārpus šūnas ir mitohondriji, kas varētu norādīt uz daļiņu nelabvēlīgo ietekmi uz perifēro mononukleāro šūnu funkcijām un tam sekojošu šūnas nekrozi (skat. 3.4.1.3. un 3.4.1.4 attēlu). Šūnu aktīns aptver daļiņas. Attēli rāda iespējamību, ka daļiņas ir lokalizējušās arī mitohondrijos.

Interleikīna (IL-6) ekspresija atkarībā no eksperimentā modelētām koncentrācijām

IL – 6 ir viens no pirmajiem marķieriem, kas norāda uz akūtu iekaisuma procesu šūnā, kā arī tā producēšanā liela nozīme ir makrofāgiem.



3.4.1.5. att. IL 6 ekspresija gelā ar kontroles un 2 dažādu koncentrāciju ekspozīciju (a un d – kontroles; b un e – 0,05 mg/ml; c un f – 0,03 mg/ml)

Eksperimentā kvalitatīvi tika noteikts, ka IL-6 ekspresija ir vairāk izteikta, ja daļiņu ekspozīcija (0,05 mg/ml) ir lielāka nekā tad, ja ekspozīcija zemāka (0,03 mg/ml) (skat. 3.1.4.5.att.)

3.5. Iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāju rekomendējamie lielumi Latvijā

Izanalizējot pasaulē esošās vadlīnijas iekštelpu gaisa videi, t.sk. birojos, analizējot pētījumā iegūtos rezultātus par biroju vidi Latvijā, tika sagatavotas vadlīnijas iekštelpu gaisa kvalitātei, iesakot dažādu iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāju normas.

Rekomendējamie testējamie rādītāji iekštelpu gaisā būtu šādi: mikroklimata rādītāji (temperatūra, mitrums, gaisa kustība), CO₂ („svaiga” gaisa indikators), CO, NO₂, ozons, gaistošie organiskie savienojumi (t.sk., aldehīdi), mikroorganismi (t.sk., sēnes), putekļu daļiņas PM₁₀ un PM_{2,5} pēc izmēra un masas. Turklāt, pētījumi par nanodaļiņu iespējamo ietekmi uz cilvēku organismu, galvenokārt uz elpošanas sistēmu, norāda, ka svarīgi ir novērtēt nanodaļiņu virsmas laukumu un skaitu, bet mazāk – masu. Pasaules vadošām organizācijām (PVO, ASHRAE u.c.) būtu nepieciešams izstrādāt vienotus principus nanodaļiņu izvērtēšanai iekšelpās.

RSU Darba drošības un vides veselības institūta (DDVVI) pētnieku grupa, balstoties uz darbā veiktiem pētījumiem, ir noteikusi pamatprincipu nanodaļiņu virsmas laukuma un skaita interpretācijai nerūpnieciskā darba vidē, t.i., reālos mērījumus salīdzināt ar mērījumiem nosacīti „tīrā telpā” jeb references telpā. Pētījuma rezultātā tika noteikti rekomendējamie lielumi nanodaļiņu virsmas laukumam un skaitam, pamatojoties uz kopējo situāciju Latvijas biroju telpās, definējot fona lielumu (references lielums) un pieļaujamo lielumu, kas balstīts uz biroja telpās konstatēto vidējo lielumu.

Promocijas darbā analizēto biroju darbinieku pašsajūtas rezultāti un reālo mērījumu rezultāti norāda, ka biroju darba vide ir vairāk vai mazāk piesārņota un rada diskomfortu un veselības sūdzības darbiniekiem. Tāpēc nepieciešams ieviest likumdošanā pasaulē pieņemtos iekštelpu gaisa kvalitātes rādītājus un to rekomendējamus lielumus. Latvijā standarta apstākļos (piemēram, darba vides riska faktoru novērtēšanas laikā) būtu nepieciešams noteikt šādus rādītājus un interpretēt iekštelpu gaisa kvalitāti atbilstoši to lielumiem (skat. 3.5.1. tabulu).

Latvijā rekomendējamie potenciālie iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāju lielumi

Rādītājs	Rekomendējamais lielums	Pašreizējais rekomendējamais lielums Latvijā
Relatīvais gaisa mitrums	40 – 60%	30 – 70%
Gaisa temperatūra	+ 24,5 ± 1 °C + 22,0 ± 1 °C	19 – 25 (aukstajā periodā) 20 – 28 (siltajā periodā)
Gaisa kustības ātrums	0,12 (siltajā periodā) 0,1 (aukstajā periodā)	0,05 – 0,15 m/s
Oglekļa dioksīds (CO ₂)	1000 ppm 1830 mg/m ³ < par 800 ppm jeb 1646 mg/m ³	nav
Oglekļa monoksīds (CO)	10 mg/m ³ 9 ppm	10 mg/m ³ (vidē) 9 ppm
Slāpekļa dioksīds (NO ₂)	40 µg/m ³	40 µg/m ³
Sēra dioksīds (SO ₂)	125 µg/m ³	125 µg/m ³
Ozons (O ₃)	100 µg/m ³ jeb 0,05 ppm	135 µg/m ³ (vidē)
Aldehīdi (formaldehīds)	120 µg/m ³ (0,12mg/m ³) 0,1 ppm	nav
Gaistošie organiskie savienojumi (summāri)	0,3 mg/m ³ (katra atsevišķā GOS nedrīkstētu pārsniegt 10% no normas)	nav
Cieto vielu daļiņas (PM)	PM ₁₀ 0,15 mg/m ³ (150 µg/m ³) 24 stundās PM _{2,5} 0,065 mg/m ³ (65 µg/m ³) 24 stundās	PM ₁₀ ārtelpuvidē: 50 µg/m ³ (24 h) 20 µg/m ³ (gada ekspozīcija)
Kopējais mikrobioloģiskais piesārņojums	< 1000 KKV/m ³ <500 KKV/m ³ (sēnēm)	nav
Putekļu daļiņu skaits <PM ₁₀	References lielums – 2000 daļiņas/cm ³ Maksimāli pieļaujamais lielums – 10 000 daļiņas/cm ³	nav
Alveolārās frakcijas putekļu daļiņu virsmas laukums (<PM _{2,5})	References lielums – 6,0 µm ² /cm ³ Maksimālais lielums– 25 µm ² /cm ³ ;	nav
Traheobronhiālās frakcijas putekļu daļiņu virsmas laukums (<PM ₁₀)	References lielums – 1,5 µm ² /cm ³ , Maksimālais lielums – 15,0 µm ² /cm ³	nav

Par radona un H₂S ekspozīcijas aktualitāti Latvijas iekštelpu gaisā nepieciešamas diskusijas ar kompetentiem speciālistiem. Tāpat nepieciešams pārskatīt mikroklimata rekomendējamus lielumus, jo MK noteiktumos Nr. 359 minētie lielumi ir pretrunā ar ISO 7730:2005 minētiem lielumiem, kas piemērojami viegla darba veicējiem.

4. DISKUSIJA

Pētījumā iegūtie mērījumi biroju darba vidē parāda, ka putekļi (t.sk. nanodaļiņas, kas novērtētas pēc daļiņu virsmas laukuma un skaita), gaistošie organiskie savienojumi un neorganiskās gāzes rada paaugstinātu piesārņojuma līmeni biroju telpās.

Pirmo reizi darba vides novērtēšanas nolūkos tika veikts **putekļu daļiņu virsmas laukuma** novērtējums iekštelpu gaisā alveolārai frakcijai (< 250 nm, t.i., no 10 līdz 250 nm) un traheobronhiālai frakcijai (< 1000 nm, t.i., no 250 līdz 1000 nm), kas norādīja, ka visaugstākās koncentrācijas biroja telpās bija pat 9,3 reizes (alveolārai frakcijai) un 16,7 reizes (traheobronhiālai frakcijai) lielākas nekā „vistīrākā jeb references” telpā. Savukārt, **putekļu daļiņu skaita** koncentrācija – vispiesārņotākā biroja telpā bija 7,9 reizes augstāka nekā „vistīrākā jeb references” telpā.

Pētījumā novērota izteikta sakarība starp alveolārās frakcijas virsmas laukuma koncentrācijām un daļiņu skaita koncentrāciju biroja telpās, t.i., vienlaikus veicot abu parametru mērījumus, maksimālās vērtības tika iegūtas vienā un tajā pašā laikā – mērījumu koncentrāciju dinamika bija līdzīga.

Kopumā pētījuma dati norāda uz putekļu daļiņu piesārņojuma izteiktu tendenci palielināties atkarībā no kopēšanas/drukāšanas intensitātes, telpas raksturojuma, biroja atrašanos pilsētas centrā, ventilācijas sistēmas darbības efektivitātes un mīkstā grīdas seguma.

Darba vides pētījumi pierādīja, ka biroju tehnikas (printeri, kopētāji) darbība izraisa nanodaļiņu nokļūšanu darba vides gaisā. Iegūtie dati apliecināja, ka literatūrā publicētais eksperiments par nanodaļiņu emisiju no lāzerprinteriem, kas izvietoti speciālās kamerās, atbilsts reālai biroja vides situācijai Latvijā [Morawska et al, 2007].

Jāatzīmē, ka Latvijā un pasaulē nav izstrādāti normatīvie lielumi putekļu daļiņu skaita un virsmas laukuma izvērtēšanai. Turklāt putekļu daļiņu virsmas laukuma mērījumi nerūpnieciskā darba vidē nav publicēti. Pamatojoties uz mērījumu datiem, Latvijā kā rekomendējamās normas varētu tikt pielietotas šādas: putekļu skaita zemākā rekomendējamā vērtība – 2000, bet augstākā – 10000 daļiņas/cm³; alveolārās frakcijas putekļu daļiņām zemākā rekomendējamā vērtība – 6,0 μm²/cm³, bet augstākā – 25 μm²/cm³; traheobronhiālai frakcijas putekļu daļiņām zemākā rekomendējamā vērtība ir 1,5 μm²/cm³, bet augstākā – 15,0 μm²/cm³.

Biroju telpās tika veikta arī kompleksa ķīmisko vielu izvērtēšana, kas līdz šim biroju darba vidē nebija veikta. Kā rāda pētījuma dati, tad biroju gaisā Latvijā pirmo

reizi ir identificēti 19 dažādu savienojumu grupu GOS: formaldehīds, acetaldehīds, propilaldehīds, butilaldehīds, benzilaldehīds, metāns, etāns, propāns, heksāns, acetons, etanols, izopropanols, etilacetāts, butilacetāts, toluols, etilbenzols, ksiloli, dibutilftalāts, ogļūdeņraži (sumāri pēc oglekļa). Par šī tipa savienojumu klātbūtni dažādu iekštelpu gaisā norāda arī citi pētnieki [Carslaw, 2009; Wolkoff, 2005 un 2006, Bernstein, 2007]. Bernstein un līdzautori pētījumos konstatēts, ka biroju mēbeles ir nozīmīgs formaldehīda, acetaldehīda, butilaldehīda, butilacetāta un cikloheksanona izdalīšanās avots, no dažādiem tīrīšanas līdzekļiem izdalās formaldehīds, acetaldehīds, izopropanols, limonēns, izopentāns, dihlorbenzols, bet aromātisko savienojumu (stirols, ksiloli, benzols, etilbenzols) emisija no biroja tehnikas ir noteikta eksperimentālās kamerās [Bernstein, 2007]. Ķīmisko vielu piesārņojumu iekštelpās rada arī kancelejas preču izmantošana (līmes, lakas, korektori, marķieri u.c.), sadzīves ķīmijas izmantošana (telpu tīrīšanas līdzekļi, biroju tehnikas tīrīšanas līdzekļi, gaisa atsvoidzinātāji u.c.) un darbinieku personiskie higiēnas līdzekļi (smaržas, dezodoranti, kosmētikas līdzekļi u.t.t.) [Andersson K., 1998; Schechter et al., 2005; Wolkoff, Wikins et al., 2006; Morawska et al, 2007].

Biroju tehnikas radīto putekļu adsorbēto ķīmisko vielu analīzē tika konstatēta noturīgo organisko piesārņotāju klātpūtne, īpaši izdalot polibromēto difenilēteri, kuru izmanto kā liesmu slāpētāji. Līdzīgos pētījumos par biroju tehnikas putekļos esošām ķīmiskām vielām arī atklāta noturīgo piesārņotāju klātbūtne [Rudel, 2003; Harrad, 2008; Fromme, 2009].

Darbā iegūtie **gaistošo organisko savienojumu** rezultāti norādīja uz paaugstinātu formaldehīda līmeni (ekspozīcijas indekss (EI) > 0,75) biroju telpās 70,6% gadījumos, etilacetāta līmeni – 72,1% gadījumu, ogļūdeņražu (summāri pēc C) līmeni – 13,6% gadījumos, citi gaistošie savienojumi atrasti mazākās koncentrācijās.

Darbā tika atrasta aldehīdu koncentrācijas paaugstināšanās saistībā ar ventilācijas trūkumu telpā, kā arī mīkstā grīdas seguma esamību telpā (acetaldehīda gadījumā), bet telpās ar cita veida grīdas segumu (bija krāsota vai lakota koka grīda) novērota paaugstinātu formaldehīda koncentrāciju.

Jāatzīmē, ka darbā tika iegūti statistiski ticami rezultāti, ka toluola un ogļūdeņražu (summāri) koncentrācijas ir augstākas telpās ar mīksto grīdas segumu. Telpās ar aktīvu kopēšanas un printēšanas darbību bija novērojamas tendences, ka toluolam, etilacetātam, etanolam, butilacetātam un ogļūdeņražiem (summāri) bija nedaudz augstāka koncentrācija. Organisko savienojumu piesārņojuma avoti iekštelpās,

galvenokārt ir no telpu apdares materiāliem, mēbelēm, biroja tehnikas un aprīkojuma, darbinieku higiēnas līdzekļiem, telpu un biroja tehnikas tīrīšanas līdzekļiem, apkārtējās vides piesārņojuma [Kotzias, 2005; Wolkoff, 2006; Bernstein, 2007]. Vēl jāpiemin fakts, ka datortehnika darbojoties uzkarst, līdz ar to uzkarst arī virsma, uz kuras tā ir izvietota, kā rezultātā iekštelpās var paaugstināties aldehīdu un citu gaistošo organisko savienojumu koncentrācijas.

Visās biroja telpās tika konstatēta slikta ventilācijas organizācija (gaisa kustības ātrums $< 0,05$ m/s), līdz ar to arī ķīmisko vielu piesārņojuma līmenis būtiski neatšķiras, ja datus analizē pēc ventilācijas stāvokļa, kopēšanas/printēšanas aktivitātēm un mīkstā grīdas seguma telpās.

Jāņem vērā, ka vienvirziena iedarbības ķīmisko vielu (kairinošas ķīmiskās vielas) koncentrācijas summējas un var radīt biroja darbiniekiem paaugstinātu risku veselības traucējumu attīstībā. Turklāt, telpās, kurās ir ventilācijas sistēmas, lielākoties ir arī mīksta grīdas segums un atvērtā tipa birojs, kas arī izskaidro ķīmisko vielu paaugstinātas koncentrācijas šajās telpās. Jāņem vērā, ka vienvirziena iedarbības ķīmisko vielu iedarbība summējas un tas var radīt paaugstinātu risku biroja darbiniekiem veselības traucējumu attīstībā. Nozīmīgs ir arī fakts, ka biroja telpās ir slikta ventilācijas sistēmas organizācija un vidējā gaisa temperatūra virs $+20^{\circ}\text{C}$, kas veicina ķīmisko vielu izdalīšanos telpā un uzkrāšanos, tādējādi nodrošinot ilgstošu ķīmisko vielu ekspozīciju un paaugstinot iespējamo nelabvēlīgo ietekmi uz biroja darbinieku veselību. Sūdzības par veselību vasaras periodā pat varētu pieaugt, jo telpas tiek vairāk vēdinātas atverot logus, kas paaugstina iespējamību telpās ieplūst apkārtējās vides gaisam, kas ir piesārņots ar ķīmiskām vielām no satiksmes līdzekļu izplūdes gāzēm. Par līdzīgiem simptomiem no centrālo ielu satiksmes piesārņojuma ietekmes uz iekštelpu gaisu un saistību ar respiratorām slimībām pieaugušajiem raksta arī Šveices pētnieku grupa [Bayer-Oglesby, 2006]. Biroju darbinieki pēdējos gados biežāk sūdzas par veselības problēmām un diskomfortu (20 - 30% no biroju darbiniekiem ziņo par dažādiem simptomiem [Wargocki, 2002; Harrison, 2002]), kas mudinājušas pievērst pastiprinātu uzmanību iekštelpu gaisa kvalitātes problēmai. Slikta iekštelpu gaisa kvalitāte, kas ietekmē nodarbinātos biros, skolās un citās sabiedriskajās un komerciālajās institūcijās, atzīta par plašāku sabiedrības problēmu tikai nesen, tā ir aktualizējusies arī Latvijā.

Neorganisko gāzu (slāpekļa dioksīda (NO_2), sēra dioksīda (SO_2), ozona (O_3) un oglekļa dioksīda (CO_2)) kompleksa izpēte biroju telpās nenotiek, tāpēc darbā ir veikta

neorganisko gāzu izvērtēšana, lai plānotu to noteikšanas lietderību nerūpnieciskā darba vidē nākotnē.

NO₂ un SO₂ koncentrācija biroja telpās galvenokārt ir saistīta ar apkārtējās vides piesārņojumu, līdz ar to šīs vielas telpās nonāk caur ventilācijas sistēmu, atvērtiem logiem un durvīm, kā tas ir redzams, analizējot SO₂ koncentrācija atkarībā no ventilācijas esamības telpā. SO₂ koncentrācijai bija tendence būt augstākai telpās bez ventilācijas, jo notiek telpu vēdināšana, atverot logus vai durvis. Savukārt NO₂ koncentrācija statistiski ticami augstāka konstatēta telpās, kurās noris aktīva dokumentu printēšana un kopēšana, kas skaidrojams ar NO₂ izdalīšanos biroju iekštelpu gaisā šo procesu rezultātā. Lielākā SO₂ un NO₂ koncentrācija tika konstatēta arī biroja telpās, kuru atrašanās vieta bija tuvāk pilsētas ielām ar intensīvāku transporta kustību. Ņemot vērā pētījuma un literatūrā minētos datus [Kotzias, 2009] NO₂ ir nozīmīgāks iekštelpu piesārņotājs nekā SO₂.

Ozona (O₃) avoti biroja telpās ir apkārtējās vides gaiss un cilvēku aktivitātes birojā (kopēšana, gaisa jonizēšana). Biroju telpās 62,5% gadījumu O₃ pārsniedz pieļaujamo normu (EI>1), turklāt biroja telpās, kurās nav ventilācija (p<0,05) un noris aktīva printēšana un kopēšana, bija izteikta dinamika ozona koncentrācijai pieaugt dienas otrā pusē. Dienas gaitā gan slāpekļa dioksīda, gan ozona koncentrācijas pieaug, kas ir skaidrojams ar kopējamo dokumentu apjoma pieaugumu darba laikā un neefektīvo ventilācijas sistēmu darbību telpās, līdz ar to netiek nenodrošināta pietiekama gaisa apmaiņa. Gaisa piesārņotāji NO₂, SO₂, O₃ ir testēti līdzīgā pētījumā Somijā, kur skatīts, kā ārējais gaisa piesārņojums ietekmē iekštelpu gaisa kvalitāti.

Oglekļa dioksīda (CO₂) mērījumu dati norāda, ka vairāk nekā pusē gadījumu rekomendējamais lielums biroja telpās tika pārsniegts jau no rīta. Telpās, kurās nav ventilācijas, bija vērojama izteikta tendence CO₂ koncentrācijai pieaugt, salīdzinot rīta, pusdienas un pēcpusdienas (vakara) CO₂ koncentrācijas. Kopumā CO₂ rezultāti liecina, ka ventilācijas sistēma nenodrošina pietiekamu „svaiga gaisa” padevi biroja telpās, jo ventilācijas sistēmas darbība ir neregulāra un/vai notiek gaisa recirkulācija. Līdzīgi rezultāti tika iegūti arī Vācijā veiktā pētījumā, kur atvērtā tipa birojos konstatēja CO₂ koncentrācijas lielākā daļā biroju telpu ar aizvērtiem logiem bija virs 1830 mg/m³ jeb 1000 ppm (rekomendējamais lielums) [Andrejs et al., 2008]. Citu valstu pētījumi norāda, ka veselības simptomi, kas raksturojas ar CO₂ paaugstinātiem rādītājiem, ir galvassāpes, nogurums, grūtības koncentrēties, elpas trūkums un slikta dūša, un tas varētu būt saistīts ar CO₂ koncentrācijas pieaugumu (tātad arī skābekļa samazināšanos),

ko veicina cilvēku skaits telpā un nesabalansēta ventilācijas sistēmas darbība [Scheff *et al.*, 2000; Woodcock, 2000; Kinshella, 2001; Lindgren, 2009;].

Mikroklimatam (gaisa relatīvais mitrums, gaisa temperatūra, gaisa kustības ātrums) ir nozīmīga loma paaugstināta iekštelpu gaisa piesārņojuma līmeņa un darbinieku diskomforta/veselības traucējumu izraisīšanā.

Gaisa mitruma dati biroja telpās parādīja, ka viszemākais gaisa mitrums ir atvērtā biroja tipa telpās un visaugstākā maksimālā gaisa mitruma vērtība ir konstatēta pēcpusdienā (vakarā) birojos, kuros nav ventilācijas sistēmas. Tas skaidrojams ar darbinieku aktivitātēm birojā (telpu vēdināšana – apkārtējā vidē gaiss ir mitrāks). Kopumā gaisa mitrums mazāks par 30% tika konstatēts 55,6% gadījumu. Arī *Wolkoff et al.* pētnieku grupu veikto pētījumu dati norāda, ka sauss gaiss (gaisa mitrums mazāks par 25%), darbiniekiem rada acu, deguna vai rīkles kairinājumu, sausu ādu un/vai sasprēgājušas lūpas [Wolkoff *et al.*, 2006b].

Salīdzinot **gaisa temperatūras** atbilstību normām, tās nepārsniedza pieļaujamās normas nedz aukstajā gada laikā, nedz siltajā, bet darbinieki subjektīvi atzīmēja, ka gaisa temperatūra telpās ap +25,0 °C, ir par augstu un rada diskomfortu. Gaisa temperatūras rezultāti norāda uz to, ka mērījumu veikšanas laikā (ziemā un pavasarī) parādās gaisa temperatūra virs +24°C, līdz ar to vasarā šī problēma var saasināties, uz ko norāda arī Somijā veikta pētījuma dati [Korhonen, 2003].

Gaisa kustības ātruma mērījumi parādīja, ka 100% visās telpās ir nepietiekama gaisa kustība, kas norāda uz ventilācijas sistēmas nepareizu organizāciju. Darbiniekiem netiek nodrošināti komforta apstākļi, radot organisma pārkaršanas vai atdzišanas draudus.

Visi trīs mikroklimata rādītāji ir jāapskata kopā, darbā tika konstatētas pastāvošās kopsakarībām, t.i., samazināts gaisa mitrums, lielākoties, saistīts arī ar paaugstinātu temperatūru un samazinātu gaisa kustības ātrumu biroja telpās.

Pamatojoties uz mērījumu veikšanas pieredzi un iegūtiem rezultātiem, redzams, ka visi mikroklimata un ķīmisko vielu mērījumi būtu jāveic monitoringa režīmā - visu darba dienu, vislabāk, izmantojot automātiskās datu reģistrēšanas iekārtas, lai varētu izsekot rādītāju pīķa lielumiem un analizēt to cēloņus un savstarpējo mijiedarbību.

Darbā veiktā biroju **darbinieku veselības sūdzību analīze** (*odds ratio – izredžu attiecība*) norādīja uz darba vides apstākļu nelabvēlīgo ietekmi uz darbinieku labsajūtu un veselību.

Izredžu attiecību analīzei tika skatītas veselības sūdzību esamība vai trūkums konkrētiem darba vides faktoriem eksponēto un neeksponēto darbinieku grupās. Katram darba vides riska faktoram tika identificētas vairākas specifiskas veselības sūdzības, kas arī tika apskatītas un analizētas padziļināti.

Nozīmīgākie darba vides nelabvēlīgie apstākļi, kas cieši saistīti ar izteiktiem veselības traucējumiem (sūdzībām), ir **pārāk maza gaisa plūsma** (pastāvīgu nogurumu, nespēku un miegainību – OR=2,1; tekošu vai aizliktu degunu – OR=2,2; galvassāpes – OR=2,0 u.c.), **paaugstināta temperatūra** (sausas, niezošas un iekaisušas acis – OR=2,2; sausa āda - OR=1,7; tekošs vai aizlikts deguns – OR=1,7 u.c.), **pārāk sauss gaiss** (sausu ādu – OR=3,4; sausas, niezošas vai iekaisušas acis – OR=2,5; iekaisis un sauss kakls (rīkle) – OR=1,7; šķaudīšana – OR=1,9; tekošs vai aizlikts deguns – OR=1,8 u.c.); **ķīmisko vielu smarža** (slikta dūša vai nelabuma sajūta – OR=2,6; galvas reibšana – OR=2,0; tekošs vai aizlikts deguns – OR=2,6; pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība – OR=2,2 u.c.), **cita veida smaržu**, ko darbinieki raksturoja kā smacīgu gaisu ar sviedru, kosmētikas, virtuves smaržu komponentēm (galvassāpes – OR=1,9; galvas reibšana - OR=1,6); pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība – OR=2,1; grūtības atcerēties vai koncentrēties – OR=2,8 u.c.). Darbiniekiem, kuri norādīja, ka telpās ir “smacīgs gaiss”, veselības simptomu attīstībā nozīme ir paaugstinātām CO₂ koncentrācijām telpās, uz ko norāda mērījumu rezultātu analīze, kā arī veikto korelāciju analīze starp CO₂ mērījumiem un šīm veselības problēmām. Arī ASV veiktais pētījums norāda, ka paaugstinātas CO₂ koncentrācijas iekštelpās rada veselības sūdzības [Apte et al., 2000].

Darbā tika veikta arī biroja tehnikas un kancelejas preču radītā iekštelpu piesārņojuma iespējamās ietekmes uz darbinieku veselību izvērtējums, kur veselības problēmu attīstībā nozīme ir **kopētāju lietošanai** (klepus – OR=1,4; tekošs vai aizlikts deguns – OR=1,4, iekaisušu un sausu kaklu (rīkle) – OR=1,3 u.c.), **lāzerprinteru lietošanai** (galvassāpes – OR=1,6; pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība – OR=1,6; iekaisusis un sauss kakls (rīkle) (OR=1,4) un **biroja kancelejas piederumu** (līmes, korektori, dzēšgumijas, marķieri u.c.) **izmantošanai** (galvassāpes – OR=1,7; galvas reibšana – OR=1,4; slikta dūša vai nelabuma sajūta – OR=1,6 u.c.). Tā kā korektori, līmes, marķieri lielākoties ir pielāgoti ērtai lietošanai, t.i., lai ātrāk nožūst un ir kvalitatīvāks (noturīgāks, izteiktāks u.c.) rezultāts, tāpēc tajos ir dažādu ķīmisko vielu sastāvs, piemēram, lai ātrāk nožūtu pievieno gaistošāku ķīmisko vielu, kas labāk izgaro gaisā, līdz ar to rada lielāku šīs vielas koncentrāciju biroju telpās. Turklāt, lietojot šos

rīkus, darbinieks, visticamāk, noliecas virs veicamā darba, kas nozīmē, ka ķīmisko vielu izgarojumus nonāk tieši darbinieku elpošanas zonā.

Promocijas darbā tika identificēta lāzerprinteru izdalīto nanodaļiņu (raksturīgākais izmērs: 40 – 70 nm) klātbūtne biroju darba vides gaisā. Kopētāju un lāzerprinteru lietošana biroju telpās, kur iekārtotas arī darbinieku darba vietas, pasaulē tiek pastiprināti pētīti, to nosaka identificētais jaunais riska faktors darba vidē – nanodaļiņas, kas izdalās kopēšanas un printēšanas rezultātā. Šīs sīkās putekļu daļiņas var būt bīstamas biroju darbinieku veselībai, jo tās ir ļoti sīkas un ilgstoši var atrasties iekštelpu gaisā, it īpaši, ja nav efektīva ventilācijas sistēma telpā. Biroju darbinieki ilgstoši var tikt pakļauti šo ultrasīko putekļu daļiņu iedarbībai, jo tās var nonākt dziļi elpošanas sistēmā (alveolās) un var iekļūt arī asinsritē. Turklāt, toneru pulveros esošās sīkās daļiņas satur dažādus ķīmiskos savienojumus, kas tiek pievienoti, lai nodrošinātu drukas kvalitāti, noturību. Kopēšanas un printēšanas process noris paaugstinātā temperatūrā, kas veicina organisko savienojumu un putekļu daļiņu pastiprinātu izdalīšanos, bez tam, sakarstot kopētāja un printera plastikāta, gumijas detaļām, gaisā var nokļūt dažādi ķīmiskie savienojumi. Līdz ar to ķīmiskā piesārņojuma līmenis kopēšanas un printēšanas procesu laikā ievērojami palielinās, kas ir noskaidrots veicot mērījumus gan kopēšanas, gan printēšanas procesu laikā [Brown et al., 1999; Schechter et al., 2005; Morawska et al., 2007].

Promocijas darba pētījuma ietvaros biroju darba vidē noris kopēšanas un printēšanas darbi, neatdalot darba vietas no jaudīgām kopēšanas un printēšanas iekārtām, kas kopumā veicina sliktu iekštelpu gaisa kvalitātes rašanos telpās. Līdz ar to kopēšanas un printēšanas darbi dod savu ieguldījumu galvasspāpju, miegainības un noguruma, klepus, šķaudīšanas, iekaisušus acu un citu kairinājumu attīstībai. „Labā prakse” birojos ir novietot kopētājus pēc iespējas tālāk no darba vietām, kurās ir iespējas veikt telpu ventilēšanu (vēdināšanu), turklāt, tas veicina arī darbinieku izkustēšanos no ilgstoši sēdošas pozas, atpūtinot gan acis, gan muguru un sprandu, gan sniedzot atslodzi no darba procesa.

Pētījuma dati rāda, ka biroju darbinieki vairāk lieto lāzerprinterus (57,6%) nekā kopētājus (42,3%), tas ir redzams arī izredžu attiecību (OR) rezultātos, jo lāzerprinteru lietotājiem ir nedaudz lielākas izredzes, piemēram, iegūt iekaisušu un sausu kaklu. Tomēr kopētāju lietošana rada nedaudz paaugstinātas izredzes iegūt putekļu daļiņu izraisītos, raksturīgākos veselības traucējumus klepu un tekošu vai aizliktu degunu. Skaidrojumam var izmantot literatūras datus, ka kopētāji gaisā izdala daudz lielākās

koncentrācijās sīkās putekļu daļiņas nekā lāzerprinteri, kas atrodas biroju telpās pie darbiniekiem [Morawska *et al.*, 2007]. Darbā tika identificēta lāzerprinteru izdalīto nanodaļiņu (raksturīgākais izmērs: 40 – 60 nm) klātbūtne biroju darba vides gaisā.

Liela nozīme ir arī darba vides raksturojumam, jo birojos tika konstatēts, ka **ventilācijas trūkums** (sausas, niezošas vai iekaisušas acis – OR=1,9; galvassāpes – OR=1,4; nogurušas vai sasprindzinātas acis – OR=1,6; sausa āda – OR=1,6 u.c.) un **mīkstaais grīdas segumas** telpā (sausas, niezošas vai iekaisušas acis – OR=1,9; tekošs, aizlikts deguns – OR=1,4; šķaudīšana – OR=1,5; sausa āda – OR=1,7 u.c.) arī var radīt paaugstinātu iespēju iegūt veselības traucējumus. Jāatzīmē, ka mīkstaais grīdas segums ir sekundārs piesārņojuma avots, uz ko norāda putekļu daļiņu mērījumi birojos, t.i., putekļi tajā var uzkrāties, kā arī paklāju tīrīšanai bieži izmanto specifiskus tīrīšanas līdzekļus, kas var saturēt ķīmiskus savienojumus un kas nelabvēlīgi iedarbojas uz darbinieku veselību [Bønløkke *et al.*, 2006].

Darba rezultāti rāda, ka visās biroju telpās tika konstatēta pārāk maza gaisa plūsma, kas norāda uz neefektīvu ventilācijas sistēmas organizēšanu un/vai darbību, kā rezultātā telpā nav „svaiga gaisa”, un telpās ir paaugstināts ķīmisko vielu piesārņojuma līmenis, piemēram, telpās paaugstināta oglekļa dioksīda koncentrācija (cilvēki saelpo), kas var izraisīt nogurumu, galvassāpes. Arī citas ķīmiskās vielas (putekļu daļiņas, aldehīdi, ogļūdeņraži, u.c.) var radīt dažādus veselības traucējumus, kas saistīti ar ādas un gļotādas kairinājumu (iekaisis kakls, klepus, šķaudīšana u.c.). Turklāt paaugstināta temperatūra un sauss gaiss var pastiprināt citu darba vides riska faktoru nelabvēlīgu ietekmi uz darbinieku veselību, radot gļotādas sausumu, samazinot organisma aizsargspējas un veicinot specifisku veselības simptomu attīstību.

Protams, nav izslēgts, ka daļu novērotos veselības simptomus izraisa darbinieku psiholoģiskais aspekts, piemēram, pašsūģestija – „nav ventilācija un ir slikta pašsajūta”, taču darbā nebija iespējams sīkāk izvērtēt psihosociālos jaucējfaktorus.

Darbā veiktā **daudzfaktoru analīze** norādīja, ka biroju darba vidē, kur ir samazināts gaisa mitrums (sausss gaiss) ir izteikti lielākas iespējas iegūt sausu ādu (OR=2,53), elpas trūkumu (OR=2,06), sausas, niezošas vai iekaisušas acis (OR=1,65), iekaisušu un sausu kaklu (OR=1,52), bet biroja telpās, kurās ir samazināts gaisa kustības ātrums, darbiniekiem var novērot tekošu vai aizliktu degunu (OR=1,64), šķaudīšanu (OR=1,61) un sausu ādu (OR=1,49). Savukārt biroja telpās, kurās ir paaugstināta gaisa temperatūra, ir novērojamas lielākas izredzes darbiniekiem novērot sausas acis (OR=1,60) un pastāvīgu nogurumu, nespēku un miegainību (OR=1,51), bet telpās ar

pazeminātu gaisa temperatūru – šķaudīšanu (OR=1,47) un telpās ar paaugstinātu gaisa kustības ātrumu – klepu (OR=1,69) un galvassāpes (OR=1,67). Izvērtējot biroju telpās novēroto izteiktu ķīmisko vielu smaržu, dati rāda, ka darbinieki sūdzās par tekošu vai aizliktu degunu (OR=2,53), iekaisušu un sausu kaklu (OR=2,56), sliktu dūšu (OR=2,52) un galvas reibšanu (OR=1,93). Biroju telpās, kurās darbinieki novēro kancelejas preču izraisīto smaržu (korektori, līmes u.c.), darbiniekiem var tikt novērotas lielākas izredzes sūdzēties par sliktu dūšu (1,62) un klepu (OR=1,47). Savukārt biroja telpās, kurās ir novērojama cita veida smarža (smacīgs gaiss), darbiniekiem ir novērojamas tādas veselības sūdzības, kā pastāvīgs nogurums, nespēks un miegainība (OR=2,29), slikta dūša (OR=1,57) un galvassāpes (OR=1,54).

Jāņem vērā, ka veselības sūdzības ir saistītas arī ar biroju darbinieku dzimumu un vecumu. Tāpēc specifiskās veselības sūdzības sievietēm (galvassāpes, galvas reibšana) varētu būt saistītas arī ar ikmēneša fizioloģiskām izmaiņām sievietes organismā, kā ar ilgstošu darba pozu (sēdošu) darbu, māsaimniecības darbiem mājās pēc darba, uz ko norāda sprandas nogurums un muguras sāpes. Turklāt, jāatzīmē, ka sievietes ir emocionāli labilākas, kas nozīmē, ka pakļautas augstākai nelabvēlīgai stresa ietekmei. Dati rāda, ka sievietēm ir lielākas izredzes iegūt arī sausu ādu, kas tieši saistīts ar sieviešu attieksmi pret skaistumkopšanas procedūrām – uztraucas par ādas kopšanu un spēj novērtēt ādas stāvokli (varbūt reizēm pārspīlēti).

Biroju darbiniekiem dažādās vecuma grupās lielākas izredzes iegūt sāpes vai stīvums mugurā (OR>1,80), sprandas nogurumu (OR=2,87) u.c. veselības simptomus, kas norāda arī uz vecuma izraisīto fizioloģisko izmaiņu ietekmi uz darbinieku veselību.

Kopumā dati norāda ne tikai uz iekštelpu gaisa kvalitātes problēmām, bet arī uz darba organizācijas vispārējām problēmām birojos, t.i., darbs pie datora, kas ar gadiem saasina ar acīm saistītās problēmas, kā arī darbinieku sprandas un muguras problēmas norāda uz ergonomiskas dabas problēmām birojos.

Sakarību analīze starp darba vides mērījumiem un veselības sūdzībām norādīja, ka pastāv ciešas sakarības starp **ogļūdeņražu un aldehīdu** koncentrācijām un specifiskiem veselības simptomiem: grūtībām atcerēties un koncentrēties, un galvassāpēm. Šīs veselības sūdzības ir tieši saistītas ar konstatēto ķīmisko vielu piesārņojuma līmeni iekštelpu gaisā, jo gaistošie organiskie savienojumi iedarbojas uz centrālo nervu sistēmas (CNS) darbību, kā rezultātā var rasties problēmas ar spēju koncentrēties un atcerēties, protams, arī galvassāpes, jo, ilglaicīgi iedarbojoties uz darbinieku, kaut arī salīdzinoši zemās koncentrācijās, bet dažādu ķīmisko vielu

„kokteilim”, var rasties CNS centru kairinājums. Savukārt, **gaisa plūsmas un mitruma** rādītāji neuzrādīja nozīmīgas sakarības, un tas būtu skaidrojams ar nelielo mērījumu skaitu, kā arī rezultātu mazo izkliedi gaisa plūsmas gadījumā. Turklāt ciešās sakarības starp paaugstinātu **temperatūru** telpā un galvas reibšanu un sliktu dūšu varētu tikt skaidrojamas skaidrot ar darbinieku ķermeņa pārkaršanas sekām, it īpaši izteikts tas ir vasaras sezonā, telpās, kurās ir vāja ventilācijas darbības organizācija, kā arī kompleksu citu faktoru iedarbību (ķīmisko vielu ekspozīcija, samazināts mitrums un paaugstināta CO₂ koncentrācija).

CO₂ ir viens no raksturīgākajiem rādītājiem, kas norāda arī uz iespējami paaugstinātu citu ķīmisko vielu koncentrāciju telpās. Tā avots galvenokārt ir cilvēki, un augstās koncentrācijas telpās norāda uz „svaiga gaisa trūkumu”, kas saistīts ar nepietiekošu ventilācijas darbību (svaiga gaisa apmaiņu). Tika atrastas ciešās sakarības starp CO₂ līmeni telpās un tādiem veselības simptomiem kā koncentrēšanās spējam, nogurumu, galvassāpēm un šķaudīšanu.

Putekļu daļiņu koncentrācija darba vidē un veselības sūdzības par klepu, elpas trūkumu u.c., iespējams daudz ciešāk korelētu, ja būtu lielāka mērījumu datu bāze un mērķtiecīgāka veselības simptomu identifikācija.

Jebkādu veselības traucējumu esamība rada paaugstinātu diskomfortu darbiniekiem, tie ietekmē darba produktivitāti un kvalitāti. Lielāka motivācija ir strādāt sakārtotā darba vidē, nevis telpās ar sliktu gaisa kvalitāti.

Kopumā sakarības starp iekštelpu gaisa kvalitātes rādītājiem un veselības traucējumiem uzskatāmi norāda uz savstarpējo saistību. Sakarību objektīvākai izvērtēšanai būtu nepieciešami papildus mērījumi un aptaujas dati, kā arī medicīniskās apskates dati (analīzes, funkcionālie izmeklējumi).

Lai izvērtētu biroju aprīkojuma un vides apstākļu iespējamo ietekmi uz darbinieku veselību, tika veikti **eksperimenti ar dzīvniekiem un asins šūnām**. **Dzīvnieku eksperiments** veikts biroja telpās, kurās notiek kopēšana, printēšana, darbs ar datoru un papīriem, gaiss var tikt piesārņots ar papīra putekļiem, ļoti sīkām oglekļa daļiņām (nanodaļiņām), ozonu u.c. Dotajā pētījumā noskaidrots, ka eksperimentālo dzīvnieku atrašanās 28 dienas šādos apstākļos, ietekmē to organisma funkcionālo stāvokli. Eksperimentā konstatēta eksperimentālās grupas dzīvnieku masas pieauguma samazināšanās eksperimenta beigās, salīdzinot ar kontroli. Augšējos elpceļos novērota šūnu proliferācija, palielināts kopējo epitēlijšūnu skaits, neitrofilu (graudaino leukocītu) un limfocītu skaits. Savukārt pētījumā konstatēto neitrofilo leukocītu skaita

samazināšanos plaušu audos varētu ietekmēt arī konstatētās imūnās sistēmas funkcionālās izmaiņas. Makrofāgu skaita samazināšanās augšējos elpceļos varētu liecināt par fagocitārās funkcijas izsīkumu [Topfer and Vander, 1990].

Iekaisuma citokīnus (IL-1, TNF- α) producē aktivizēti makrofāgi, tie tiek uzskatīti par agrīniem iekaisuma mediatoriem. To līmeņa paaugstināšanās, kā tas tika novērots dotajā eksperimentā, var liecināt par iekaisuma procesa attīstību. Arī C-reaktīvā olbaltuma paaugstināšanās liecina par iekaisuma procesa attīstību.

Paaugstināto superoksīddismutāzes un reducētā glutaciona līmeni var uzskatīts par norādi uz oksidatīvā stresa pieaugumu, kas ir kompensēts, jo pārējo antioksidatīvo enzīmu aktivitāte nebija paaugstināta. Literatūrā ir norādne par tiešu saistību starp brīvo radikāļu daudzumu un iekaisuma procesu [Makay et al, 2009].

Imūnkompetento šūnu skaita izmaiņas var saistīt ar organisma aizsargreakciju pret antigēnu, dotajā gadījumā pret biroja telpu piesārņojošiem aģentiem. T un B limfocīti pieder pie imunitāti regulējošām šūnām. To skaita pieaugums liecina par imūnās sistēmas mobilizāciju. D limfocītus uzskata par T un B šūnu priekštečiem un to skaita palielināšanās liecina par T un B šūnu aktivāciju, imunitātes stimulāciju.

CIK (cirkulējošais imūnkomplekss) ir antigēna un antivielas savienojums, kas mūsu pētījumā ir paaugstinājies. Iekaisuma procesā organismā CIK var paaugstināties, un tas tiek uzskatīts, kā imūnās sistēmas atbildes reakcija [Bier, 1981].

Biroja darba vides piesārņojuma izraisītās pārmaiņas, piemēram, trahejas epitēlija bazālo šūnu hiperplāzija, izteikta iekaisuma šūnu infiltrācija un asinsvadu pilnasinība, liecina par nopietnām iekaisuma radītām pārmaiņām plaušās ar sekojošu asinsvadu sklerozi un emfizēmu. Limfatisko mezgliņu samazināšanās gan trahejā, gan plaušās vērtējami kā imūnās sistēmas izsīkums/dekompensācija.

IL1 ekspresējošo struktūru daudzumam bija tendence palielināties elpošanas sistēmas orgānos mēnesi pēc biroja tehnikas piesārņojuma regulāras ieelpošanas. IL6 un TNF α stabili samazinājās trahejas audos, bet variēja iekaisuma skartajās plaušās galvenokārt uzrādot intensīvu ekspresiju no perēkļveida iekaisuma infiltrāta šūnām ap sekundārajiem mezgliņiem, ko, iespējams, nosaka lokālo audu aizsardzību ietekmējošie faktori.

Antimikrobaais peptīds defensīns bagātīgi izdalījās visā elpošanas sistēmā, kaut gan izteikta iekaisuma gadījumā tā saturošo struktūru skaitam bija tendence palielināties.

Programmētā šūnu nāve (apoptoze) vairāk skāra plaušas, kurās novēro iekaisumu (lai gan bez statistiski ticamas atšķirības), kopumā uzrādot daudz perēkļveida apoptotisko alveolocītu un iekaisuma šūnu lokalizāciju.

Pētījuma gaitā novērotās izmaiņas liecina par kompensējamu iekaisuma procesa attīstību eksperimentālajiem dzīvniekiem, kas bija pakļauti biroja piesārņojuma pasīvai ekspozīcijai 28 dienas. Iekštelpu gaisa kvalitātes novērtējums norāda uz paaugstinātu piesārņojuma līmeni biroja telpā, kurā tika izvietoti eksperimentālās grupas dzīvnieki. Tas varētu būt par iemeslu ķīmisko vielu, arī nodaļiņu, nelabvēlīgai ietekmei uz eksperimentālo dzīvnieku elpošanas sistēmas audiem, iekaisuma rādītāju (C reaktīvais olbaltums un TNF- α līmenis) statistiski ticamam ($p < 0,05$) palielinājumam, kā arī dažu oksidatīvā stresa rādītāju (superoksīddismutāze, reducētais glutations) statistiski ticamam ($p < 0,05$) palielinājumam.

Perifēro mononukleāro asins šūnu eksperimenta rezultātu analīze, t.i., putekļu daļiņu vizualizēšana perifērās mononukleārās asins šūnās parādīja, ka daļiņas konstatētas gan uz tām, gan šūnās. Analizējot attēlus, redzams, ka šūnās ir notikusi eksocitoze, kas varētu norādīt uz iespējamiem šūnu funkcionāliem traucējumiem, jo daļa mitohondriju tiek izvadīti ārpus šūnas kopā ar bojātiem šūnu fragmentiem. Turklāt daļiņas šūnā lielākoties lokalizējas difūzi un tas varētu nelabvēlīgi ietekmēt šūnu funkcijas, ko apstiprina arī līdzīgi pētījumi pasaulē [Saura et al, 2009].

Eksperimentā novērots, ka lielākā daļiņu koncentrācija izraisīja augstāku IL6 ekspresiju, kas kopumā varētu norādīt uz organisma reakciju un pirmsiekaisuma pazīmēm – akūts iekaisums. Lai varētu detalizētāk novērtēt šūnu atbildes reakciju uz kairinātāju, būtu nepieciešams noteikt vēl citus rādītājus, piemēram, IL1, TNF α un izmēģināt vairākus ekspozīciju scenārijus.

Visi pētījuma dati norāda, ka nerūpnieciskā darba vidē (birojos) pastāv dažādi darba vides faktori, kas var biroju darbiniekiem radīt paaugstinātu risku attīstīties veselības traucējumiem. Turklāt eksperimentu rezultāti norāda uz birojā esošā iekštelpu gaisa kvalitātes nelabvēlīgo ietekmi uz dzīvnieku audiem un šūnu funkcijām.

Pētījuma kvantitatīvo un kvalitatīvo rezultātu nozīmīgākie *BIAS* cēloņi

Analizējot pētījumā apkopotos mērījumus un aptaujas datus, jāņem vērā, ka:

- biroju telpu un biroja darbinieku atlase tika veikta pēc pieejamības un brīvprātības principa, kur bieži vien darba vides riska faktori tika apzināti

sistemātiski un jau iepriekš ir konstatētas problēmas. Objektīvai datu analīzei būtu nepieciešama vai nu nejauša vai sistemātiska biroju atlase;

- biroju iekštelpu gaisa novērtējumam nepieciešams lielāks mērījumu skaits, lai novērstu rezultātu lielo izkliedi un iegūtu objektīvāku ainu par piesārņojumu birojos, bet pat pēc visiem atlases kritērijiem vienādie biroji var atšķirties biroja iekārtojuma un darba organizācijas dēļ un mērījumu izmaksas ir augstas;
- birojos mērījumi tika veikti tikai 1 – 2 dienas. Netika veikti tādi iekštelpu gaisa kvalitātes mērījumi, kā, piemēram, mikrobioloģiskais piesārņojums, trokšņa un elektromagnētisko lauku ekspozīcija, kuri kā jāucējfaktori var nelabvēlīgi ietekmēt novērtētos veselības simptomus. Jāatzīmē arī ergonomiskā riska klātbūtne darba vidē, kas nav vērtējama ar MM40 aptaujas palīdzību;
- dzīvnieku eksperimenta rezultāti tika iegūti tikai no 15 dzīvniekiem, tāpēc iegūto rezultātu interpretācija, neskatoties uz datu statistisko apstrādi, ir apgrūtināša un norāda uz kopējām tendencēm. Turklāt eksperimenta vide bija reāla, nevis eksperimentāli stingri kontrolēta, kas apgrūtina cēloņu – seku analīzi; tā norāda uz to, kas būtu uzlabojams, lai realizētu eksperimentus reālā darba vidē;
- šūnu eksperiments bija pirmais pētnieku komands mēģinājums novērtēt iespējas strādāt ar reālu nevis references putekļu (nanodaļiņu) materiālu. Pētījumā trūkums – netika izmantots elektronmikroskops izmantošanas, jo nanodaļiņu pētīšanai šūnās nepieciešams speciālas metodes, kas pētnieku grupai nebija pieejamas.

Izskatot iekštelpu gaisa kvalitātes novērtēšanas vadlīnijas, var secināt, ka Latvijā ķīmisko vielu pieļaujamās koncentrācijas iekšelpām nav izstrādātas, kā references lielumi praksē tiek izmantotas apkārtējai videi noteiktās normas. Daudziem iekšelpās esošiem piesārņotājiem (GOS, formaldehīdam, - CO₂), Latvijā ir noteiktas tikai arodekspozīcijas robežvērtības rūpnieciskai darba videi, kuras nav korekti piemērot nerūpnieciskā darba vidē, jo nerūpnieciskā darba vide un aprīkojums netiek piemērots darbiem ar ķīmiskām vielām, netiek veikta atbilstoša darbinieku veselības uzraudzība un preventīvās darbības.

Promocijas darbā izstrādāti priekšlikumi iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāju lielumiem un vadlīnijām iekštelpu gaisa kvalitātes novērtēšanai, kas pamatojas uz citu valstu praksi.

5. SECINĀJUMI

1. Pēc literatūras datiem un pētnieciskā darba rezultātiem atlasīti nozīmīgākie nerūpnieciskās (biroju) iekštelpu darba vides gaisa kvalitātes rādītāji: putekļu daļiņu skaits un putekļu alveolārās frakcijas virsmas laukums, oglekļa dioksīds, slāpekļa dioksīds, ozons, formaldehīds, ogļūdeņraži (summāri pēc C), etilacetāts, gaisa mitrums, gaisa temperatūra, gaisa kustības ātrums, kuriem biroja darbinieki ir pakļauti regulāri katru dienu.
2. Biroju iekštelpu gaisā atrasts ļoti plašs ķīmisko savienojumu spektrs (t.sk polibromētie difenilēteri, bifenili, ftalāti kopētāju/printeru toneru putekļu sastāvā); lielākai daļai ķīmiskām vielām kā kairinātājiem ir vienvirziena iedarbība uz organismu.
3. Nerūpnieciskās darba vides (biroju) gaisā noteikas ultrasīkās putekļu daļiņas, noteikti daļiņu izmēri (nanoskalā), skaits, diferencēts virsmas laukums kā alveolārā un traheobronhiālā frakcija, ko var izmantot kā nanodaļiņu novērtēšanas kritērijus.
4. Nerūpnieciskās iekštelpu gaisa kvalitātes higiēniskam novērtējumam vispiemērotākais ir gaisa paraugu ņemšanas visas darba dienas monitoringa princips, kas nav balstīts uz ekspresmetožu izmantošanu.
5. Noteikta cieša un vidēji cieša sakarība starp iekštelpu kvalitāti raksturojošo ķīmisko vielu koncentrāciju darba vidē un veselības sūdzībām (grūtībām atcerēties un/vai koncentrēties, galvassāpēm, iekaisušu vai sausu kaklu, kā arī galvas reibšanu un sliktu dūšu); nelabvēlīgo ietekmi pastiprina telpas temperatūra, zems relatīvais mitrums, neatbilstoša ventilācijas sistēmas organizācija, kopēšanas/printēšanas aktivitāte darba vidē, mīksta grīdas segums.
6. Nelabvēlīgiem darba vides riska faktoriem pakļautiem darbiniekiem ir lielākas izredzes sūdzībām par veselību: samazināta gaisa mitruma gadījumā sausa āda (OR=3,4) un sausas un iekaisušas acis (OR=2,5); ķīmisko vielu iedarbības

gadījumā slikta dūša vai nelabuma sajūta (OR=2,6) un pārāk mazas gaisa kustības gadījumā iekaisis, sauss kakls (OR=2,6); šķaudīšana (OR=2,2).

7. Daudzfaktoru analīze norāda uz biroju darbinieku veselības sūdzību saistību ar biroju darba vidē konstatētiem specifiskiem darba vides riska faktoriem (gaisa kustības ātrums, gaisa mitrums, ķīmisko vielu piesārņojums).
8. Eksperimentālos pētījumos ar laboratorijas dzīvniekiem atrasts, ka biroju tehniskā aprīkojuma radītā piesārņojuma pasīvai ekspozīcijai pakļautiem eksperimenta dzīvniekiem novērotās izmaiņas liecina par kompensējamu iekaisuma procesa attīstību – palielinājušies iekaisuma rādītāji (C reaktīvais olbaltums un TNF- α līmenis), oksidatīvā stresa rādītāji (superoksīddismutāze un reducētais glutations), imūnkompetento šūnu skaita izmaiņas norāda uz organisma aizsargreakcijas palielināšanos.
9. Eksperimentālās grupas dzīvnieku trahejas un plaušu audu histoloģiskā analīze arī norāda uz iekaisuma pazīmēm (limfātisko mezgliņu skaita samazināšanās, IL6 un IL1, TNF α , defensīna ekspresija, bazālo šūnu hiperplāzija, apoptotisko šūnu skaita palielināšanās) salīdzinājumā ar kontroles grupas dzīvniekiem.
10. Pētījumos uz perifērām mononukleārām asins šūnām pēc putekļu nanodaļiņu iedarbības ir novērojama eksocitoze (šūnu fragmentācija), kuras laikā no šūnām kopā ar bojātiem šūnu segmentiem tiek izvadīti mitohondriji, bet lielākās ekspozīcijas (augstākas koncentrācijas) gadījumā IL6 ekspresijai eksperimenta paraugos ir izteiktāka tendence.
11. Sagatavots projekta par nerūpniecisko iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāju normatīviem lielumiem un vadlīnijas biroju iekštelpu kvalitātes novērtējumam.

Promocijas darbā izvirzīto hipotēžu apstiprinājums

- Pirmā hipotēze par to, ka putekļu daļiņas (arī nanodaļiņas) rada paaugstinātu iekštelpu gaisa piesārņojumu nerūpnieciskās darba vidē (birojos) tiek apstiprināta, jo putekļu daļiņu virsmas laukuma un skaita mērījumi parādīja, ka, salīdzinot ar references telpu, biroja telpās bija vairākas reizes augstāks putekļu daļiņu līmenis.
- Otrā hipotēze par sevišķi smalko putekļu daļiņu (arī nanodaļiņu) izgulsnēšanos laboratorijas dzīvnieku (žurku) orgānos, radot tajos funkcionālus traucējumus, apstiprināta daļēji, jo putekļu daļiņas netika vizualizētas plaušu, aknu un liesas audos, bet histoķīmiskie un bioķīmiskie eksperimentālo dzīvnieku izmeklējumi norādīja uz pārmaiņām.
- Trešā hipotēze par piesārņota biroju iekštelpu gaisa kvalitātes nelabvēlīgu ietekmi uz darbinieku veselību ir apstiprināta, jo mērījumu rezultāti norādīja uz sliktu biroju iekštelpu gaisa kvalitāti un darbinieku aptauja uzrādīja palielinātas izredzes iegūt veselības traucējumus.

6. PRAKTISKĀS REKOMENDĀCIJAS

Iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāju rekomendējamie lielumi

- Noteikt šādus iekštelpu gaisa kvalitātes rādītājus kā nozīmīgākos un obligāti izvērtējamus, veicot darba vides riska faktoru novērtēšanu nerūpnieciskā darba vidē: gaisa mikroklimats (mitrums, temperatūra, gaisa kustības ātrums), piesārņojošo vielu koncentrāciju (CO_2 , NO_2 , O_3 , formaldehīds, ogļūdeņraži (summāri pēc C), putekļu daļiņu skaits un alveolārās frakcijas virsmas laukums).
- Pārskatīt un ieviest rekomendējamus lielumus šādiem rādītājiem:
 - gaisa relatīvais mitrums – no 40 līdz 60%;
 - temperatūra siltajā gada laikā (vidējā gaisa temperatūra ārpus darba telpām $+ 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ vai vairāk) $+ 24,5 \pm 1^{\circ}\text{C}$, bet aukstajā gada laikā (vidējā gaisa temperatūra ārpus darba telpām $+ 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ vai mazāk) $+ 22,0 \pm 1^{\circ}\text{C}$;
 - gaisa kustības ātrums siltajā gada laikā 0,12 m/s, bet aukstajā gada laikā – 0,1 m/s;
 - CO_2 zemākā rekomendējamā vērtība ir 800 ppm, bet augstākā 1000 ppm;
 - koncentrācija iekštelpu gaisā visiem aldehīdiem – 0,1 mg/m³;
 - koncentrācija iekštelpu gaisā summāri ogļūdeņražiem – 0,3 mg/m³;
 - koncentrācija putekļu skaitam - zemākā rekomendējamā vērtība – 2000, bet augstākā – 10000 daļiņas/cm³;
 - virsmas laukums alveolārās frakcijas putekļu daļiņām - zemākā rekomendējamā vērtība – 6,0 $\mu\text{m}^2/\text{cm}^3$, bet augstākā – 25 $\mu\text{m}^2/\text{cm}^3$;
 - virsmas laukums traheobronhiālās frakcijas putekļu daļiņām zemākā rekomendējamā vērtība – 1,5 $\mu\text{m}^2/\text{cm}^3$, bet augstākā – 15,0 $\mu\text{m}^2/\text{cm}^3$
- Ieviest Latvijas normatīvajos aktos nerūpnieciskās darba vides iekštelpu gaisa kvalitātes novērtēšanas vadlīnijas un normatīvos lielumus.

Mērījumu plānošana

- Teritorijas, ēkas un telpu inventarizācija (ēkas vecums, ventilācija, telpu uzkopšana u.t.t.), izmantojot speciālas anketas (skat. pielikumā), pirms mērījumu veikšanas.
- Iekštelpu gaisa kvalitātes mērķa noskaidrošana (pirmreizēja vai atkārtota darba vides risku izvērtēšana, vai arī darbinieku sūdzību izskatīšana), lai

identificētu testējamos rādītājus un izstrādātu nosakāmo rādītāju noteikšanas shēmu.

- Monitoringa principa metožu izvēle, lai varētu veikt mērījumus visas darba dienas garumā.
- Aptauju (t.sk., ergonomisko risku, psihosociālo u.c.) izmantošana kā papildus rīks darba vides un veselības problēmu identificēšanai.

Mērījumu veikšana

- Visu telpās/ēkās esošo aktivitāšu fiksēšana mērījumu veikšanas laikā, lai korektāk interpretētu mērījumu rezultātus.
- Mērījumu veikšanas principa izvēle (telpā vai darba vidē) un mērījumu veikšanas vietu noteikšana atkarībā no mērījuma mērķa.

Veselības problēmu risināšana

- Biroja tehnikas izvietošana maksimāli tālu no darba vietām, vislabāk atsevišķā telpā ar efektīvu ventilācijas sistēmu.
- Ventilācijas sistēmas darbības adekvāta organizācija atbilstoši gadalaikam, ēkas/telpu īpatnībām, darba vietu izvietojumam.
- Telpu apdares un ēku celtniecības materiālus izvēlēties pēc iespējas videi un cilvēkiem „draudzīgus” materiālus.
- Gaisa mitrināšanas pasākumu plānošana iekštelpās.
- Darba vides riska faktoru kompleksa izvērtēšana (t.sk. ergonomisko, psihosociālo u.c) un novēršana.
- Veselības veicināšanas pasākumi (veselības apdrošināšana, sportošanas iespējas u.t.t).

7. IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Abbritti G., Muzi G. Indoor air quality and health in offices and other non-industrial working environments // *La Medicina del Lavoro*, 2006, 97, 2; p. 410 – 417.

ACGIH (2010). American Conference of Governmental Industrial Hygienists. TLVs and BEIs. Based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices. Cincinnati (OH) // ACGIH; 2010,3, p. 272.

Aitken Rob, Exposure to nanoparticles: Importance, knowledge and needs. SAFENANO, Institute of Occupational Medicine (IOM), Edinburga, NANOSAFE2, Grenoble 2008, www.nanosafe.org)

Alarie Y, Schaper M, Nielsen GD, Abraham MH. Structure-activity relationships of volatile organic chemicals as sensory irritants // *Arch. Toxicol.*, 1998, 72; pp 125-140.

Alarie Y. Sensory irritation by airborne chemicals // *Crit. Rev. Toxicol*, 1973, 2, 299-363.

Alberta (2009). Government of Alberta. Indoor Air Quality: Tool Kit. 2009, 8; pp. 2 - 18

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) Standard 62-2007 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. Atlanta (GA): American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; 2002. 6 p. Available from: <http://www.ashrae.org/content/ASHRAE/ASHRAE/ArticleAltFormat/20037713571> _Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.)

Andersson K. Epidemiological Approach to Indoor Air problems. *Indoor Air*, 1998, 4; p. 32-39.

Andrejs Brigitte, Reitedhel Peter. Multifunctional analysis of health problems in offices spaces // *SJWEH Suppl*, 2008, 4; p. 21-24

ANSI/ASHRAE Standard-62.1-2004 “Ventilation for acceptable indoor air quality, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers” Atlanta, 2004

Apte Michael G., Fisk William J., Daisey Joan M.. Indoor carbon dioxide concentrations and SBS in Office workers, *Proceedings of Healthy Buildings*, 2000, 1; p. 133-138.

Araujo JA, Barajas B, Kleinman M, Wang X, Bennet BJ, Gong KW, Navab M, Harkema J, Sioutas C, Lusk AJ, Nel AE. Ambient particulate pollutants in the ultrafine range promote early atherosclerosis and systemic oxidative stress // *Circ Res*, 2008, 102: pp 589-596

Barack C, Lundahl J, Halldén G, Bylin G. Brief exposures to NO₂ the allergic inflammation in asthmatics. // *Environ. Res*, 2005, 97; pp 58-66

Barlow PG, Clouter Baker A, Donaldson K, McCollum J and Stone V. Carbon black nanoparticles induce type II epithelial cells to release chemokines for alveolar macrophages // *Particle and fibre toxicology*, 2005, 2, pp 11

Bayer-Oglesby L., Schindler C., Hazenkamp-von Arx M., et al. Living near Main Street and Respiratory Symptoms in Adults//*American Journal of Epidemiology*, 2006; 164 (12); pp 1190–1198.

Behrens I, Pena AI, Alonso MJ, Kissel T. Comparative uptake studies of bioadhesive and non-bioadhesive nanoparticles in human intestinal cell lines and rats: the effect of mucus on particle adsorption and transport // *Pharm Res.*, 2002, 19, 8; pp 1185-1193

Bernstein Jonathan A., Neil Alexis, Hyacinth Bacchus, I. Leonard Bernstein, Fritz, Eliot Horner, Ning Li, Stephany Mason, Andre Nel, John Oullette, Kari Reijula, Tina Reponen, James Seltzer, Alisa Smith, Susan M. Tarlo. The health effects of nonindustrial indoor air pollution // *J Allergy Clin Immunol* 2008; 121; p. 585-591.

Bier O., Dias da Silva W., Gotze D., Mota I. Fundamentals of immunology // New York, Heidelberg, Berlin, 1981, p. 442.

Bønløkke JH, Stridh G, Sigsgaard T, Kjaergaard SK, Löfsted H, Andersson K, Bonefeld-Jørgensen EC, Jayatissa MN, Bodin L, Juto JE, Møhlave L. Upper-airway inflammation in relation to dust spiked with aldehydes or glucan // *Scand J Work Environ Health*, 2006, 32(5); p. 374-382.

Borm PJA, Robbins D, Haubold S, Kuhlbusch T, Fissan H, Donaldson K, Shins R, Stone V, Kreyling W, Lademann J, Krutman J, Warheit D and Oberdorster E. The potential risks of nanomaterials: review carried out for ECETOX // *Particle and Fibre Toxicology*, 2006, 3; pp 11 (Open Access article, skatīts 16.04.2012.) <http://www.particleandfibretoxicology.com/content/3/1/11>

Bornehag CG, Lundgren B, Weschler CJ, Sigsgaard T, Hagerhed-Engman L, Sundell J. Phthalates in indoor air and their association with building characteristics // *Environ. Health. Perspectives*, 2005a, 113, p. 1399-1404.

Brooks B.O. Davis W.F. Understanding indoor air quality // *CRC Press* 1991, pp 19- 56.

Brown DM, Kinloch IA, Bangert U, Windle AH, Walter DM, Walker GS, Scotchford CA, Donaldson K and Stone V. An *in vitro* study of the potential of carbon nanotubes and nanofibres to induce inflammatory mediators and frustrated phagocytosis // *Carbon*, 2007, 48 (9); pp 1743-1756.

Brown JS, KL Zeman and WD Bennett. Ultrafine particle deposition and clearance in the healthy and obstructed lung // *Am J Respir Crit Care Med*, 2002, 166; pp 1240-1247.

Brown S.K. Assessment of pollutant emissions from dry-process photocopiers // *Indoor air*, 1999, 9 (4); p. 259.

Butte W, Heinzow B. Pollutants in house dust as indicators of indoor contamination // *Rev. Environ. Contam. Toxicol.*, 2002, 175; p. 1-46.

CARB (2004). California Air Resources Board (CARB)///Indoor Air Quality Guideline -Formaldehyde in the Home, 2004, p. 5.

Carslaw N., Langer S, and Wolkoff P. New Directions: Where is the link between reactive indoor air chemistry and health effects? // *Atmospheric Environment*, 2009; 43 (24, August); pp 3808-3838

Chao H.J., Schwartz J., Milton D.K., Burge H.A. The work environment and worker's health in four large office buildings // *Environment medicine*, 2003, 9, 111; pp 1242 – 1248.

Charles K, Magee R.J., Won D, Luszyk, E -National Research Council Canada - Indoor Air Quality Guidelines and Standards// Canada, 2005, 3; p. 10

COHC (2006). Canadian centre for occupational health&safety. What is meant by thermal comfort? www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/thermal_comfort.html. Doc.updated Jan 9, 2006; Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.)

Cormier SA, Lomnicki S, Backes W and Dellinger B. Origin and Health Impacts of Emissions of Toxic By-Products and Fine Particles from Combustion and Thermal Treatment of Hazardous Wastes and Materials // *Environmental Health Perspectives*, 2006; Volume 114 (6); p. 810-817.

Dales R., L.Liu, A.J.Wheeler, N.J.Gilbert. Quality of indoor residential air and health // *CMAJ*, 2008, 15, pp 179

DHHS (2003). Department of health and human services U.S. Public health service. Indoor air quality investigative guidelines. July 2003; Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.)

Dominici F, Peng RD, Bell ML, Pham L., McDermont A, Zeger SL, Samet JM. Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases // *JAMA*, 2006, 295, pp 1127-1134.

Donaldson K, Aitken R, Tran L, Stone V, Duffin R, Forrest G and Alexander A Review. Carbon nanotubes: A Review of their properties in relation to pulmonary toxicology and workplace safety // *Tox Sci*, 2006, 92(1); pp 5-22

Doty RL, Cometto-Muñiz JE, Jalowayski AA, Dalton P, Kendal-Reed M, Hodgson M. Assessment of upper respiratory react and ocular irritative effects of volatile chemicals in humans // *Crit. Rev. Toxicol*, 2004, 34; pp 85-142.

Eglīte M. Darba medicīna. Rīga, 2000, 450.-451., 466. lpp.

Eglīte M. Vides veselība. Rīga, 2008

Elder A, Gelein R, Silva V, Feikert T, Opanashuk L, Carter J, Potter R, Maynard A, Ito Y, Finkelstein J and Oberdorster G. Translocation of inhaled ultrafine manganese oxide particles to the central nervous system // *Environ Health Perspect*, 2006, 114(8); pp 1172-1178

EPA (2010). Environmental Protection Agency (US). Mold remediation in schools and commercial buildings. Washington (DC): Office of Air and Radiation, Indoor Environments Division, 2001 Mar. Contract No.: EPA 402-K-01-001 [updated 2008 Sept 18; cited 2010 Jun 14]. Available from: http://www.epa.gov/mold/mold_remediation.html

EPA (2011). Sulfur dioxide/ Environmental Protection Agency, last updated on March 30, 2011/ Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.) <http://www.epa.gov/oaqps001/sulfurdioxide/health.html>

EPA (2011). United States Environmental Protection Agency - Indoor Air Facts No. 4 (revised) Sick Building Syndrome [atsauce 13.03.2011.]. Pieejams internetā <http://www.epa.gov/iaq/pubs/sbs.html>; Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.)

EPA (2012). An Office building occupant's guide to indoor air quality, factors that affect occupant comfort and productivity. Environmental Protection Agency (USA), Interneta resurss skatīts 16.04.2012.) <http://www.epa.gov/iaq/pubs/occupgd.html#factors%20that%20affect%20occupan%20comfort%20and%20productivity>

Erdmann CA., Steiner KC., Apte MG. Indoor carbon dioxide concentrations and sick building syndrome symptoms in the base study revisited: analyses of the 100 building dataset // *Indoor air*, 2002, pp 443-448, Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.) http://www.epa.gov/iaq/base/pdfs/base_3c2o2.pdf

Ezratty V, Bonay M, Neukirch C, Orset-Gulliossou G, Dehoux M, Koscielny S, Carbanes P-A, Lambrozo J, Aubier M. Effect of formaldehyde on asthmatic response to inhaled allergen challenge // *Environ. Health Perspect*, 2007, 115; pp 210-214.

Fang L., Wyon D.P., Clausen G., Fanger P.O. Impact of indoor air temperature and humidity in an office on perceived air quality, SBS symptoms and performance // *Indoor air*, 2001, 14 (7), pp.74-81.

Faux SP, Tran CL, Miller BG, Jones AD, Monteiller C, Donaldson K. *In vitro* determinants of particulate toxicity: the dose metric for poorly soluble dusts // HSE Research Report, 154, 2003

Feikert T, Mercer P, Corson N, Gelein R, Opanashuk L, Elder A, Silva V, Carter J, Maynard A, Finkelstein J and Oberdorster G Inhaled solid ultrafine particles (UFP) are efficiently translocated via neuronal nasal-olfactory pathways. Society of Toxicology, 2004

Fiedler N, Laumbach R, Kelly-McNeil K, Lioy P, Fan Z-H, Zhang J, Ottenweller J, Ohman-Strickland P, Kipen H. Health effects of a mixture of indoor volatile organics, their ozone oxidation products, and stress // *Environ. Health Perspect.* 2005, 113; p. 1542-1548.

Fromme H., Koerner W., Shahin N. et al. Human exposure to polybrominated diphenyl ethers (PBDE), as evidenced by data from a duplicate diet study, indoor air, house dust, and biomonitoring in Germany // *Environment International*, 2009, 35; pp 1125 – 1135.

Gilli G. “The mutagenic hazards of environmental PM_{2.5} in Turin” // *Environmental Research*, 2007, 103; pp 168-175.

Gilmour PS, Ziesenis A, Morrison ER, Vickers MA, Drost EM, Ford I, Karg E, Mossa C, Schroepel A, Ferron GA, Heyder J, Greaves M, MacNee W, Donaldson K. Pulmonary and systemic effects of short-term inhalation exposure to ultrafine carbon black particles // *Toxicol Appl Pharmacol*, 2004, 195; pp 35-44

Girman J.. Developing Baseline Information on Indoor Pollutant levels in Typical Office Buildings // Current IAQ Practices Worldwide, Proceedings from the 4th International Air Quality Symposium/ American Industrial Hygiene Association, 2000

Girman J.R., Hadwen G.E., Burton L.B, Womble S.E, McCarthy J.F. Individual volatile organic compound prevalence and concentrations in 56 buildings of the

building assesment survey and evaluation (Base) study // *Proceedings of Indoor Air*, 1999, II: p. 460.-465. Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.) http://www.epa.gov/iaq/base/pdfs/base_2_460.pdf).

Godish T. Problem definition. Formaldehyde. Indoor air pollution control // *CRC Press*, 1989, p.37-41.

Godish T. Sick buildings: definition, diagnosis an mitigation // *CRC Press*; 1995, p. 1. - 4, 54. – 56.

Godish Thad. Indoor Environmental quality // *New York: CRC Press*. 2001, pp. 196-197.

Gwinn MR, Leonard SS and Vallyathan V. Variation in biological effects of exposure to different nanoparticles // *Toxicologist*, 2006, 90(1); pp 112

Hamada K, Goldsmith CA, Goldman A, Kobzik L. Resistance of very young mice to inhaled allergen senistization is overcome by coexposure to an air pollutant aerosol // *Am. J. Respiratory Crit.Care Med*, 2000, 161; pp 1285-1293

Harrad S., Ibarra C., Diamond M. et ak. Polybrominated diphenyl ethers in domestic indoor dust from Canada, New Zealand, United Kingdom and United States // *Environment International*, 2008, 34; pp 232 – 238.

Harrison P. T. C. Indoor air quality guidelines // *Occup. Environ. Med.*, 2002, 59; pp 73 – 74.

HC (2008). Health Canada. Exposure Guidelines for Residential Indoor Air Quality 4.0 Guidelines and Recommendations Part A. Substances with Exposure Guidelines - Non-carcinogenic (Effects Date Modified: 2008-07-30) Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.) <http://www.hc-sc.gc.ca/ewhsemt/pubs/air/exposure-exposition/non-carcinoeng.php#tphp>

Hetes Robert, Mary Moore, and Coleen Northeim. Office Equipment: Design, Indoor Air Emissions, and Pollution Prevention Opportunities. Project summary // EPA/600/SR-95/045 June 1995; lpp.1-5

Hill, BA, Craft, BF, Burkart, JA. Carbon dioxide, particulates, and subjective human responses in office buildings without histories of indoor air quality problems, *APPL. Environmental hygiene*. 1992, 7, 2; pp 101 – 111.

HSE (2004). Health and Safety Executive, Hazard assessment toxicity. Health effects of particles produced for nanotechnologies, Document EH75/6

HSE (2006). Health and Safety Executive NanoAlert Service, Issue 1 Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.) www.hse.gov.uk/horizons/nanotech/nanoalert001.pdf

HSE (2007). Health and Safety Executive NanoAlert Service, Issue 2 Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.) www.hse.gov.uk/horizons/nanotech/nanoalert002.pdf
[http://www.nccch.ca/en/professional_development/practice_questions/co2_indoor_a](http://www.nccch.ca/en/professional_development/practice_questions/co2_indoor_air)
[ir](http://www.nccch.ca/en/professional_development/practice_questions/co2_indoor_air); Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.)

Hussein T., Hämeri K., Aalto P., Asmi A., Kakko L., Kulmala M. Particle size characterization and the indoor-to-outdoor relationship of atmospheric aerosols in Helsinki // *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 2004, 2; pp 54-62

Hutter HP, Moshhammer H, Wallner P, Damberger B, Tappler P, Kundi M. Health complaints and annoyances after moving into a new office building: a multidisciplinary approach including analysis of questionnaires, air and house dust samples // *Int J Hyg Environ Health*, 2006, 209; p.65-68.

IDPH (2012) Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.)
http://www.idph.state.il.us/envhealth/factsheets/indoorairqualityguide_fs.htm

IAQ (2003). Indoor Air Quality in Office Buildings: A Technical Guide, 2003, Canada Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.) <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/ibp/irc/ctus/ctus-n64.html>

Kaļķis V., Roja Ž. Fizikālie faktori. Mikroklimats. Darba vides riska faktori un strādājošo veselības aizsardzība.(Kaļķa V. un Rojas Ž. Redakcijā) izd. Rīga, Elpa, 2001., p. 46.

Kampfrath Thomas, Andrei Maiseyeu, Zhekan Ying, Zubair Shah, Jeffrey A. Deiuliis, Xiaohua Xu, Nisharahmed Kherada, Robert D. Brook, Kongara M. Reddy,

Nitin P. Padture, Sampath Parthasarathy, Lung Chi Chen, Susan Moffatt-Bruce, Qinghua Sun, Henning Morawietz, Sanjay Rajagopalan. Chronic Fine Particulate Matter Exposure Induces Systemic Vascular Dysfunction via NADPH Oxidase and TLR4 Pathways // *Circulation Research*, 2011, 108; pp 716-726

Karjalainen, S. Gender Differences in Thermal Comfort and use of thermostats in everyday thermal environments // *Building and Environment*, 2007, 42; p. 1594-1603.

Kasper K., M. Does exposure science support the concern over indoor air quality?. Rochester, 2006, p. 9

Kinshella R. M., Van Dyke V. M., Douglas E.K., et al. Perceptions of Indoor Air Quality Associated with Ventilation System Types in Elementary Schools // *Occupational and Environmental Hygiene*, 2001; 16 (10); pp 952–960.

Kjaergaard S, Pedersen OF, Møhlave L. Sensitivity of the eyes to airborne irritant stimuli: influence of individual characteristics // *Arch. Environ. Health*, 1992, 47; p. 45-50.

Korhonen P. A, K. Salmi, M. Tuomainen, J. Palonen, E. Nykyri, R.Niemelä, O. Kotzias D. Indoor air and human exposure assessment – needs and approaches // *Experimental and Toxicologic Pathology*, 2005, 57; pp 5 – 7.

Kreyling WG, Semmler M, Erbe F, Mayer P, Takenaka S, Schulz H. Translocation of ultrafine insoluble iridium particles from lung epithelium to extrapulmonary organs is size dependent but very low // *J Toxicol Environ Health*, 2002, 65; pp 1513–1530

Künzli N, Jerrett M, Mack WJ, Beckerman B, LaBree L, Gilliland F, et al. Ambient Air Pollution and Atherosclerosis in Los Angeles // *Environ Health Perspect*, 2005, 113; pp 201-206

Lahtinen Marjaana, Heidi Salonen, Sanna Lappalainen, Jukka Huttunen and Kari Reijula. Renovation of a “Sick Building”: The Challenge of Attaining the Confidence of Occupants // *American Journal of Industrial Medicine*, 2009, 52; p.438-445.

Lan, L., Lian, Z., Liu, W., & Liu, Y. Investigation of gender difference in thermal comfort for Chinese people // *European Journal of Applied Physiology*, 2008, 102(4); p. 471.

Larrieu S et al. Short term effects of air pollution on hospitalizations for cardiovascular diseases in eight French cities: the PSAS program. *Science of the Total Environment*, 2007, 387; p. 105–112

Larsen ST, Hansen JS, Hansen EW, Clausen PA, Nielsen GD. Airway inflammation and adjuvant effect after repeated airborne exposures to di-(2-ethylhexyl) phthalate and ovalbumin in BALB/c mice // *Toxicology*, 2007, 235; p. 119-129.

Laumbach RJ, Fiedler N, Gardner CR, Laskin DL, Fan Z-H, Zhang J, Weschler CJ, Lioy PL, Devlin RB, Ohman-Srickland P, Kelly-McNeil K, Kipen HM. Nasal effects of a mixture of volatile organic compounds and their ozone oxidation products // *J. Occup. Environ. Med*, 2005, 47; p. 1182-1189.

Lindgren T., A case of indoor air pollution of ammonia emitted from concrete
Literature Review - Workplace exposure to nanoparticles
Workplace exposure to nanoparticles
European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA), Spain, 2008

Maertens RM, Bailey J, White PA. The mutagenic hazards of settled house dust: a review // *Mutat. Res.*, 2004, 567; p. 401-425.

Makay B., Makay O., Yenisey C., Icoz G., Akyildiz A., Yetkin E. The Interaction of oxidative response with Cytokines in the Thyrotoxic Rat // *Mediators of Inflammation*, 2009, 10; p. 1155-1162.

Maynard AD, Kuempel ED. Airborne nanostructured particles and occupational health // *Journal of Nanoparticle Research*, 2005, 7(6); p. 587-614.

Maynard AD. Estimating aerosol surface area from number and mass concentration measurements // *Annual of Occupational Hygiene*, 2003; 47 (2); pp 123–144.

MD (2010). Minnesota Department of Health Fact Sheet April 2010 Carbon Dioxide (CO₂) in the Indoor Environment Indoor Air, Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.)

www.health.state.mn.us,

<http://www.health.state.mn.us/divs/eh/indoorair/co2/carbondioxide.pdf>

MK not. Nr.450 „Eksperimentos un zinātniskajos nolūkos izmantojamo dzīvnieku turēšanas, izmantošanas, tirdzniecības un nogalēšanas kārtība”, 01.02.2002.

MK not. Nr.58 “Noteikumi par laboratoriskajām metodēm ķīmisko vielu un ķīmisko produktu fizikālo, ķīmisko, toksikoloģisko vai ekotoksikoloģisko īpašību noteikšanai”, 17.01.2006.

Morawska L, He C, Taplin L. Particle emission characteristics of office printers // *Environ Sci Technol*, 2007, 4; p. 6039-6045.

Morawska Lidia, Michael R Moore and Zoran D Ristovski. Health Impacts of Ultrafine Particles Desktop Literature Review and Analysis // *Common Health of Australia*, 2004

Mossman BT, Borm PJ, Castranova V, Cost DL, Donaldson K, Kleeberger R. Mechanisms of action of inhaled fibers, particles and nanoparticles in lung and cardiovascular disease // *Particle and Fibre Toxicology*, 2007, 4; pp 4 Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.)
<http://www.particlesandfibretoxicology.com/content/4/1/4>

Murr L.E., E.V. Esquivel, J.J. Bang. Characterization of nanostructure phenomena in airborne particulate aggregates and their potencial for respiratory health effects // *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 2004, 15; pp 237-247

Nazaroff WW and Weschler CJ. Cleaning products and air fresheners: exposure to primary and secondary pollutants // *Athmos. Environ*, 2004, 38; p. 2841-2865.

NC (2008). Department of Labor Occupational Safety and Health Program - A Guide to Office Safety and Health//2008, p. 5 – 7.

Nel A, Xia T, Maedler L, Li N (2006) Review: Toxic potentials of materials at the Nanolevel Science, 311:622-627 www.sciencemag.org

Nemmar A, Hoet PHM, Vanquickenborne B, Dinsdale D, Thomeer M, Hoylaerts MF, Vanbilloen H, Mortelmans L and B Nemery. Passage of inhaled particles into the blood circulation in humans // *Circulation*, 2002, 105; pp 411-414.

Nielsen GD, Larsen ST, Olsen O, Løvik M, Poulsen LK, Glue C, Wolkoff P. 2007a. Do indoor chemicals promote development of airway allergy? // *Indoor Air*, in press, 2007

Nielsen GD, Wolkoff P, Alarie Y. 2007b. Sensory irritation: Risk assessment approaches. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, in press 2007

Nielsen GD. Mechanisms of activation of the sensory irritant receptor by airborne chemicals // *Crit. Rev. Toxicol*, 1991, 21; pp 183-208.

NIOSH (2006). National Institute for Occupational Safety and Health. Approaches to safe nanotechnology: An information exchange with NIOSH // Draft for public comment, CDC Workplace Safety and Health, 2006

Nowack Bernd. Pollution Prevention and Treatment Using Nanotechnology // Nanotechnology. Volume 2: Environmental Aspects. Edited by Harald Krug, 2008

Oberdörster G, Oberdörster E, Oberdörster J. Nanotoxicology: An emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles // *Environmental Health Perspectives*, 2005, 113 (7); p. 823-839.

Oberdörster G, Sharp Z, Atudorei V, Elder A, Gelein R, Kreyling W and Cox C. Translocation of inhaled ultrafine particles to the brain // *Inhalation toxicology*, 2004, 16 (6/7); pp 437-445

OECD Guideline for the testing of chemicals, Subacute Inhalation Toxicity: 28-Day Study, 412, Adopted 7.09.2009.

OSHA (2006). manual http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iii/otm_iii_2.html; Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.)

Pasagui V.M.. Sick building syndrome and its multifactorial causes: a review. Philippines. http://www.cleanairnet.org/baq2003/1496/articles-58116_resource_1.doc; Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.)

Pope, C.A. and D.W. Dockery. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect // *Journal of the Air and Waste Management Association*, 2006, 56; pp 709-742

Reijula K., SundmanDigert C. Assesment of indood air problems at work with a questionnaire // *Occup.Environ.Med*, 2004, 61; pp 33 – 38.

Renwick LC, Donaldson K and Clouter A. Impairment of alveolar macrophage phagocytosis by ultrafine particles // *Toxicology and applied pharmacology*, 2001, 172(2); pp 119-127

Rich D. Q., K. Demissie, S.-E. Lu, L. Kamat, D. Wartenberg, G. G. Rhoads. Ambient air pollutant concentrations during pregnancy and the risk of fetal growth restriction // *J Epidemiol Community Health*, 2009, 63; pp 488-496

Rudel RA, Camann DE, Spengler JD, Korn LR, Brody JG. Phthalates, alkylphenols, pesticides, polybrominated diphenyl ethers, and other endocrine disrupting compounds in indoor air and dust // *Environ. Sci. Technol.*, 2003, 37; p. 4543 4553.

Ryman Rasmussen JP, Riviere JE and Monteiro Riviere NA. Penetration of intact skin by quantum dots with diverse physicochemical properties // *Toxicological sciences: an official journal of the Society of Toxicology*, 2006, 91(1); pp 159-165

Saura Sahu C., Casciano Daniel A. Nanotoxicity from *In Vivo* and *In Vitro* Models to health Risks // 2009, John Wiley & Sons Ltd; pp 609.

Saijo Y, Kishi R, Sata F, Katakura Y, Urashima Y, Hatakeyama A, Kobayashi S, Jin K, Kurahashi N, Kondo T, Gong Y, Umemura T. Symptoms in relation to chemicals and dampness in newly built dwellings // *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 2004, 77; pp 461-470.

Sayes CM, Liang F, Hudson JL, Mendez J, Guo W, Beach JM, Moore VC, Doyle CD, West JL, Billups WE, Ausman KD and Colvin VL. Functionalization density dependence of single-walled carbon nanotubes cytotoxicity in vitro // *Toxicol Lett.* , 2006, 161(2); pp 135-142

SCENIHR(2005). Scientific Commitee on Emerging and Newly Identified Health Risks The appropriateness of existng methodologies to assess the potential risks associated with engineered and adventitious products of nanotechnologies. Report, 2005, 9; pp 39.

Schaub B, Lauener R, von Mutius E. The many faces of the hygiene hypothesis // *J.Allergy Clin. Immunol.*, 2006, 117, pp 969-977.

Schechter A., Papke O., Joseph J.E., Tung K.C., Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in U.S. computers and domestic carpet vacuuming: possible sources of human exposure // *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 2005; 68 (7); pp 501-513.

Scheff A. P., Paulius K. V., Huang W. S., et al. Indoor Air Quality in a Middle School, Part I: Use of CO₂ as a Tracer for Effective Ventilation // *Occupational and Environmental Hygiene*, 2000; 15 (11); pp 824–834.

SCHER (2006). Opinion on the report "Emission of chemicals by air fresheners. Tests on 74 consumer products sold in Europe. January 2005". Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.)
http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scher/docs/scher_o_026.pdf

Semmler M, Seitz J, Erbe F, Mayer P, Heyder J, Oberdorster G and Kreyling WG. Long-term clearance kinetics of inhaled ultrafine insoluble iridium particles from the rat lung, including transient translocation into secondary organs // *Inhalation toxicology* (2004) 16 (6/7); pp 453-459.

Seppänen O., Fisk W.J., Lei Q.H. Ventilation and performance in office work, O, Indoor Air 16 Issue 1, 2005; pp 28. - 36. <http://www.blackwell-synergy.com/doi/full/10.1111/j.1600-0668.2005.00394.x>; Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.)

Seppänen, K.Reijula. Effect of temperature on perceived work environment, symptoms and selfestimated productivity in office work. Healthy Buildings 2003 - Proceedings 7th International Conference (7th-11th December 2003) - National University of Singapore - Vol. 3; p. 311-317.

Shah AP, Pietropaoli AP, Frasier LM, Speer DM, Chalupa DC, Delehanty JM, Huang LS, Utell MJ, Frampton MW. Effect of Inhaled Carbon Ultrafine Particles on Reactive Hyperemia in Healthy Human Subjects // *Environ Health Perspect*, 2008, 116(3); pp 375-380.

Shusterman D, Murphy MA, Balmes J. Differences in nasal irritant sensitivity by age, gender, and allergic rhinitis status // *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 2003, 76; p. 577-583.

Singer BC, Destailats H, Hodgson AT, Nazaroff WW. Cleaning products and airfresheners and resulting concentrations of glycol ethers and terpenoids // *Indoor Air*, 2006, 16; pp 179-191.

SOER (2009). <http://soer.justice.tas.gov.au/2009/image/982/index.php> Interneta resurss skatīts: 14.03.2012

Spengler J.D., Chen.O. Indoor air quality factors in designing a healthy building // Annual Review of Energy and Environment 2000; 25: pp 4. <http://meweb.ecn.purdue.edu/~yanchen/papers/2000-7.pdf>; interneta resurss (skatīts 16.04.2012.)

Takenaka S, E Karg, C Roth, H Schulz, A Ziesenis, U Heinzmann, P Schramel and J Heyder. Pulmonary and systemic distribution of inhaled ultrafine silver particles in rats // *Environ. Health Perspect*, 2001, 109 (4); pp 547-551.

Takigawa T, Horike T, Ohashi Y, Kataoka H, Wang DH, Kira S. Were volatile organic compounds the inducing factors for subjective symptoms of employees working in newly constructed // *Environ. Toxicol.*, 2004, 19; pp 280-290.

Taylor and Francis. Concepts in inhalation toxicology // Second edit, 1995.

Tian F, Cui D, Schwarz H, Estrada Giovani G and Kobayashi H. Cytotoxicity of single-wall carbon nanotubes on human fibroblasts // *Toxicology in vitro: an international journal published in association with BIBRA*, 2006, 20(7); pp. 1202-1212.

Tran CL, Buchanan D, Cullen RT, Searl A, Jones AD, Donaldson K. Inhalation of poorly soluble particles II. Influence of particle surface area on inflammation and clearance // *Inhal. Toxicol*, 2000, 12; pp 1113-1126.

Tsai F.C., Macher J.M., Hung Y-Y. Concentrations of airborne bacteria in 100 U.S. office buildings. http://www.epa.gov/iaq/base/pdfs/base_4c1p5.pdf; Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.)

Wargocki P., Lagercrantz L., Witterseh T. et al. Subjective perceptions, symptom intensity and performance: a comparison of two independent studies, both changing similarly the pollution load in the Office // *Indoor Air*, 2002, 12; pp 74 – 80.

Wargocki P., P. Wyon D.P., Baik Y.k., Clausen G., Fanger P.O. Perceived air quality, Sick Building Syndrome (SBS) Symptoms and Productivity in an Office with two different Pollution Loads // *Indoor Air*, 1999, 9(3); pp 165 – 179

Warheit B, Hoke RA, Finlay C, Donner M, Reed KL and Saues K. Development of a base set of toxicity tests using ultrafine TiO₂ particles as a component of nanoparticle risk management // *Toxicol Lett*, 2007, 171(3); pp 99-110.

WHO (2000). Air quality guidelines. 2nd edition, Regional Office for Europe, 2000. Interneta resurs (skatīts 16.04.2012.)
<http://www.euro.who.int/air/activities/200502234>

WHO (2000a). World Health Organization - Air Quality Guidelines for Europe. Second Edition// WHO Regional Publications, European Series, No. 91//2000// lpp.52-204.

WHO (2003). Health aspects of air pollution with particulate matter, ozone, and nitrogen dioxide // Report on a WHO working group, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2003 (document EUR/o4/5042688) Interneta resurs (skatīts

WHO (2004a). Health aspects of air pollution. Results from the WHO project “Systematic review of health aspect of air pollution in Europe” WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2004, interneta resurs (skatīts 16.04.2012.)
<http://www.euro.who.int/document/E83080.pdf>

WHO (2005). Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, *World Health Organization*, Global update 2005; **Summary of risk assessment**; WHO/SDE/PHE/OEH/06.02

WHO (2005a). Principles of characterising and applying human exposure models // Harmonization Project Document No. 3., WHO, Geneva, 2005.

WHO (2005b). Effects of air pollution on children’s health and development // Report on a WHO working group, European Centre for Environment and Health,

Bonn office. Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.)
<http://www.euro.who.int/document/E86575.pdf>.

WHO (2006). Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution. World Health Organization, 2006.

WHO (2010). Природные пожары и аномальная жара в Российской Федерации; Медико-санитарные рекомендации; 19 августа 2010 г.; Всемирная организация здравоохранения, 2010 г.

Wolkoff P, Nøjgaard J K, Troiano P, Piccoli B. Review: Eye complaints in the office environment: precorneal tear film integrity influenced by eye blinking efficiency// *Occup Environ Med*, 2005; 62; pp 4-12.

Wolkoff P, Schneider T, Kildeso J, Degerth R, Jarozewski M, Schunk H. Risk in cleaning: chemical and physical exposure // *Sci. Tot. Environment*, 1998, 215; p. 135-156.

Wolkoff P, Wilkins CK, Clausen PA, Nielsen GD. 2006a. Organic compounds in office environments – sensory irritation, odor, measurements and the role of reactive chemistry // *Indoor Air*, 2006, 16; p. 7-19.

Wolkoff P., Nojgaard J.K. Franck C., Skov P. The modern Office environment deciccates the eyes? // *Indoor Air*, 2006, 16; p.258-265.

Wolkoff, P, Nielsen, GD. Organic compounds in indoor air – their relevance for perceived indoor air quality? // *Atmos. Environ*, 2001, 35; pp 4407-4417.

Womble S.E, Burton L.E., Kolb L., Girman J.R., Hadwen G.E., Carpenter M, McCarthy J.F. Prevalence and concentrations of culturable airborne fungal spores in 86 office buildings from the building assessment survey and evaluation (BASE) study // *Proceedings of Indoor Air*, 1999, II; pp 460.-465.http://www.epa.gov/iaq/base/pdfs/base_1_261.pdf); Interneta resurss (skatīts 16.04.2012.)

Woodcock R. C. CO₂ measurments for IAQ analysis//*Occupational Health Safety*, 2000; 69 (5) pp 60-62.

WS (2005). Work Safe BC. Indoor Air Quality: A guide for building owners, managers and occupants, 2005, p. 4 – 15.

Yang X., K.K.Soron, Y.Qiao, L.Molhave, E.Zhou, Y.Yan, G.Peng, Y.Cao, Y.Zhu, KKe, S.Ding, J.Yuan. Systemic studies on molecular mechanisms for non-allergenic air pollutant formaldehyde – induced asthma // The 6th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation & Energy Conservation in Buildings IAQVEC, 2007, Oct. 28 - 31 2007, Sendai, Japan

1.Pielikums

„Iekštelpu gaisa kvalitātes aptauja”

1. tabula. Biroja telpu iekštelpu gaisa piesārņojuma ar daļiņām rezultāti un telpu raksturojums.

Paraugu ņemšanas vieta/biroja telpa	Vidējais daļiņu virsmas laukums (Alveolārā fracija), $\mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ ($\pm$ mērījuma nenoteiktība)	Vidējais daļiņu virsmas laukums (Traheobronhiālā fracija), $\mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ ($\pm$ mērījuma nenoteiktība)	Vidējā daļiņu skaita koncentrācija, daļiņas/ cm^3 ($\pm$ mērījuma nenoteiktība)	Biroja lokalizācijas vieta/kopēšanas -printēšanas darbu intensitāte ^a	Ventilācijas sistēma telpā ^b	Telpas iekārtojums (grīdas segums)
Meža	$49,6 \pm 9,9$	$15,2 \pm 3,0$	14756 ± 2951	pilsētas centrs/+	-	mīkstais grīdas segums
Smilšu 1 (liela/atvērta tipa biroja telpa)	$55,5 \pm 11,1$	$13,0 \pm 2,6$	9570 ± 1914	pilsētas centrs/++	+	mīkstais grīdas segums
Smilšu 2	$31,5 \pm 6,3$	$4,6 \pm 0,9$	3150 ± 630	pilsētas centrs/+	+	mīkstais grīdas segums
Audēju 1 (liela/atvērta tipa biroja telpa)	$54,9 \pm 11,0$	$6,0 \pm 1,2$	8174 ± 1635	pilsētas centrs ar intensīvu satiksmi/+	+	mīkstais grīdas segums
Audēju 2 (liela/atvērta tipa biroja telpa)	$23,4 \pm 4,7$	$4,8 \pm 1,0$	8241 ± 1648	pilsētas centrs ar intensīvu satiksmi/++	+	mīkstais grīdas segums
Kopētava	$55,0 \pm 11,0$	$13,2 \pm 2,6$	9700 ± 1940	pilsēta, ar intensīvu satiksmi/++	-	akmens flīzes
Republikas laukums 1	$19,0 \pm 3,8$	$4,2 \pm 0,8$	5448 ± 1090	pilsētas centrs ar intensīvu satiksmi/+	+	mīkstais grīdas segums
Republikas laukums 2 (liela/atvērta tipa biroja telpa)	$29,8 \pm 5,9$	$4,2 \pm 0,8$	6462 ± 1292	pilsētas centrs ar intensīvu satiksmi/++	+	mīkstais grīdas segums
Brieža	$26,2 \pm 5,2$	$4,4 \pm 0,9$	3595 ± 719	pilsētas centrs ar intensīvu satiksmi/+	+/-nav atverami logi	mīkstais grīdas segums
Brīvības (liela/atvērta tipa biroja telpa)	$11,7 \pm 2,3$	$2,4 \pm 0,5$	6310 ± 1262	pilsēta, ar intensīvu satiksmi/+	+/-nav atverami logi	mīkstais grīdas segums
Acone	$25,2 \pm 5,0$	$4,4 \pm 0,9$	5945 ± 1189	lauku teritorija/+	+/-	koka parkets
Salaspils 1 ^{REF}	$6,0 \pm 1,2$	$1,5 \pm 0,3$	1880 ± 376	lauku teritorija ar intensīvu satiksmi/+	+/- (nedarbojas pieplūde)	koka parkets

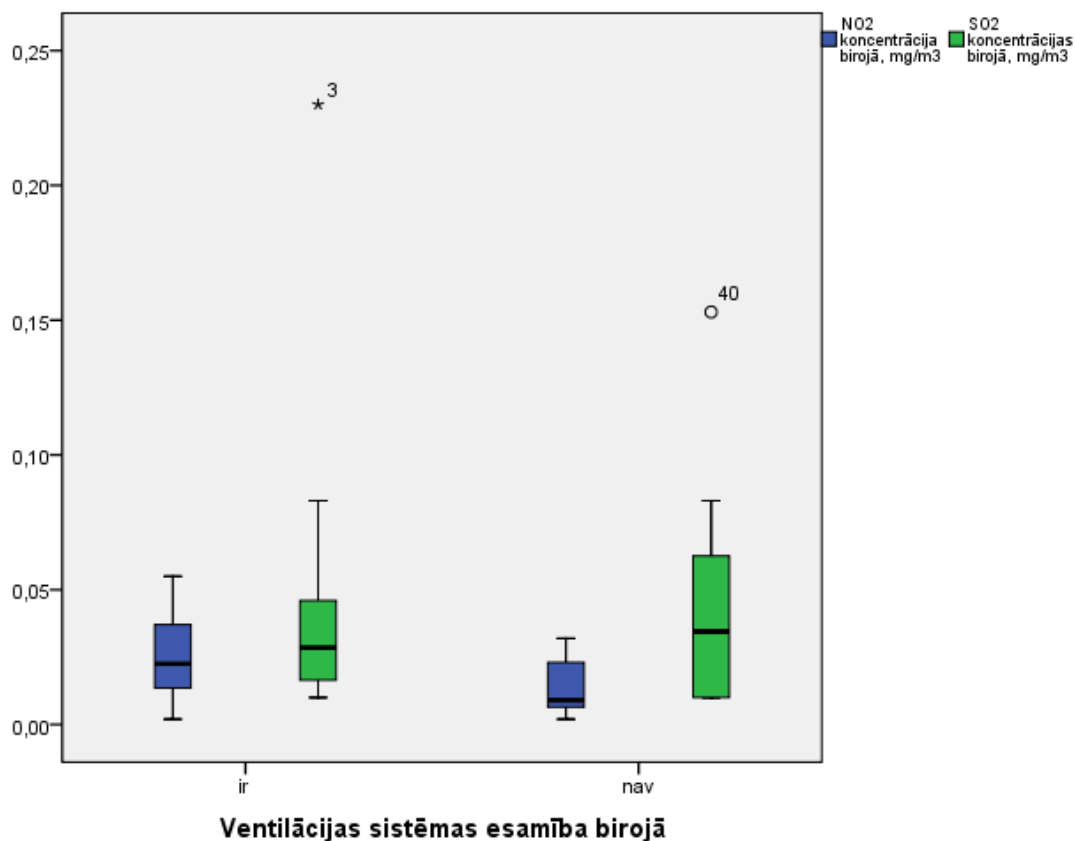
Paraugu ņemšanas vieta/biroja telpa	Vidējais daļiņu virsmas laukums (Alveolārā frācija), $\mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ ($\pm$ mērījuma nenoteiktība)	Vidējais daļiņu virsmas laukums (Traheobronhiālā frācija), $\mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ ($\pm$ mērījuma nenoteiktība)	Vidējā daļiņu skaita koncentrācija, daļiņas/ cm^3 ($\pm$ mērījuma nenoteiktība)	Biroja lokālizācijas vieta/kopēšanas -printēšanas darbu intensitāte ^a	Ventilācijas sistēma telpā ^b	Telpas iekārtojums (grīdas segums)
Salaspils 2	$15,9 \pm 3,2$	$4,0 \pm 0,8$	2523 ± 505	lauku teritorija ar intensīvu satiksmi/+	+/- (nedarbojas pieplūde)	koka parkets
Ķegums H1	$15,5 \pm 3,1$	$3,2 \pm 0,6$	4503 ± 901	pilsēta ar intensīvu satiksmi/+	+	koka parkets

Piezīmes:

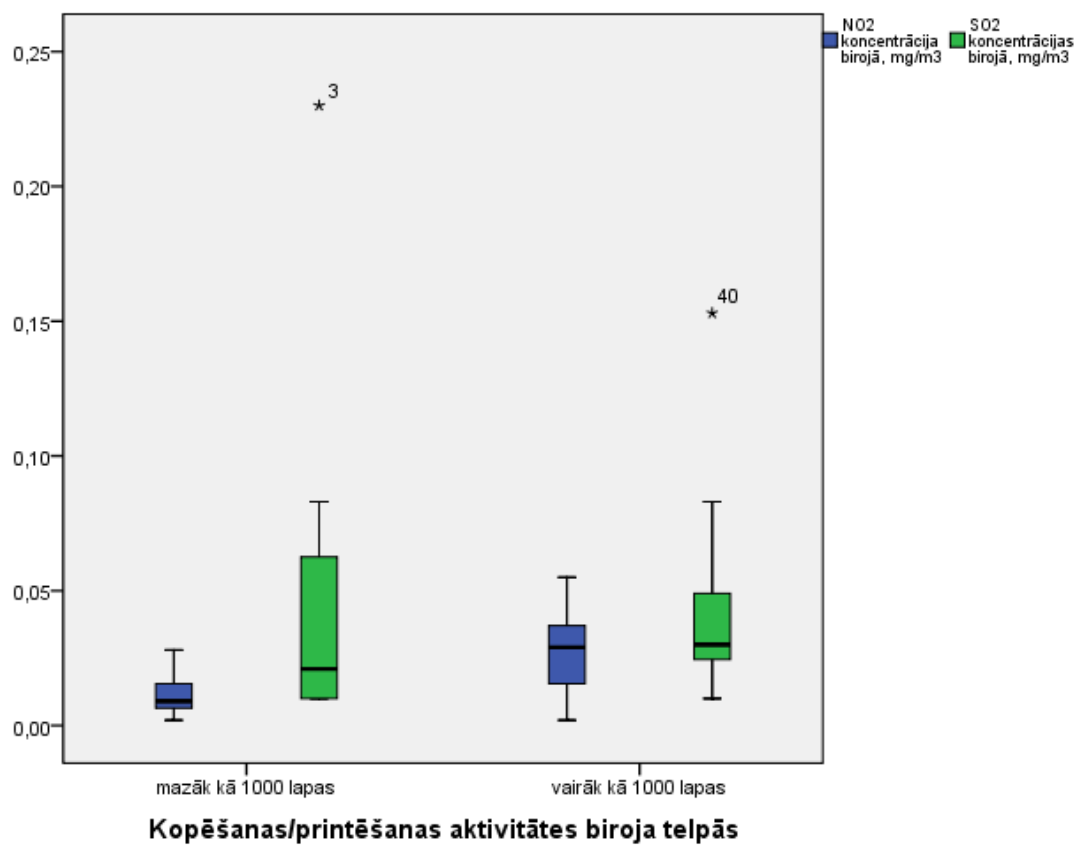
^aKopēšanas – printēšanas darbu intensitāte : + mazāk kā 1000 lapas un ++ vairāk kā 1000 lapas.

^bVentilācijas sistēmas esamība biroja telpā: + ir pieplūdes/nosūces ventilācijas sistēma, - nav pieplūdes/nosūces ventilācijas sistēma, +/- daļēji ir ventilācijas sistēma (ir nosūces ventilācija, bet nav pieplūdes ventilācija).

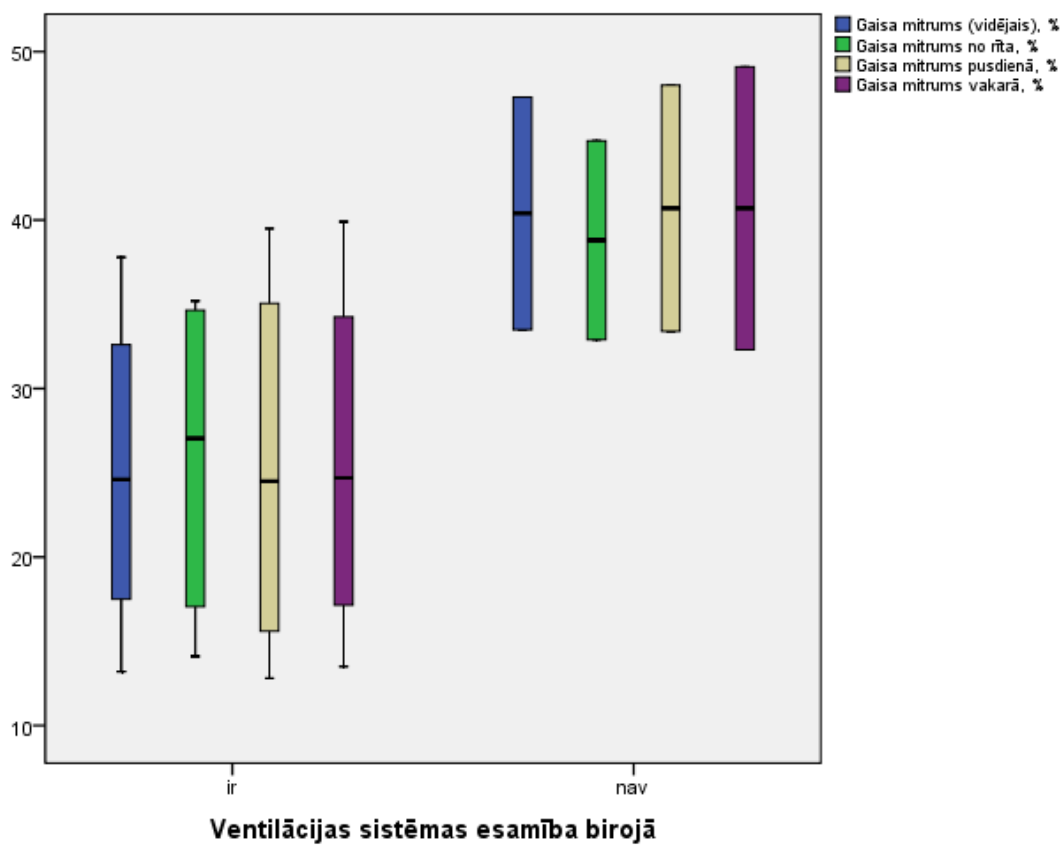
^{REF} Telpas rezultāti ir izmantoti kā references rezultāti pret ko ir salīdzināti citu novērtēto biroja telpu rezultāti.



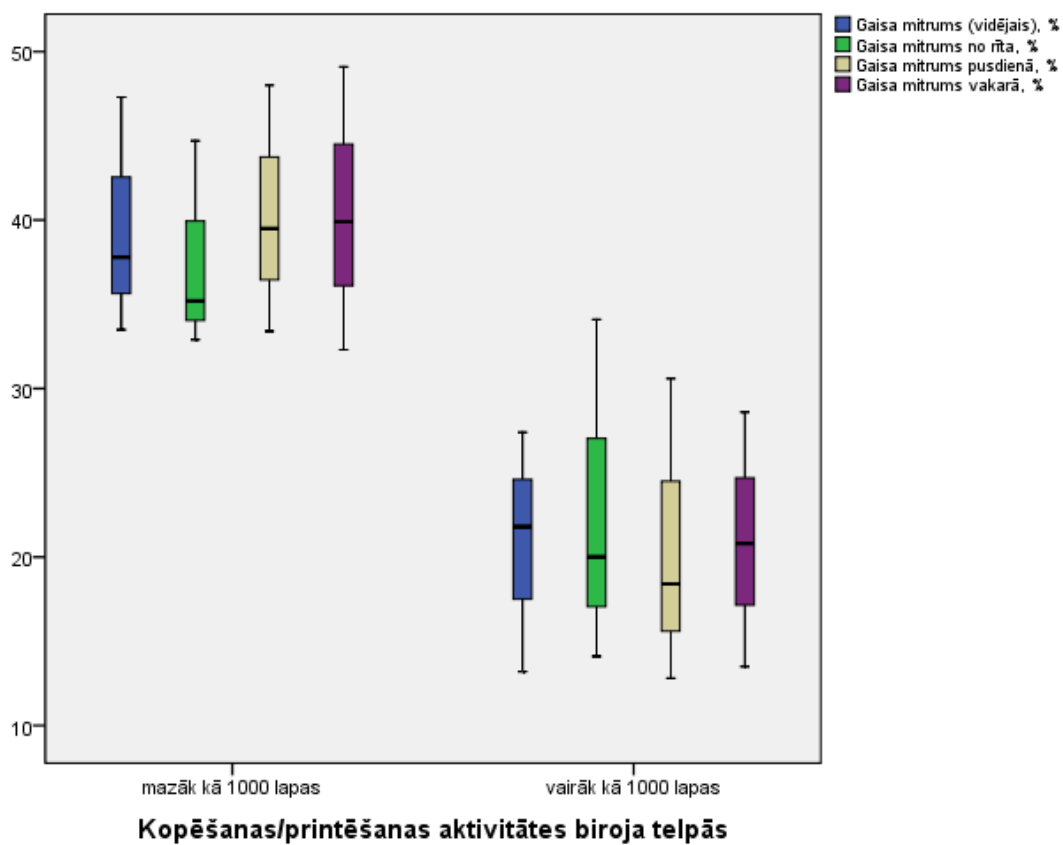
1. attēls. NO₂ un SO₂ koncentrācijas pēc ventilācijas statusa no rīta, pusdienā, vakarā un vidējo dienā kopumā biroju telpās (p>0,05)



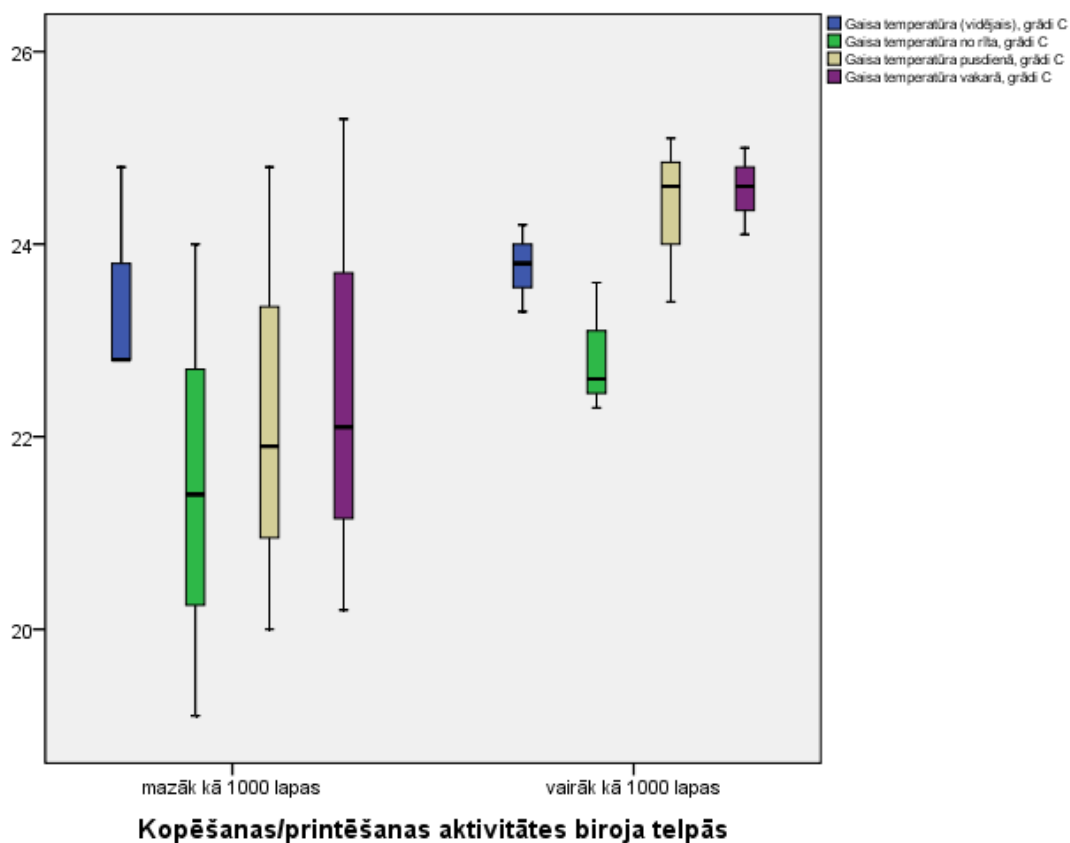
2. attēls. NO₂ un SO₂ mērījumu rezultāti pēc printēšanas/kopēšanas aktivitātēm no rīta, pusdienā, vakarā un vidējo dienā kopumā biroju telpās



3.attēls. Gaisa relatīvā mitruma rezultātu salīdzinājums pēc ventilācijas statusa no rīta, pusdienā, vakarā un vidējo dienā kopumā biroju telpās ($p > 0,05$)



4.attēls. Gaisa relatīvā mitruma rezultātu salīdzinājums pēc kopēšanas/printēšanas statusa no rīta, pusdienā, vakarā un vidējo dienā kopumā biroju telpās ($p > 0,05$)

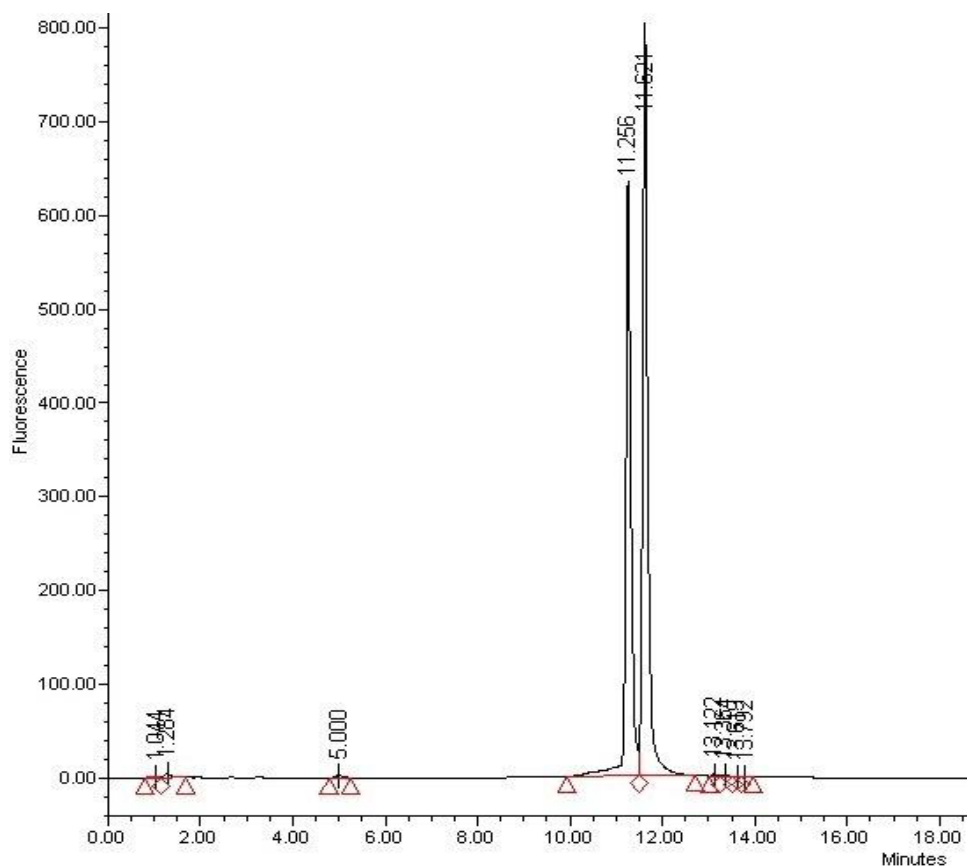


5.attēls. Gaisa temperatūras rezultātu salīdzinājums pēc kopēšanas/printēšanas statusa no rīta, pusdienā, vakarā un vidējo dienā kopumā biroju telpās ($p>0,05$)

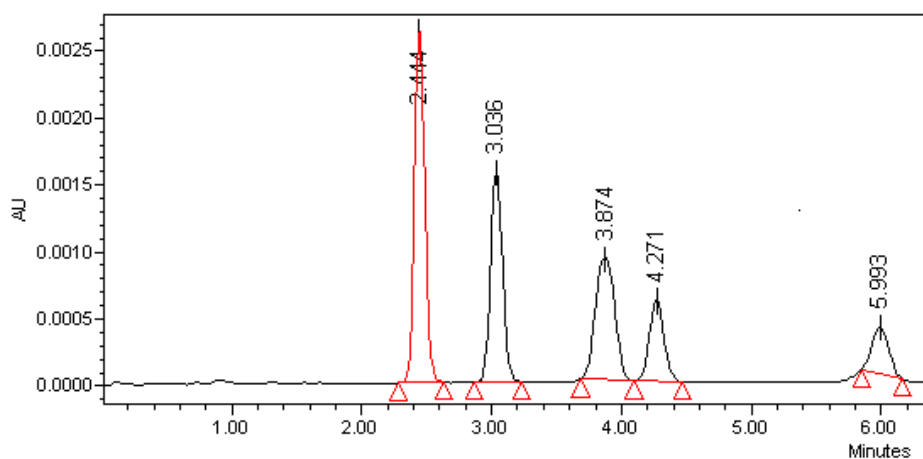
2.tabula.

Biroju telpās noteikto ķīmisko vielu ekspozīcijas indekss (EI).

Ķīmiskā viela	Zems ekspozīcijas indekss (EI< 0,5)	Vidējs ekspozīcijas indekss (0,5≤ EI ≤0,75)	Augsts ekspozīcijas indekss (0,75<EI<1)	Ļoti augsts ekspozīcijas indekss (EI ≥ 1)
CO ₂	-	33,3 % (N=8)	8,3% (N=2)	18,3% (N=14)
NO ₂	61,9% (N=13)	9,5 % (N=2)	19,0% (N=4)	9,5% (N=2)
SO ₂	76,2% (N=16)	9,5% (N=2)	-	14,3% (N=3)
O ₃	37,5% (N=13)	-	-	62,5% (N=5)
Formaldehīds	8,6% (N=5)	20,7% (N=11)	10,3% (N=6)	60,3% (N=33)
Acetaldehīds	-	-	-	100% (N=58)
Propilaldehīds	17,2% (N=10)	24,1% (N=14)	19% (N=11)	39,7% (N=23)
Butilaldehīds	61,2 (N=30)	16,3% (N=8)	2% (N=11)	20,4% (N=10)
Benzoaldehīds	92,3% (N=48)	1,9% (N=1)	-	5,8% (N=3)
Etanols	100% (N=37)	-	-	-
Etilacetāts	16,3% (N=7)	11,6% (N=5)	14% (N=6)	58% (N=25)
Butilacetāts	100% (N=22)	-	-	-
Toluols	96,4% (N=54)	3,6% (N=2)	-	-
Ogļūdeņraži (summāri)	61% (N=36)	25,4% (N=15)	5,1% (N=3)	8,5% (N=5)



6. attēls. AEŠH (HPLC) hromatogramma izocianātu noteikšanai (1. - 2,6-toluilēn-
diizocianāts -11.25 min; 2 - 2,4-toluilēn- diizocianāts -11.62 min)



7. attēls. AEŠH hromatogramma aldehīdu noteikšanai ar raksturīgām hromatogrāfiskām
smailēm un atbilstošiem aiztures laikiem; hromatogrāfiskās smailes: 1. formaldehīds
(2,44min), 2. acetaldehīds (3,04 min), 3. propilaldehīds (3,87 min), 4.butilaldehīds (4,27
min), 5.benzaldehīds (5,99min)

2. Pielikums

„Iekštelpu gaisa kvalitātes aptauja”

Aptauja ir veidota, lai noteiktu biroja iekštelpu vides kvalitāti, ņemot vērā biroja vidi, veicamos darbus un darbinieku veselību.

Lūdzu atbildiet rūpīgi uz visiem anketas jautājumiem (ar V, X apzīmējumiem, izceļot tekstu vai savādāk norādot Jūsu domāto atbildi). Jautājumu gadījumā var sazināties: Zanna.Martinsone@rsu.lv

Visa iegūtā informācija tiks izmantota tikai pētījuma nolūkos un tiks ievērota konfidencialitāte!

Atrašanās vieta:..... Datums:..... Anketas ID

Nr.....

Uzņēmuma nosaukums:.....

Struktūrvienības

nosaukums:.....

I daļa: Vispārīgā informācija

1.Kāds ir Jūsu amats:.....

2.Jūsu dzimums:	☐ sieviete	☐ vīrietis			
-----------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--	--	--

3.Jūsu vecums:	☐ < par 25 gadiem	☐ 25 – 34 gadi	☐ 35-44 gadi	☐ 45-54 gadi	☐ > par 55 gadiem
----------------	--	---------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	--

4.Jūsu izglītība:	☐ pamatskolas	☐ vidējā	☐ vidējā speciālā	☐ nepabeigta augstākā	☐ augstākā
-------------------	--------------------------------------	---------------------------------	--	--	-----------------------------------

5.Vai Jūs smēķējat?	☐ jā	☐ nē	☐ esmu bijušais smēķētājs
---------------------	-----------------------------	-----------------------------	--

6.Ja, jā, tad cik ilgi jūs jau smēķējat/smēķējāt?gadi

7.Cik daudz cigarešu/cigāru/pīpes dienā Jūs izsmēķējat?skaits

8.Vai Jums nepieciešams lietot brilles, lēcas redzes korekcijai?	☐ nē	☐ brilles	☐ lietoju kontaktlēcas
--	-----------------------------	----------------------------------	---

9.Vai Jums mājās ir sekojoši mājdzīvnieki?	☐ nav ☐ suns ☐ kaķis	☐ putniņi ☐ cits
--	---	---

II daļa: Darba apraksts

Kāds ir Jūsu kopējais darba stāžs?	gadi		
------------------------------------	-----------	--	--

Cik ilgi Jūs strādājat šajā ēkā?	gadi		
----------------------------------	-----------	--	--

Cik stundas nedēļā Jūs vidēji strādājat šajā ēkā?	stundas		
---	--------------	--	--

Kur atrodas Jūsu birojs?	☐ pilsētas centrā ☐ ārpus pilsētas centra ☐ ārpus pilsētas ☐ lauku teritorijā		
--------------------------	--	--	--

14. Kā Jūs raksturotu savu darba vietu?	☐ personīgais kabinets ☐ dalīts kabinets ☐ atvērta tipa biroja telpa ar starpsienām ☐ atvērta tipa biroja telpa bez starpsienām
---	--

15. Cik daudz darbinieku strādā telpā kopā ar Jums (ieskaitot sevi)?	☐ 2-3 darbinieki ☐ 4-7 darbinieki ☐ 8 un vairāk darbinieki
--	---

16. Kāda ir aptuvenā jūsu darba telpas platība?	m ²
---	---------------------

17. Vai Jūsu darba telpā ir mīkstais grīdas segums?	☐ jā ☐ nē ☐ daļēji		
---	---	--	--

18. Kopumā ņemot, cik tīra ir Jūsu darba telpa?	☐ ļoti tīra ☐ pieņemami tīra ☐ mazliet netīrs vai putekļains ☐ ļoti netīrs un putekļains
19. Lūdzu raksturojiet apgaismojumu Jūsu darba vidē?	☐ ļoti nepietiekams ☐ nedaudz nepietiekams ☐ tieši laikā ☐ nedaudz spilgts ☐ ļoti spilgts
20. Kā Jūs raksturotu savas darba vietas (galds, dators, krēsls, plaukti) iekārtojumu (galda un krēsla augstums, aprīkojums)?	☐ ļoti ērti ☐ diezgan ērti ☐ mazliet neērti ☐ ļoti neērti ☐ man nav savas darba vietas

21. Vai pēdējo trīs mēnešu laikā ir notikušas sekojošas izmaiņas:	☐ jauni paklāji/grīdas segumi ☐ krāsotas sienas/jauns sienas pārklājums (tapetes) ☐ jaunas mēbeles ☐ mitrums uz telpas sienām, griestiem, pie logiem ☐ nekas nav mainījies
---	---

22. Cik bieži Jūs darbā lietojat sekojošas iekārtas (atzīmējiet katru no tām) :	Daudzas reizes dienā	Apmēram reizi dienā	3-4 reizes nedēļā	<3 reizēm nedēļā	Nekad
a) kopētājus					
b) lāzerprinterus					
c) faksu					
d) dzēšgumiju, līmi, korektoru, citas stipru smaržu radošus ķīmiskos produktus					

III daļa: Veselības un labsajūtas raksturojums	
23. Vai Jums kādreiz ārsts ir apstiprinājis sekojošas saslimšanas?	

a) deguna/pieres dobumu infekciju	☐ jā ☐ nē	Kurā gadā tā tika diagnosticēta?
b) astmu	☐ jā ☐ nē	Kurā gadā tā tika diagnosticēta?
c) migrēnu	☐ jā ☐ nē	
d) ekzēmu	☐ jā ☐ nē	
e) siena drudzi	☐ jā ☐ nē	
f) alerģiju uz putekļiem	☐ jā ☐ nē	
g) alerģiju uz pelējumu	☐ jā ☐ nē	
h) alerģiju uz kažiem	☐ jā ☐ nē	
i) alerģija uz zālēm	☐ jā ☐ nē	
j) alerģija uz ķīmiskām vielām	☐ jā ☐ nē	

24. Vai Jūs lietojat medikamentus? ☐ nē ☐ jā Kāda iedarbības veida:.....					
25. Cik bieži pēdējā mēneša laikā, esot birojā, Jums ir nācies piedzīvot sekojošus simptomus:					
	I daļa			II daļa	
	Nekad	Ik pa laikam	Bieži	Simptomi nav saistīti ar atrašanos birojā	Simptomi parādās/pieaug esot birojā
a) sausas, niezošas vai iekaisušas acis					
b) galvassāpes					
c) iekaisis un sauss kakls (rīkle)					
d) pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība					
e) sprandas nogurums					

f) tekošs vai aizlikts deguns, vai pilni deguna dobumi					
g) klepus					
h) nogurušas vai sasprindzinātas acis					
i) jūtīgums, aizkaitināmība vai nervozitāte					
j) sāpes vai stīvums mugurā					
k) šķaudīšana					
l) grūtības atcerēties lietas vai koncentrēties					
m) galvas reibšana					
n) justies depresīvi					
o) elpas trūkums					
p) slikta dūša vai nelabuma sajūta vēderā					
r) sausa āda					

26. Kad šie simptomi parasti tiek novērotas?

Dienas laikā:	☐ no rīta	☐ pēcpusdienā	☐ vakarā	☐ visas dienas garumā			
Nedēļas laikā:	☐ pirmdien	☐ otrdien	☐ trešdien	☐ ceturtdien	☐ piektdien	☐ sestdien	☐ svētdien
Mēneša laikā:	☐ 01 ☐ 02 ☐ 03 ☐ 04 ☐ 05 ☐ 06 ☐ 07 ☐ 08 ☐ 09 ☐ 10 ☐ 11 ☐ 12						
Gada laikā:	☐ pavasaris	☐ vasara	☐ rudens	☐ ziema			

27. Vai šie simptomi pāriet? ☐ jā ☐ nē

IV daļa: Darba vides apstākļu raksturojums

28. Pēdējā mēneša laikā, esot darbā, cik bieži ir nācies saskarties ar sekojošiem darba vides apstākļiem:

	Nav novērots pēdējā mēneša laikā	1-3 dienas pēdējā mēneša laikā	1-3 dienas nedēļā pēdējā mēneša laikā	Katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā
a) pārāk liela gaisa plūsma telpā (caurvējš)				
b) pārāk maza gaisa plūsma telpā				
c) temperatūra telpā par augstu				
d) temperatūra telpā par zemu				
e) telpā pārāk mitrs gaiss				
f) telpā pārāk sauss gaiss				
g) telpā ir cigarešu dūmu smarža				
h) telpā ir nepatīkama ķīmisko vielu smarža				
i) telpā ir nepatīkama cita veida smarža (piem., sviedru, ēdiena, parfimērijas)				

29. Vai Jūsu darba vietā ir logi? ☐ jā ☐ nē

30. Vai logi ir atverami? ☐ jā ☐ nē

31. Uz kuru pusi ir novietoti Jūsu darba telpas logi:

- ☐ uz ielu
- ☐ uz pagalmu
- ☐ uz „zaļo zonu”

32. Vai Jūsu darba telpā ir ventilācijas sistēma? ☐ jā ☐ nē

33. Kāda veida ventilācija ir Jūsu darba telpā?

- ☐ dabīgā
- ☐ mehāniskā (ar pieplūdi/nosūci)
- ☐ mehāniskā tikai ar nosūci vai tikai ar

[illegible]

3. Pielikums

**„Iekštelpu gaisa kvalitātes
nodrošinājums - telpu/ēkas
raksturošanas aptauja”**

Jautājums	Atbildes, komentāri
1. Uzņēmums.	
2. Ēkas atrašanās adrese.	
3. Uzņēmuma darbības sfēra/departaments	
4. Kopējais šajā uzņēmumā nodarbināto skaits (šajā ēkā)	
5. Nodarbināto skaits testējamā telpā/-ās	
6. Ēkas stāvu skaits.	
7. Ēkas uzcelšanas gads.	
8. Ēkas/ telpu renovācijas gads	
9. Telpu griestu segums.	
10. Telpu grīdas segums.	
11. Telpu sienu segums.	
12. Darba vietu atdalīšana telpā.	
13. Telpās esošo mēbeļu izmantošanas laiks (jaunas – 2009.gada, kopš 2000. gada vai līdzīgā veidā aprakstīt).	
14. Telpu tīrīšanas grafiks (katru dienu, un ģenerāltīrīšana 1 x ned. vai mēn. utml.).	
15. Kāda veida grīdas un mēbeļu tīrīšanas process tiek izmantots (sausā uzkopšana – kāda veida putekļsūcējs?, mitrā uzkopšana, jauktā utml.).	
16. Kādas specifiskus tīrīšanas, dezinfekcijas līdzekļi.	
17. Blakus esošo ēku raksturojums (dzīvojamās ēkas, biroju telpas, ražošanas telpas – kādas?, sabiedriskās ēdināšanas telpas, auto stāvvietā, utml.).	

Jautājums	Atbildes, komentāri
18. Blakus esošo teritorijas raksturojums (zaļā zona, iela – kādas intensitātes satiksme?, blīva ēku apbūve, aktīva ražošana apkārtņē, auto stāvvietas u.tml.).	
19. Vai ēkas telpās tiek nodrošināta mehāniskā ventilācija? Kāda veida?	
20. Vai ventilācijas sistēma nodrošina gaisa apmaiņu, mitrināšanu, attīrīšanu, sildīšanu/dzesēšanu? Vai ir sezonāls raksturs?	
21. Vai ventilācijas sistēma nodrošina gaisa recirkulāciju? Vidēji cik procenti? Vai recirkulācijai ir sezonāls raksturs?	
22. No kurienes tiek ņemts „tīrs”/”svaigs” gaiss? Cik augstu no zemes?	
23. Kur tiek izvadīts gaiss no „ventilācijas nosūcēm”? Cik augstu no zemes?	
24. Cik regulāri notiek ventilācijas sistēmas apkope un tīrīšana?	
25. Kāda veida apkures sistēma tiek izmantota ēkas telpās?	
26. Telpaugu izvietojums telpās	

4. Pielikums

**„Vadlīnijas iekštelpu gaisa kvalitātes
rādītājiem pasaulē”**

1. tabula

**Rekomendējamo lielumu kopsavilkums, ko noteikušas dažādās Amerikas
Savienoto Valstu organizācijas (IDPH, 2011)**

Rādītājs	IDPH*	ASHRAE**	OSHA PEL ***	ACGIH TLV ****
Gaisa mitrums	20% - 60%	30% - 60%	N/A	N/A
Temperatūra	68° - 75° F (ziemā)	68° - 75° (ziemā)	N/A	N/A
	73° - 79° F (vasarā)	73° - 79° (vasarā)		
CO ₂	1,000 ppm (ieteicams <800 ppm)	1,000 ppm	5,000 ppm	5,000 ppm
CO	9 ppm	9 ppm	50 ppm	25 ppm
H ₂ S	0.01 ppm	N/A	20 ppm	10 ppm
Ozons	0.08 ppm	N/A	0.1 ppm	0.05 ppm
Cietās vielu daļiņas (putekļu daļiņas)	0.15 mg/m ³ (PM ₁₀) (150 µg/m ³) 24-hr 0.065 mg/m ³ (PM _{2.5}) (65 µg/m ³) 24-hr	N/A	15 mg/m ³ (total)	10 mg/m ³ (total)
			5 mg/m ³ (resp.)	3 mg/m ³ (resp.)
Formaldehīds	0.1 ppm (birojos)	N/A	0.75 ppm	0.3 ppm
	0.03 ppm (mājās)			
NO ₂	0.05 ppm	N/A	5 ppm	3 ppm
Radons	4.0 pCi/L	N/A	100 pCi/L	4 WLM/gadā (working level months/year)

Piezīme:

* Illinois Department of Public Health (USA)

**ASHRAE - the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

***Occupational Safety and Health Administration Permissible Exposure Limit — this level is a time-weighted average and is an enforceable standard that must not be exceeded during any eight-hour work shift of a 40-hour work week.

**** American Conference of Governmental Industrial Hygienists Threshold Limit Value — this level is a recommended time-weighted average upper limit exposure concentration for a normal eight to 10-hour workday and a 40-hour work week.

2. tabula

**Iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāju rekomendējamie lielumi birojiem un
publiskām telpām**

Rādītājs	vienības	8-stundu vidējais ^a	
		izcils līmenis/klase	labs līmenis/kase
Temperatūra	°C	20 to <25.5 ^b	< 25.5 ^b
Relatīvais mitrums	%	40 to <70 ^c	< 70
Gaisa kustība	m/s	< 0.2	< 0.3
CO ₂	ppmv	< 800 ^d	< 1,000 ^e
CO	µg/m ³	< 2,000 ^f	< 10,000 ^g
	ppmv	< 1.7	< 8.7
PM ₁₀	µg/m ³	< 20 ^f	< 180 ^h
NO ₂	µg/m ³	< 40 ^g	< 150 ^h
	ppbv	< 21	< 80

Rādītājs	vienības	8-stundu vidējais ^a	
		izcils līmenis/klase	labs līmenis/kase
Ozone O ₃	µg/m ³	< 50 ^f	< 120 ^g
	ppbv	< 25	< 61
Formaldehīds (HCHO)	µg/m ³	< 30 ^f	< 100 ^{f, g}
	ppbv	< 24	< 81
Gaistošie organiskie savienojumi (summāri)	µg/m ³	< 200 ^f	< 600 ^f
	ppbv	< 87	< 261
Radons (Rn)	Bq/m ³	< 150 ⁱ	< 200 ^f
Baktērijas (gaisā)	KVV/m ³	< 500 ^{j, k}	< 1,000 ^{j, k}

Piezīmes:

- a. In some cases, it may not be practicable to take 8-hour continuous measurement. In these circumstances, surrogate measurement (i.e. an intermittent measurement strategy based on the average of half-an-hour measurements conducted at four time-slots) is also accepted.
- b. EMSD (1998), *Guidelines on Energy Efficiency of Air Conditioning Installations*
- c. *Indoor Air Quality guideline value for Japan (Law of Maintenance of Sanitation in Building and South Korea (Public Sanitary Law).*
- d. US EPA (1996), *Facilities Manual: Architecture, Engineering, and Planning Guidelines. Maximum Indoor Air Concentration Standards.*
- e. *Indoor Air Quality guideline value for Australia (Interim National Indoor Air Quality Goals), Canada (Indoor Air Quality in Buildings: A Technical Guide), Japan (Law of Maintenance of Sanitation in Building), South Korea (Public Sanitary Law), Singapore (Guidelines for Good Indoor Air Quality in Office Premises/building), Sweden (Ventilation Code of Practice) and Norway (Recommended Guidelines for Indoor Air Quality).*
- f. *Finnish Society of Indoor Air Quality and Climate (2001), Classification of Indoor Climate 2000: Target Values, Design Guidance and Product Requirements.*
- g. WHO (2000), *Guidelines for Air Quality*
- h. EPD (1987), *Hong Kong Air Quality Objectives under the Air Pollution Control Ordinance (Cap. 311)*
- i. US EPA(1987): *US EPA Guideline for Radon in Homes due to Natural Radiation Sources (Note: 4 pCi/L or 150 Bq/m³ is EPA Action Level)*
- j. ACGIH (1986), *ACGIH committee activities and reports "Bioaerosols: Airborne viable microorganisms in office environments: sampling protocol and analytical procedures", Applied Industrial Hygiene.*
- k. *The exceedance of bacterial count does not necessarily imply health risk but serve as an indicator for further investigation.*

3. tabula.

Iekštelpu kvalitātes prasības atsevišķiem gaistošiem organiskiem savienojumiem

GOS	Labs līmenis/klase
Benzols	5 ppbv ^a (16.1 µg/m ³)
Tetrahlorglekklis	16 ppbv ^b (103 µg/m ³)
Hloroforms	33 ppbv ^b (163 µg/m ³)
1,2-Dihlorbenzols	83 ppbv ^c (500 µg/m ³)
1,4-Dihlorbenzols	33 ppbv ^c (200 µg/m ³)
Etilbenzols	333 ppbv ^c (1,447 µg/m ³)
Tetrahloretilēns (perhloretilēns)	37 ppbv ^{a,c} (250 µg/m ³)
Toluols	290 ppbv ^a (1,092 µg/m ³)
Trihloretilēns	143 ppbv ^{a,d} (770 µg/m ³)
Ksilols (<i>o</i> -, <i>m</i> -, <i>p</i> -izomēri)	333 ppbv ^e (1,447 µg/m ³)

Piezīmes:

- WHO (1995), *Updating & Revision of the Indoor Air Quality Guidelines for Europe*
- 1/300 of ACGIH TLV-TWA, ACGIH (1996), *ACGIH Threshold Limit Values for Chemical Substances in the Work Environment*.
- A continuous exposure guideline value as recommended by WHO
- The Royal Society, London (1983) "Risk level where very few would consider action necessary, unless clear causal risk with consumer products"
- Labour Department (2002), *Code of Practice on Control of Air Impurities (Chemical Substances) in the Workplace*

4. tabula.

Rekomendējamie lielumi iekštelpu gaisa kvalitātei Indonēzijā (Singapurā)

Rādītājs	Vidējais ekspozīcijas laiks	Rekomendējamais lielums
CO ₂	8 h	1800 mg/m ³ 1000 ppm
CO	8 h	10 mg/m ³ 9 ppm
Formaldehīds	8 h	120 µg/m ³ 0.1 ppm
Ozons	8 h	100 µg/m ³ 0.05 ppm
PM ₁₀ *		150 µg/m ³
Kopējais baktēriju skaits		500 KVV/m ³
Kopējais sēnīšu skaits		500 KVV/m ³
Gaisa temperatūra		22,5 – 25,5 °C
Relatīvais gaisa mitrums		<70%
Gaisa kustības ātrums		< 0,25 m/s

Piezīme:

*Respirablās daļiņas ar aerodinamisko diametru mazāku par 10 µm, ar izmēra noteikšanas aprīkojumu, nosakot daļiņu izmērus

Daļiņu aerodinamiskais diametrs, µm	Daļiņu masa, %
0	100
1	97
2	91
3	74
4	50
5	30
6	17
7	9
8	5
10	1

5. tabula.

Vides robežlielumi ķīmiskiem savienojumiem, kas tiek definēti arī, kā iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāji

Rādītājs	Robežlieluma veids	Noteikšanas periods	Robežlieluma skaitliskā vērtība
SO ₂	Stundas robežlielums cilvēka veselības aizsardzībai (Rh)	1 stunda	350 µg/m ³ (nedrīkst pārsniegt vairāk kā 24 reizes kalendāra gadā)
	Dienas robežlielums cilvēka veselības aizsardzībai (Rd)	24 stundas	125 µg/m ³ (nedrīkst pārsniegt vairāk kā trīs reizes kalendāra gadā)
NO ₂	Stundas robežlielums cilvēka veselības aizsardzībai (Rh)	1 stunda	200 µg/m ³ (nedrīkst pārsniegt vairāk kā 18 reizes kalendāra gadā)
	Gada robežlielums cilvēka veselības aizsardzībai (Rg)	kalendāra gads	40 µg/m ³
Daļiņas PM ₁₀	Dienas robežlielums cilvēka veselības aizsardzībai (Rd)	24 stundas	50µg/m ³ (nedrīkst pārsniegt vairāk kā 35 reizes kalendāra gadā)
	Gada robežlielums cilvēka veselības aizsardzībai (Rg)	kalendāra gads	40 g/m ³
Daļiņām PM _{2,5}	Gada robežlielums cilvēka veselības aizsardzībai (Rg)	kalendāra gads	25 µg/m ³
	Gada robežlielums cilvēka veselības aizsardzībai (Rg)	kalendāra gads	20 µg/m ³
Ozons	Mērķlielums cilvēka veselības aizsardzībai (Md)	Maksimālā astoņu stundu vidējā diennakts vērtība	120 µg/m ³ (nav pieļaujams pārsniegt vairāk kā 25 dienas kalendāra gadā vidēji triju gadu periodā)
Svins	Gada robežlielums cilvēka veselības aizsardzībai (Rg)	kalendāra gads	0,5 µg/m ³
Benzols	Gada robežlielums cilvēka veselības aizsardzībai (Rg)	kalendāra gads	5 µg/m ³
CO	Astoņu stundu robežlielums cilvēka veselības aizsardzībai (R8h)	maksimālā piesārņojuma koncentrācija diennakts astoņu stundu laikā	10 mg/m ³

1.pielikums

Ministru kabineta

2009.gada 28.aprīļa noteikumiem Nr.359

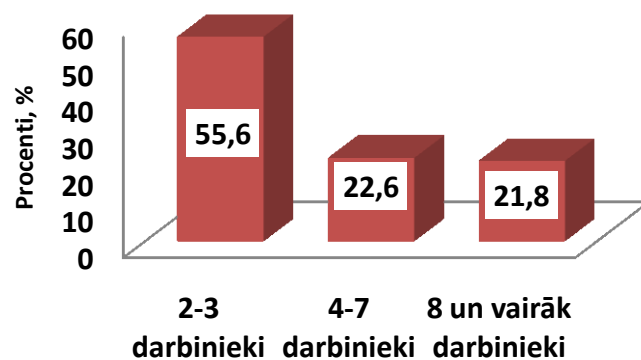
Nr. p.k.	Gada periods	Darba kategorija	Gaisa temperatūra (C°)	Gaisa relatīvais mitrums (%)	Gaisa kustības ātrums (m/s)
1.	Gada aukstais periods (vidējā gaisa temperatūra ārpus darba telpām + 10 °C vai mazāk)	I ¹	19,0–25,0	30–70	0,05–0,15
		II ²	16,0–23,0	30–70	0,1–0,3
		III ³	13,0–21,0	30–70	0,2–0,4
2.	Gada siltais periods (vidējā gaisa temperatūra ārpus darba telpām vairāk par + 10 °C)	I ¹	20,0–28,0	30–70	0,05–0,15
		II ²	16,0–27,0	30–70	0,1–0,4
		III ³	15,0–26,0	30–70	0,2–0,5

Piezīmes:

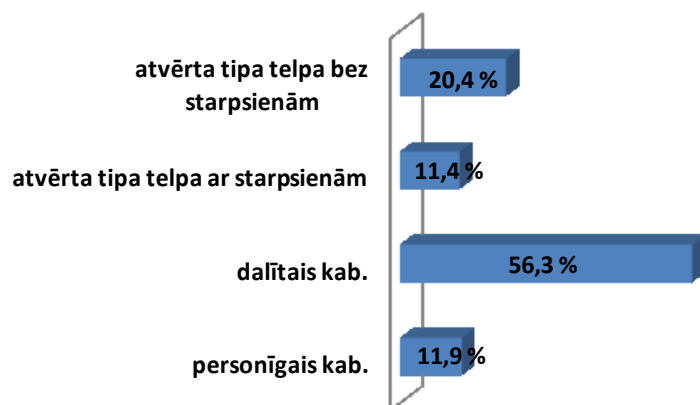
1. I kategorija – darbs nav saistīts ar fizisku piepūli vai prasa ļoti nelielu vai nelielu fizisku piepūli (piemēram, visi garīga darba darītāji, darbs pie dažādām vadības pultīm, darbs, kas tiek veikts sēdus, stāvus vai pārvietojoties, vieglu priekšmetu (līdz 1 kg) pārvietošana).
2. II kategorija – darbs, kas saistīts ar vidēji lielu vai lielu fizisko piepūli (piemēram, pastāvīga smagumu (līdz 10 kg) celšana un pārvietošana, metināšana, metālapstrādes darbi).
3. III kategorija – smags darbs (piemēram, pastāvīga smagumu (vairāk par 10 kg) celšana un pārvietošana).

5.Pielikums

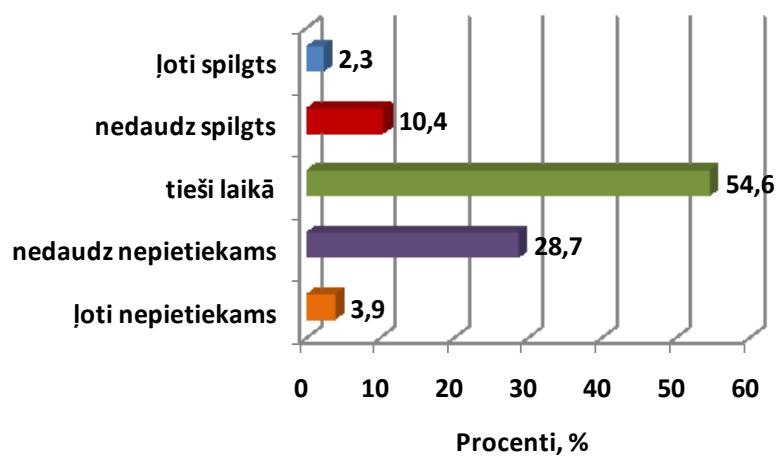
„Aptaujas vispārējās daļas rezultāti”



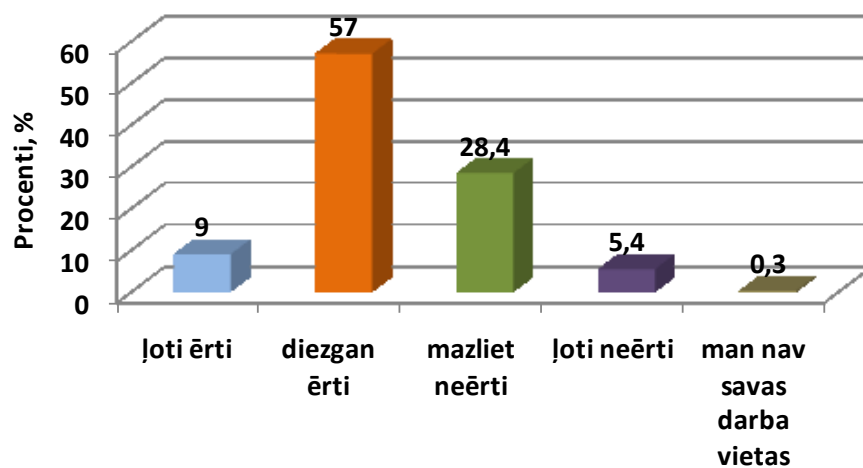
1.attēls. Biroja darbinieku skaits telpā/kabinetā



2. attēls. Biroja kabineta/telpas veids



3.attēls. Apgaismojuma raksturojums darba vietā



4.attēls. Kopējais darba vietas raksturojums (galds, krēsls, dators, plaukti u.c.).

1. tabula

Izmaiņas darba vietā, kas var ietekmēt iekštelpu gaisa kvalitāti

Izmaiņas darba vietā	Skaitis, N	Procenti, %
Jauni paklāji un grīdas segumi	1	0,1
Krāsotas sienas un jauns sienas pārklājums (tapetes)	12	1,4
Jaunas mēbeles	11	1,2
Mitrums uz sienām, griestiem, pie logiem	41	4,7
Nav notikušas nekādas pārmaiņas	811	92,1
Jaunas mēbeles un mitrums uz virsmām	1	0,1
Jauni paklāji, krāsotas sienas un jaunas mēbeles	2	0,2
Jauni grīdas segumi un jauns sienas pārklājums	1	0,1
Jauns sienas pārklājums un jaunas mēbeles	1	0,1
Kopā	881	100

2. tabula.

Ārstu noteiktās diagnozes biroja darbiniekiem

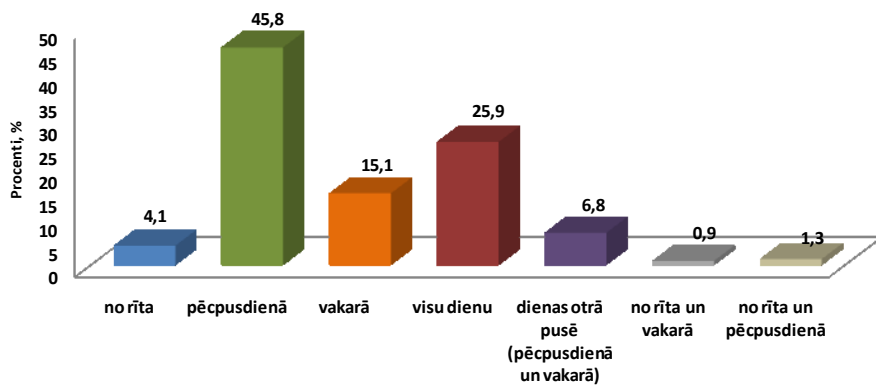
Saslimšana/diagnoze	Jā		Nē	
	Skaits, (N)	Procenti, (%)	Skaits, (N)	Procenti, (%)
Deguna/pieres dobumu infekcija*	192	22,5	663	77,5
Astma*	36	4,2	818	95,8
Migrēna*	85	9,9	770	90,1
Ekzēma*	37	4,3	818	95,7
Siena drudzis*	29	3,4	826	96,6
Alerģija uz putekļiem*	100	11,7	755	88,3
Alerģija uz pelējumu*	27	3,2	827	96,8
Alerģija uz kaķiem*	28	3,3	826	96,7
Alerģija uz zālēm*	81	9,5	774	90,5
Alerģija uz ķīmiskām vielām*	98	11,5	757	88,5
*statistiskā ticamība $p < 0,001$				

3. tabula

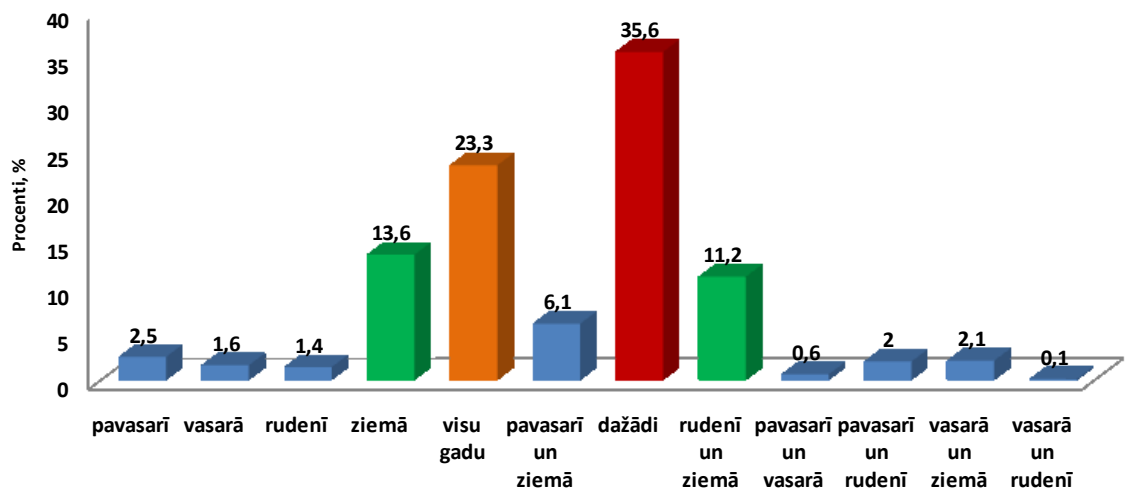
Veselības sūdzību biežums biroju darbinieku vidū, un to saistība ar atrašanos birojā

Simptomi/sūdzības	Nekad	Ik pa laikam	Bieži	Simptomi nav saistīti ar atrašanos birojā	Simptomi parādās un/ vai pieaug ierodoties birojā
Sausas, niezošas vai iekaisušas acis	35,8 (N=305)	43,7% (N=373)	19,6% (N=175)	16,9% (N=70)	83,1% (N=345)
Galvassāpes	30,7% (N=257)	56,0% (N=469)	13,3% (N=111)	54,1%** (N=231)	196%** (N=45,9)
Iekaisis un sauss kakls (rīkle)	55,1% (N=460)	33,8% (N=282)	11,1% (N=93)	62,1% (N=174)	37,9% (N=106)
Pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība	34,6% (N=291)	50,0% (N=420)	15,4% (N=129)	41,6%* (N=163)	58,4%* (N=229)
Sprandas nogurums	28,9% (N=243)	46,9% (N=395)	24,2% (N=204)	16,5% (N=67)	83,5% (N=339)
Tekošs vai aizlikts deguns, vai pilni deguna dobumi	49,0 % (N=406)	37,9% (N=314)	13,1% (N=109)	79,1% (N=254)	20,9% (N=67)
Klepus	51,8% (N=432)	38,1% (N=318)	10,1% (N=84)	79,2% (N=252)	20,8% (N=66)

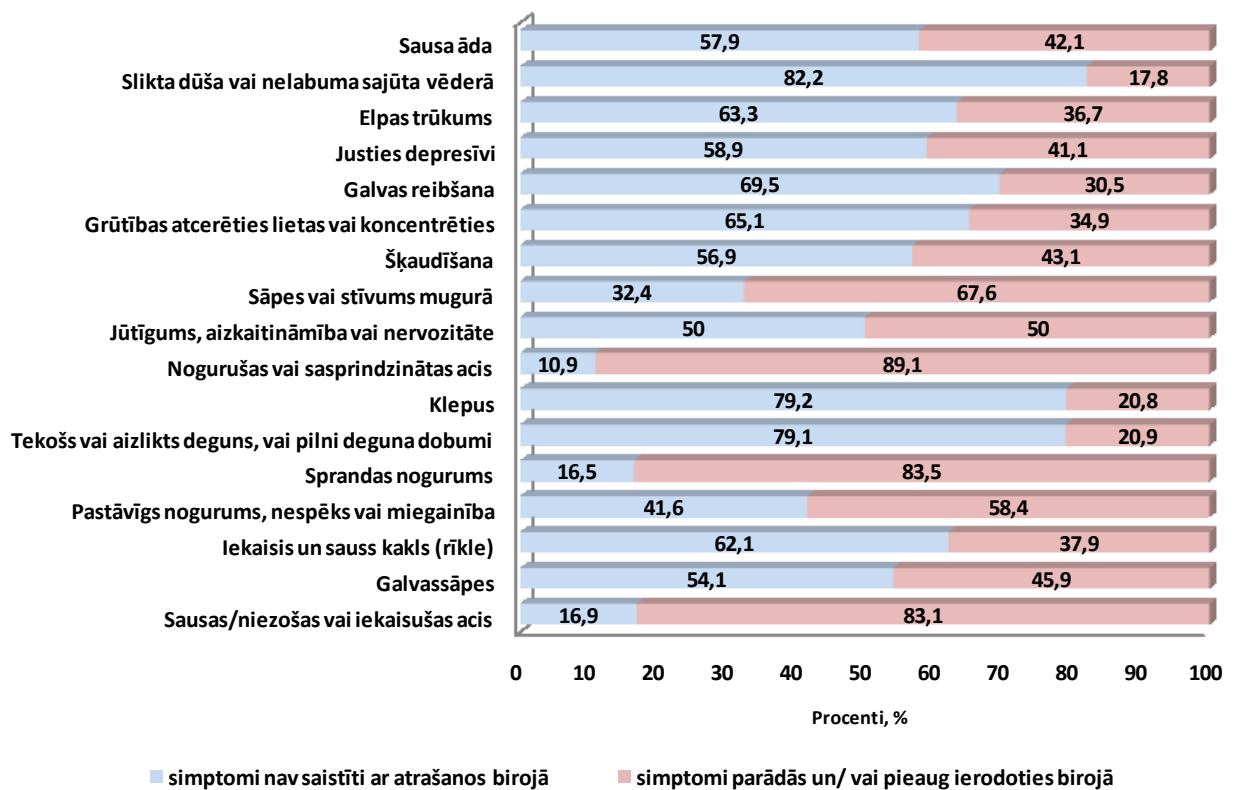
Simptomi/sūdzības	Nekad	Ik pa laikam	Bieži	Simptomi nav saistīti ar atrašanos birojā	Simptomi parādās un/ vai pieaug ierodoties birojā
Nogurušas vai sasprindzinātas acis	14,0% (N=120)	52,5% (N=451)	33,5% (N=288)	10,9 % (N=56)	89,1% (N=460)
Jūtīgums, aizkaitināmība vai nervozitāte	46,0% (N=382)	42,5% (N=353)	11,4% (N=95)	50,0%* (N=162)	50,0%* (N=162)
Sāpes vai stīvums mugurā	34,4% (N=292)	47,2% (N=401)	18,4% (N=156)	32,4% (N=126)	67,6% (N=263)
Šķaudīšana	40,3% (N=339)	48,0% (N=404)	11,7% (N=98)	56,9%* (N=201)	43,1%* (N=152)
Grūtības atcerēties lietas vai koncentrēties	58,9% (N=491)	35,8% (N=298)	5,3% (N=44)	65,1% (N=162)	34,9% (N=87)
Galvas reibšana	72,6% (N=604)	23,7% (N=197)	3,7% (N=31)	69,5% (N=130)	30,5 % (N=57)
Justies depresīvi	73,2% (N=605)	23,2% (N=192)	3,6% (N=30)	58,9%* (N=99)	41,1%* (N=69)
Elpas trūkums	86,7% (N=722)	10,1% (N=84)	3,2% (N=27)	63,3%* (N=62)	36,7%* (N=36)
Slikta dūša vai nelabuma sajūta vēderā	80,9% (N=668)	16,7% (N=138)	2,4% (N=20)	82,2% (N=111)	17,8% (N=24)
Sausa āda	43,8% (N=372)	32,5% (N=276)	23,7% (N=201)	57,9%* (N=195)	42,1%* (N=142)
<i>Statistiskā ticamība:</i>	<i>visiem jautājumiem $p < 0,001$</i>			<i>visiem jautājumiem bez* - $p > 0,05$; ** - $p < 0,001$; * - $p < 0,05$</i>	



5.attēls. Veselības sūdzību identificēšanas laiks diennaktis griezumā



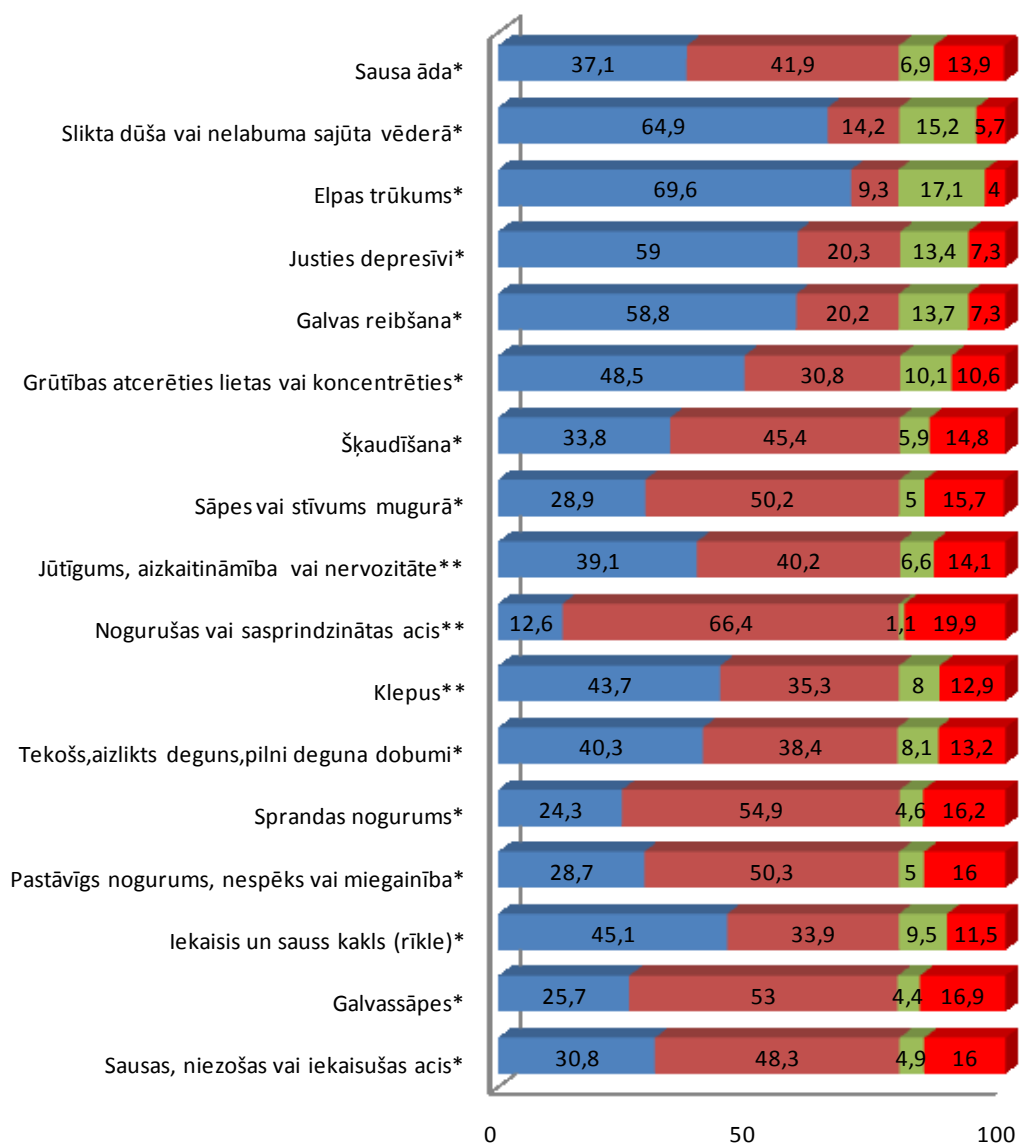
6.attēls. Veselības sūdzību identificēšanas laiks gada griezumā



7.attēls. Veselības sūdzību saistība ar atrašanos birojā

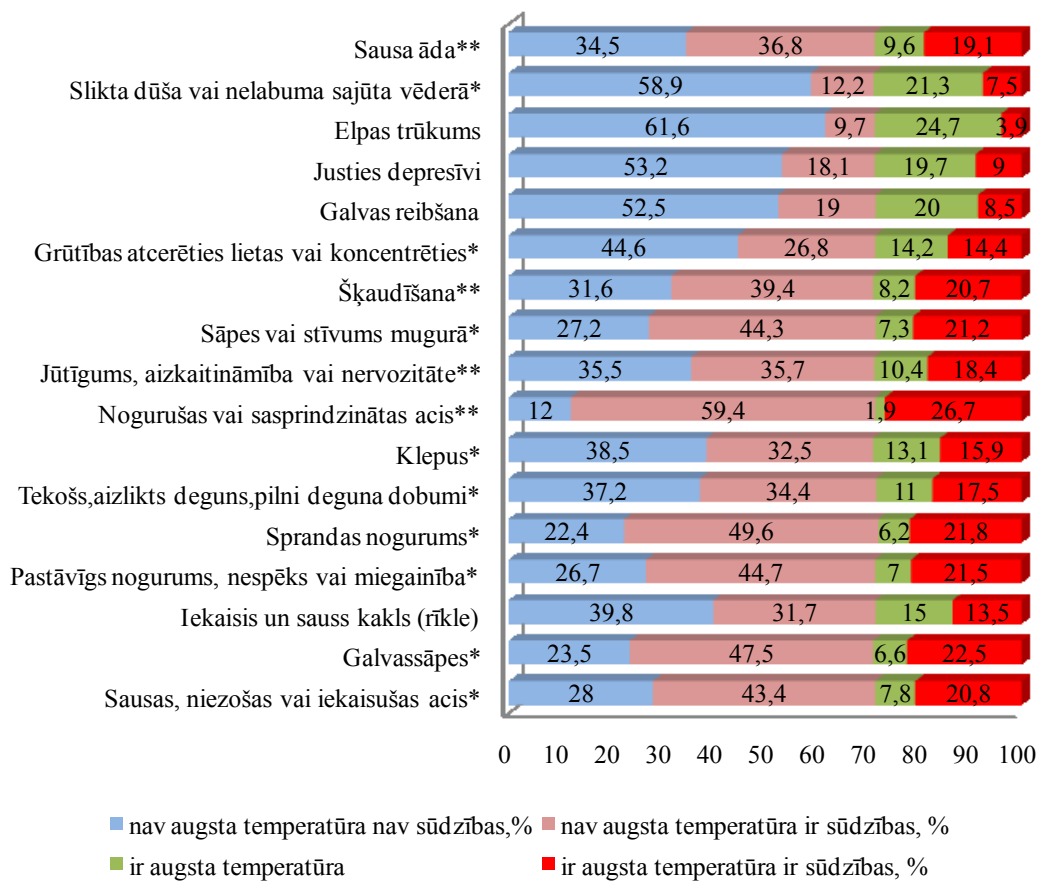
6. Pielikums

**„Izredžu attiecību analīzes
rezultāti”**

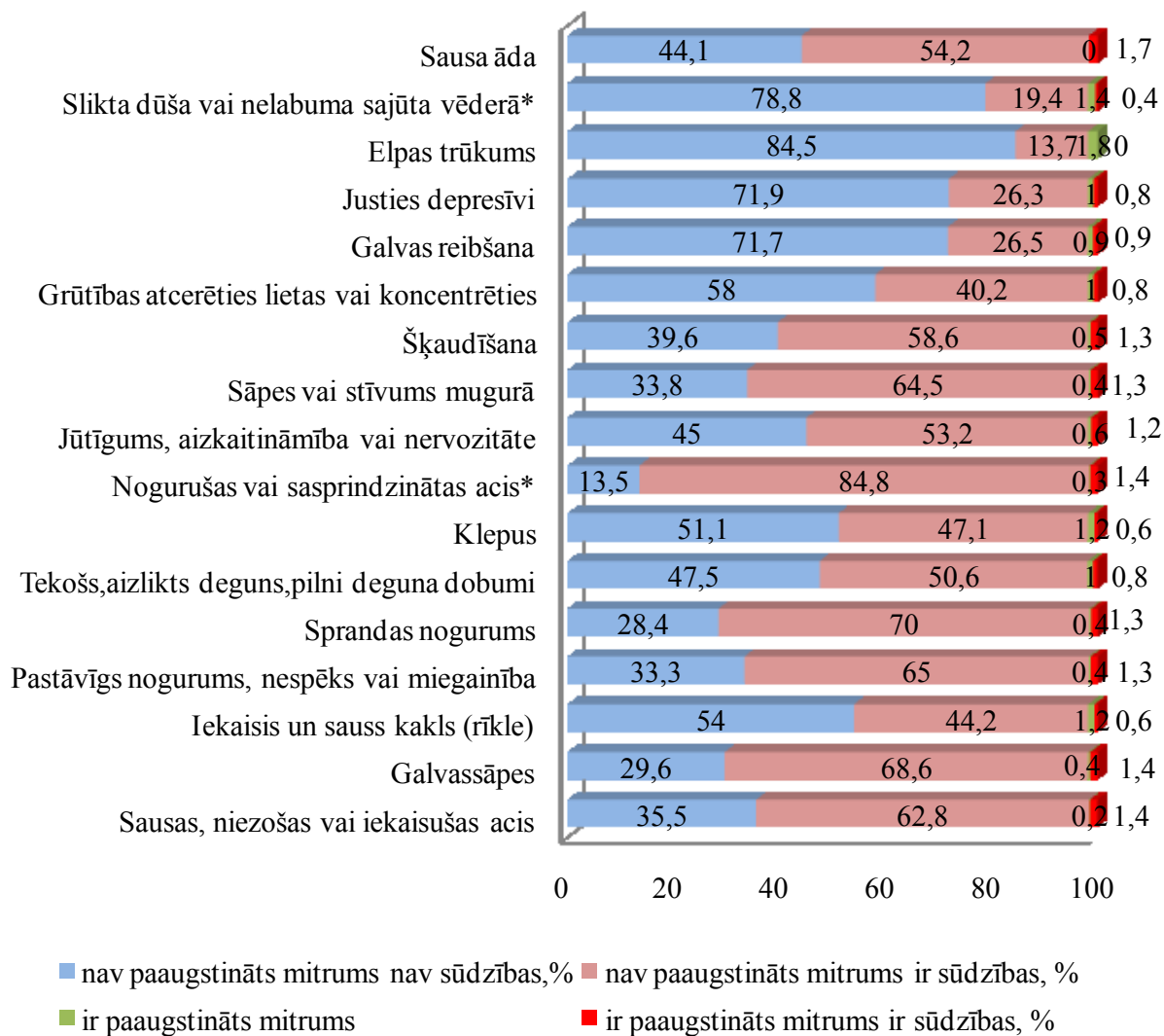


■ nav pārāk liela gaisa plūsma nav sūdzības,%
 ■ nav pārāk liela gaisa plūsma ir sūdzības, %
 ■ ir pārāk liela gaisa plūsma nav sūdzības,%
 ■ ir pārāk liela gaisa plūsma ir sūdzības, %

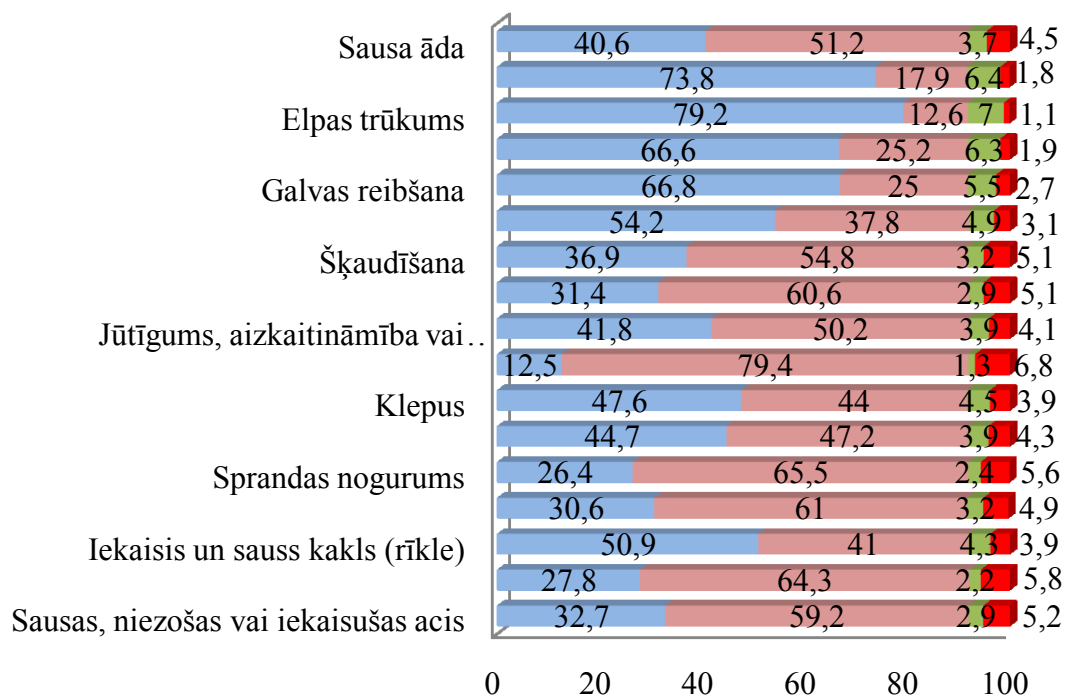
1.attēls. Veselības sūdzību biežums un pārāk liela gaisa plūsma biroju darbinieku darba vidē
 (*p<0,05; **p<0,001)



2.attēls. Veselības sūdzību biežums un pārāk zema gaisa temperatūra biroju darbinieku darba vidē
 (*p<0,05; **p<0,001)

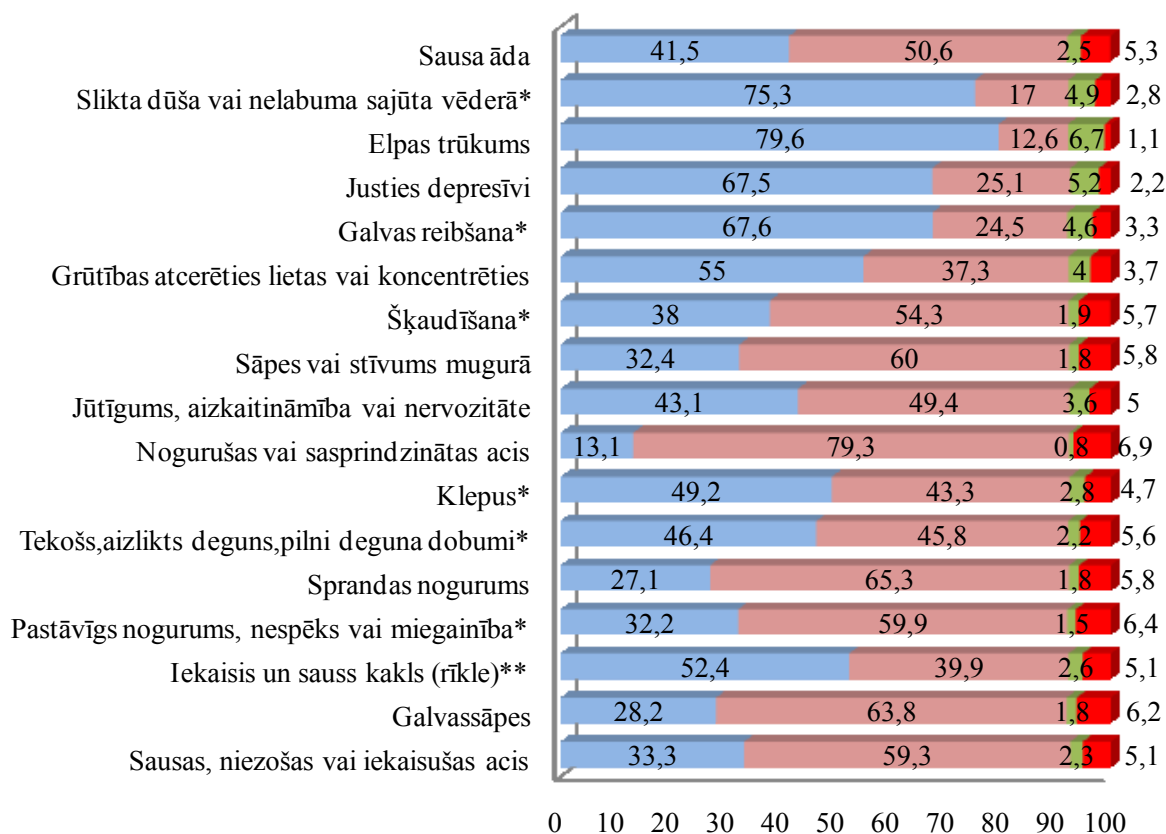


3. attēls. Veselības sūdzību biežums un pārāk mitrs gaiss biroju darbinieku darba vidē (* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$)



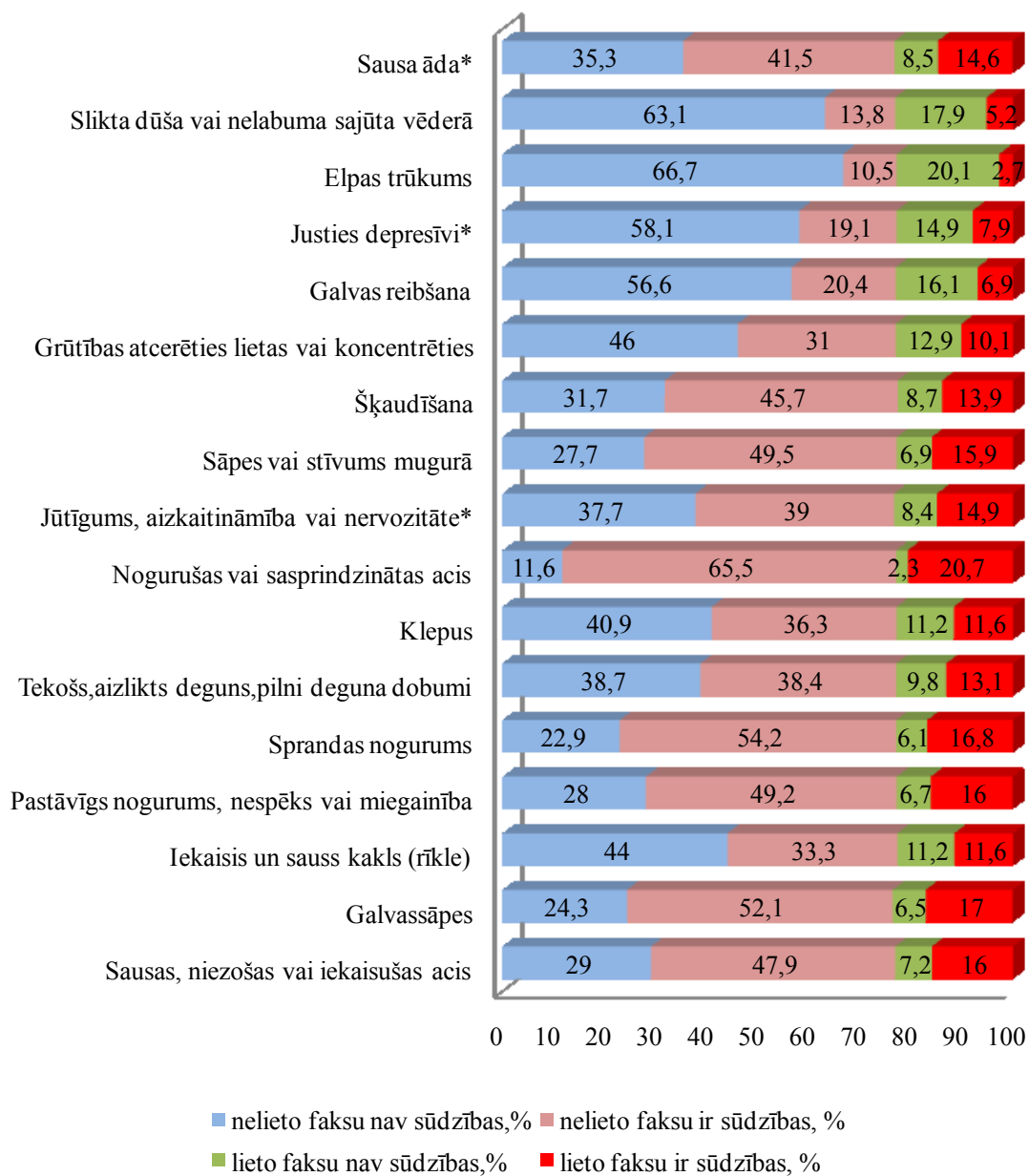
- nav cigarešu dūmu smarža nav sūdzības,%
- nav cigarešu dūmu smarža ir sūdzības, %
- ir cigarešu dūmu smarža nav sūdzības,%
- ir cigarešu dūmu smarža ir sūdzības, %

4. attēls. Veselības sūdzību biežums un cigarešu dūmu smaržu biroju darbinieku darba vidē
(*p<0,05; **p<0,001)

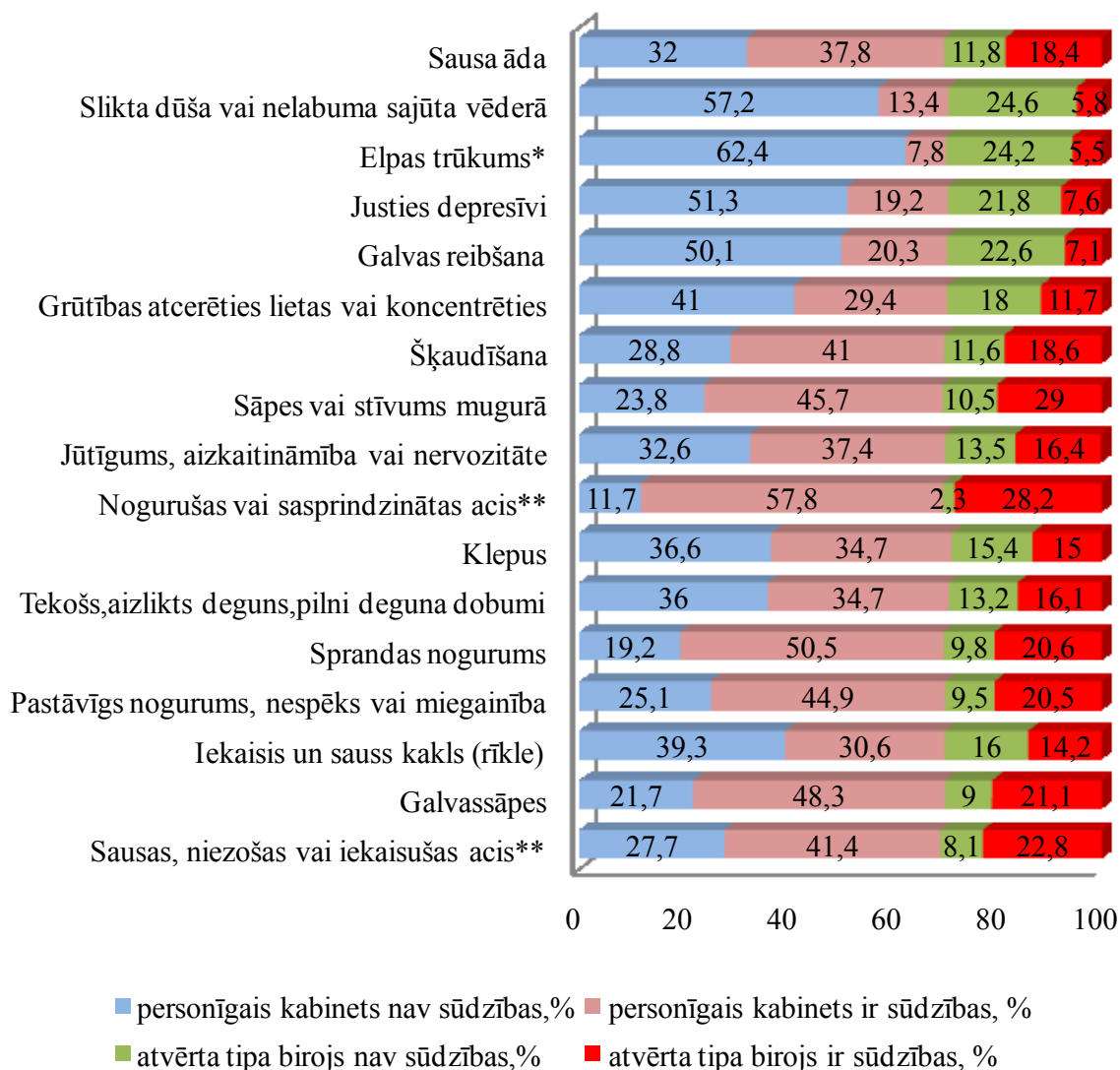


■ nav ķīmisko vielu smarža nav sūdzības,%
 ■ nav ķīmisko vielu smarža ir sūdzības,%
 ■ ir ķīmisko vielu smarža nav sūdzības,%
 ■ ir ķīmisko vielu smarža ir sūdzības,%

5. attēls. Veselības sūdzību biežums un ķīmisko vielu smarža biroju darbinieku darba vidē
 (* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$)



6. attēls. Veselības sūdzību biežums un faksa lietošanas aktivitāte biroju darbinieku darba vidē
(*p<0,05; **p<0,001)



7. attēls. Veselības sūdzību biežums un kabineta tips biroju darbinieku darba vidē (* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$)

1. tabula. Veselības traucējumu izredžu attiecības atkarībā no darba vides riska faktoriem: pārāk liels un pārāk mazs gaisa plūsmas biroju darbinieku darba vidē (tabulā pasvītroti sagaidāmās veselības sūdzības).

Veselības traucējums	Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)			Pārāk maza gaisa plūsma		
	OR	95% ticamības intervāls	būtiskuma līmenis (p)	OR	95% ticamības intervāls	būtiskuma līmenis (p)
<u>Sausas, niezošas vai iekaisušas acis</u>	2,1	1,4 – 3,1	<0,001	2,2	1,6 – 2,9	<0,001
Galvassāpes	1,9	1,2 – 2,8	0,003	2,0	1,5 – 2,7	<0,001
<u>Iekaisis un sauss kakls (rīkle)</u>	1,6	1,2 – 2,3	0,006	1,6	1,2 – 2,1	0,001
<u>Pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība</u>	1,8	1,2 – 2,7	0,002	2,1	1,6 – 2,8	<0,001
Sprandas nogurums	1,5	1,0 – 2,3	0,034	1,4	1,1 – 1,96	0,02
<u>Tekošs vai aizlikts deguns, vai pilni deguna dobumi</u>	1,7	1,2 – 2,4	0,003	2,2	1,7 – 2,9	<0,001
<u>Klepus</u>	2,0	1,4 – 2,8	0,001	1,2	0,9 – 1,6	0,136
Nogurušas vai sasprindzinātas acis	3,4	1,7 – 6,8	0,001	2,7	1,8 – 4,2	<0,001
Jūtīgums, aizkaitināmība vai nervozitāte	2,1	1,5 – 3,0	0,001	1,7	1,3 – 2,2	<0,001
Sāpes vai stīvums mugurā	1,8	1,2 – 2,6	0,004	1,6	1,2 – 2,1	0,002
<u>Šķaudīšana</u>	1,9	1,3 – 2,7	0,001	2,2	1,6 – 2,9	<0,001
<u>Grūtības atcerēties lietas vai koncentrēties</u>	1,7	1,2 – 2,3	0,004	1,3	0,96 – 1,7	0,091
Galvas reibšana	1,6	1,1 – 2,2	0,019	1,1	0,8 – 1,5	0,58
Justies depresīvi	1,6	1,1 – 2,3	0,013	1,4	0,9 – 1,9	0,061
<u>Elpas trūkums</u>	1,8	1,1 – 2,8	0,015	1,2	1,0 – 2,2	0,031
Slikta dūša vai nelabuma sajūta vēderā	1,7	1,2 – 2,6	0,008	1,5	1,1 – 2,2	0,018
Sausa āda	1,8	1,3 – 2,6	0,001	2,2	1,8 – 3,3	<0,001

2. tabula. Veselības traucējumu izredžu attiecības atkarībā no darba vides riska faktoriem: pārāk augsta un pārāk zema gaisa temperatūra biroju darbinieku darba vidē (tabulā pasvītroti sagaidāmās veselības sūdzības).

Veselības traucējums	Pārāk augsta temperatūra			Pārāk zema temperatūra		
	OR	95% ticamības intervāls	būtiskuma līmenis (p)	OR	95% ticamības intervāls	būtiskuma līmenis (p)
<u>Sausas, niezošas vai iekaisušas acis</u>	2,2	1,6 – 3,0	<0,001	1,7	1,2 – 2,4	0,002
<u>Galvassāpes</u>	1,3	1,0 – 1,8	0,107	1,7	1,2 – 2,4	0,004
<u>Iekaisis un sauss kakls (rīkle)</u>	1,5	1,1 – 2,0	0,005	1,1	0,8 – 1,5	0,443
<u>Pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība</u>	2,0	1,5 – 2,9	<0,001	1,9	1,3 – 2,6	0,001
Sprandas nogurums	1,3	0,9 – 1,7	0,167	1,6	1,1 – 2,3	0,011
<u>Tekošs vai aizlikts deguns, vai pilni deguna dobumi</u>	1,7	1,3 – 2,3	<0,001	1,7	1,3 – 2,4	0,001
<u>Klepus</u>	1,1	0,9 – 1,5	0,404	1,4	1,1 – 2,0	0,021
Nogurušas vai sasprindzinātas acis	2,7	1,7 – 4,3	<0,001	2,9	1,6 – 5,1	<0,001
Jūtīgums, aizkaitināmība vai nervozitāte	1,2	0,9 – 1,6	0,224	1,8	1,3 – 2,4	<0,001
Sāpes vai stīvums mugurā	1,5	1,1 – 2,0	0,013	1,8	1,3 – 2,5	0,001
<u>Šķaudīšana</u>	1,5	1,1 – 2,0	0,006	2,0	1,5 – 2,8	<0,001
Grūtības atcerēties lietas vai koncentrēties	1,1	0,8 – 1,5	0,543	1,7	1,2 – 2,3	0,001
<u>Galvas reibšana</u>	1,0	0,7 – 1,4	0,972	1,2	0,8 – 1,7	0,366
Justies depresīvi	1,1	0,8 – 1,5	0,549	1,4	1,0 – 1,9	0,084
<u>Elpas trūkums</u>	1,7	1,2 – 2,6	0,008	1,4	1,0 – 1,9	0,992
<u>Slikta dūša vai nelabuma sajūta vēderā</u>	1,4	1,0 – 2,0	0,045	1,7	1,2 – 2,5	0,005
<u>Sausa āda</u>	1,7	1,3 – 2,4	<0,001	1,9	1,4 – 2,6	<0,001

3.tabula. Veselības traucējumu izredžu attiecības atkarībā no darba vides riska faktoriem: pārāk mitrs un pārāk sauss gaiss biroju darbinieku darba vidē (tabulā pasvītroti sagaidāmās veselības sūdzības).

Veselības traucējums	Pārāk mitrs gaiss			Pārāk sauss gaiss		
	OR	95% ticamības intervāls	būtiskuma līmenis (p)	OR	95% ticamības intervāls	būtiskuma līmenis (p)
<u>Sausas, niezošas vai iekaisušas acis</u>	3,1	0,7 – 14,1	0,122	2,5	1,9 – 3,3	<0,001
Galvassāpes	1,6	0,4 – 5,7	0,107	1,9	1,4 – 2,5	<0,001
<u>Iekaisis un sauss kakls (rīkle)</u>	0,7	0,2 – 2,0	0,488	1,7	1,3 – 2,3	<0,001
Pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība	1,7	0,5 – 6,3	0,410	2,2	1,6 – 3,0	<0,001
Sprandas nogurums	1,4	0,4 – 4,9	0,650	1,5	1,1 – 2,1	0,007
<u>Tekošs vai aizlikts deguns, vai pilni deguna dobumi</u>	0,7	0,2 – 2,1	0,518	1,8	1,4 – 2,4	<0,001
<u>Klepus</u>	0,6	0,2 – 1,8	0,363	1,2	0,9 – 1,6	0,183
Nogurušas vai sasprindzinātas acis	0,9	0,2 – 4,0	0,868	2,5	1,7 – 3,8	<0,001
Jūtīgums, aizkaitināmība vai nervozitāte	1,5	0,5 – 4,6	0,451	1,6	1,2 – 2,1	0,002
Sāpes vai stīvums mugurā	1,8	0,5 – 6,4	0,393	1,9	1,4 – 2,5	<0,001
<u>Škaudīšana</u>	1,7	0,5 – 5,4	0,378	1,9	1,5 – 2,6	<0,001
Grūtības atcerēties lietas vai koncentrēties	1,1	0,4 – 3,1	0,887	1,7	1,3 – 2,3	<0,001
Galvas reibšana	2,7	0,9 – 7,8	0,056	1,4	1,1 – 2,0	0,025
Justies depresīvi	2,1	0,7 – 6,0	0,181	1,5	1,1 – 2,0	0,023
Elpas trūkums	-	-	-	2,4	1,6 – 3,8	<0,001
Slikta dūša vai nelabuma sajūta vēderā	1,1	0,3 – 4,0	0,873	1,4	1,0 – 2,0	0,074
<u>Sausa āda</u>	-	-	-	3,4	2,6 – 4,6	<0,001

4.tabula. Veselības traucējumu izredžu attiecības atkarībā no darba vides riska faktoriem: pārāk mitrs un pārāk sauss gaiss biroju darbinieku darba vidē (tabulā pasvītroti sagaidāmās veselības sūdzības).

Veselības traucējums	Ir cigarešu dūmu smarža			Ir ķīmisko vielu smarža			Ir cita veida smarža		
	OR	95% ticamības intervāls	būtiskuma līmenis (p)	OR	95% ticamības intervāls	būtiskuma līmenis (p)	OR	95% ticamības intervāls	būtiskuma līmenis (p)
Sausas, niezošas vai iekaisušas acis	1,0	0,6 – 1,7	0,95	1,3	0,7 – 2,2	0,449	1,5	1,1 – 2,1	0,021
<u>Galvassāpes</u>	1,1	0,6 – 2,0	0,65	1,5	0,8 – 2,9	0,163	1,9	1,3 – 2,7	<0,001
<u>Iekaisis un sauss kakls (rīkle)</u>	1,1	0,7 – 2,0	0,644	2,6	1,5 – 4,6	<0,001	1,5	1,1 – 2,0	0,009
<u>Pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība</u>	0,8	0,5 – 1,3	0,307	2,2	1,2 – 4,3	0,013	2,8	1,9 – 4,0	<0,001
Sprandas nogurums	0,9	0,5 – 1,6	0,823	1,4	0,7 – 2,5	0,323	2,2	1,5 – 3,1	<0,001
<u>Tekošs vai aizlikts deguns, vai pilni deguna dobumi</u>	1,0	0,6 – 1,8	0,874	2,6	1,5 – 4,7	0,001	1,8	1,3 – 2,4	<0,001
<u>Klepus</u>	0,9	0,6 – 1,5	0,773	1,9	1,1 – 3,3	0,019	1,7	1,3 – 2,3	<0,001
Nogurušas vai sasprindzinātas acis	0,9	0,4 – 1,7	0,658	1,5	0,6 – 3,6	0,348	1,9	1,2 – 3,2	0,008
Jūtīgums, aizkaitināmība vai nervozitāte	0,9	0,5 – 1,5	0,654	1,7	1,0 – 3,0	0,060	2,7	2,0 – 3,9	<0,001
Sāpes vai stīvums mugurā	0,9	0,5 – 1,5	0,701	1,8	1,0 – 3,3	0,065	1,7	1,2 – 2,4	0,001
<u>Šķaudīšana</u>	1,1	0,6 – 1,8	0,781	2,1	1,2 – 3,8	0,014	1,7	1,2 – 2,3	0,001
<u>Grūtības atcerēties lietas vai koncentrēties</u>	0,9	0,5 – 1,5	0,718	1,4	0,8 – 2,3	0,229	2,1	1,5 – 2,9	<0,001
<u>Galvas reibšana</u>	1,3	0,8 – 2,3	0,339	2,0	1,2 – 3,4	0,009	1,6	1,2 – 2,3	0,004
Justies depresīvi	0,8	0,4 – 1,5	0,489	1,1	0,5 – 2,0	0,713	2,5	1,8 – 3,5	<0,001
<u>Elpas trūkums</u>	1,0	0,5 – 2,0	0,948	1,1	0,5 – 2,3	0,847	1,1	0,7 – 1,7	0,662
<u>Slikta dūša vai nelabuma sajūta vēderā</u>	1,2	0,6 – 2,62	0,65	2,6	1,5 – 4,5	0,001	1,1	1,4 – 2,9	<0,001
Sausa āda	1,0	0,6 – 1,6	0,869	1,7	1,0 – 2,9	0,051	1,6	1,2 – 2,2	0,002

5.tabula. Veselības traucējumu izredžu attiecības atkarībā no darbinieku kopēšanas un lāzerprintēšanas aktivitātēm biroju darba vidē (tabulā pasvītroti sagaidāmās veselības sūdzības).

Veselības traucējums	Kopētāju lietošana			Lāzerprinteru lietošana		
	OR	95% ticamības intervāls	būtiskuma līmenis (p)	OR	95% ticamības intervāls	būtiskuma līmenis (p)
<u>Sausas, niezošas vai iekaisušas acis</u>	1,25	0,93 – 1,68	0,144	1,59	1,15 – 2,19	0,004
Galvassāpes	1,20	0,88 – 1,64	0,250	1,57	1,13 – 2,20	0,008
<u>Iekaisis un sauss kakls (rīkle)</u>	1,34	1,00 – 1,80	0,049	1,41	1,02 – 1,95	0,037
Pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība	1,30	0,94 – 1,72	0,114	1,30	0,94 – 1,80	0,116
Sprandas nogurums	1,31	0,96 – 1,80	0,080	1,24	0,88 – 1,75	0,215
<u>Tekošs vai aizlikts deguns, vai pilni deguna dobumi</u>	1,35	1,01 – 1,80	0,045	1,45	1,05 – 1,99	0,023
<u>Klepus</u>	1,36	1,02 – 1,82	0,037	1,21	0,88 – 1,66	0,243
Nogurušas vai sasprindzinātas acis	1,18	0,79 – 1,78	0,418	1,60	1,02 – 2,40	0,038
Jūtīgums, aizkaitināmība vai nervozitāte	1,76	1,31 – 2,35	<0,001	1,33	0,96 – 1,83	0,08
Sāpes vai stīvums mugurā	1,27	0,95 – 1,72	0,106	1,29	0,93 – 1,79	0,123
<u>Šķaudīšana</u>	0,99	0,74 – 1,33	0,952	1,23	0,90 – 1,70	0,198
<u>Grūtības atcerēties lietas vai koncentrēties</u>	1,34	0,99 – 1,81	0,055	1,04	0,75 – 1,44	0,82
<u>Galvas reibšana</u>	1,32	0,95 – 1,84	0,103	1,02	0,71 – 1,46	0,913
Justies depresīvi	1,53	1,09 – 2,16	0,014	1,02	0,71 – 1,47	0,908
<u>Elpas trūkums</u>	0,72	0,48 – 1,08	0,113	0,82	0,52 – 1,29	0,388
<u>Slikta dūša vai nelabuma sajūta vēderā</u>	0,96	0,66 – 1,38	0,873	1,12	0,74 – 1,71	0,582
Sausa āda	1,47	1,10 – 1,97	0,008	1,31	0,95– 1,8	0,094

6.tabula. Veselības traucējumu izredžu attiecības atkarībā no darbinieku faksa vai līmes korektoru u.c. lietošanas biroju darba vidē (*tabulā pasvītroti sagaidāmās veselības sūdzības*).

Veselības traucējums	Faksa lietošana			Līmes, korektora u.c. lietošana		
	OR	95% ticamības intervāls	būtiskuma līmenis (p)	OR	95% ticamības intervāls	būtiskuma līmenis (p)
<u>Sausas, niezošas vai iekaisušas acis</u>	1,35	0,96 – 1,91	0,087	1,27	0,95 – 1,69	0,104
<u>Galvassāpes</u>	1,22	0,85 – 1,74	0,286	1,68	1,25 – 2,27	0,001
<u>Iekaisis un sauss kakls (rīkle)</u>	1,37	0,98 – 1,90	0,063	1,36	1,03 – 1,81	0,033
<u>Pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība</u>	1,35	0,95 – 1,93	0,091	1,22	0,91 – 1,63	0,180
Sprandas nogurums	1,16	0,80 – 1,67	0,429	1,67	1,23 – 2,27	0,001
<u>Tekošs vai aizlikts deguns, vai pilni deguna dobumi</u>	1,35	0,97 – 1,88	0,075	1,31	0,99 – 1,73	0,035
<u>Klepus</u>	1,18	0,85 – 1,64	0,333	1,56	1,17 – 2,07	0,002
Nogurušas vai sasprindzinātas acis	1,59	0,95 – 2,69	0,077	1,19	0,80 – 1,77	0,389
Jūtīgums, aizkaitināmība vai nervozitāte	1,72	1,23 – 2,40	0,002	1,35	1,02 – 1,79	0,036
Sāpes vai stīvums mugurā	1,29	0,91 – 1,83	0,157	1,17	0,88 – 1,57	0,284
<u>Šķaudīšana</u>	1,10	0,79 – 1,55	0,565	1,02	0,77– 1,35	0,898
<u>Grūtības atcerēties lietas vai koncentrēties</u>	1,17	0,84 – 1,63	0,356	1,15	0,86 – 1,53	0,343
<u>Galvas reibšana</u>	1,19	0,83 – 1,71	0,337	1,41	1,02 – 1,95	0,036
Justies depresīvi	1,62	1,14 – 2,31	0,007	1,25	0,90 – 1,72	0,181
<u>Elpas trūkums</u>	0,86	0,52 – 1,42	0,552	1,18	0,78– 1,79	0,442
<u>Slikta dūša vai nelabuma sajūta vēderā</u>	1,33	0,89 – 1,99	0,159	1,57	1,08 – 2,28	0,019
Sausa āda	1,45	1,04 – 2,03	0,026	1,06	0,80– 1,39	0,695

7.tabula. Veselības traucējumu izredžu attiecības atkarībā no mīkstā grīdas seguma esamības biroju telpās (tabulā pasvītroti *sagaidāmās veselības sūdzības*).

Veselības traucējums	Kabineta veids			Grīdas segums			Ventilācija		
	OR	95% ticamības intervāls	būtiskuma līmenis (p)	OR	95% ticamības intervāls	būtiskuma līmenis (p)	OR	95% ticamības intervāls	būtiskuma līmenis (p)
<u>Sausas, niezošas vai iekaisušas acis</u>	1,89	1,37 – 2,60	<0,001	1,92	1,38 – 2,68	<0,001	1,92	1,40 – 2,62	<0,001
<u>Galvassāpes</u>	1,05	0,76 – 1,46	0,749	1,30	0,92 – 1,83	0,132	1,42	1,03 – 1,96	0,03
<u>Iekaisis un sauss kakls (rīkle)</u>	1,14	0,85 – 1,53	0,394	1,25	0,92 – 1,71	0,152	1,16	0,87 – 1,56	0,305
<u>Pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība</u>	1,20	0,88 – 1,64	0,254	1,54	1,10 – 2,15	0,012	1,23	0,91 – 1,68	0,177
Sprandas nogurums	0,80	0,58 – 1,10	0,173	0,83	0,60 – 1,15	0,266	0,96	0,70 – 1,31	0,795
<u>Tekošs vai aizlikts deguns, vai pilni deguna dobumi</u>	1,26	0,94 – 1,71	0,128	1,40	1,03 – 1,92	0,033	1,08	0,81 – 1,45	0,589
<u>Klepus</u>	0,97	0,72 – 1,31	0,860	1,03	0,76 – 1,41	0,844	1,14	0,85 – 1,52	0,381
Nogurušas vai sasprindzinātas acis	2,44	1,48 – 4,05	<0,001	1,80	1,10 – 2,93	0,018	1,56	1,01 – 2,42	0,044
Jūtīgums, aizkaitināmība vai nervozitāte	1,06	0,79 – 1,43	0,713	1,29	0,94 – 1,76	0,111	0,93	0,70 – 1,25	0,640
Sāpes vai stīvums mugurā	0,99	0,73 – 1,34	0,930	1,03	0,75 – 1,42	0,840	0,99	0,74 – 1,34	0,961
<u>Šķaudīšana</u>	1,13	0,84 – 1,53	0,423	1,48	1,07 – 2,03	0,017	1,11	0,83 – 1,49	0,492
<u>Grūtības atcerēties lietas vai koncentrēties</u>	0,91	0,67 – 1,23	0,530	0,82	0,60 – 1,12	0,211	0,85	0,63 – 1,14	0,276
<u>Galvas reibšana</u>	0,78	0,55 – 1,10	0,154	0,89	0,69 – 1,26	0,492	0,86	0,62 – 1,19	0,354
Justies depresīvi	0,94	0,67 – 1,32	0,708	0,94	0,66 – 1,34	0,741	0,79	0,56 – 1,10	0,155
<u>Elpas trūkums</u>	1,82	1,21 – 2,75	0,725	1,51	0,99 – 2,31	0,058	1,45	0,96 – 2,19	0,074
<u>Slikta dūša vai nelabuma sajūta vēderā</u>	1,06	0,73 – 1,55	0,725	1,16	0,79 – 1,71	0,439	1,02	0,71 – 1,48	0,907
<u>Sausa āda</u>	1,32	0,98 – 1,78	0,067	1,73	1,26 – 2,37	0,001	1,57	1,17 – 2,10	0,003

8.tabula. Veselības traucējumu izredžu attiecību un darba vides faktoru biroju telpās apkopojums.

Veselības traucējums	Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)		Pārāk maza gaisa plūsma		Pārāk augsta temperatūra		Pārāk zema temperatūra		Pārāk mitrs gaiss		Pārāk sauss gaiss		Ir cigarešu dūmu smarža		Ir ķīmisko vielu smarža		Ir cita veida smarža	
	OR	p	OR	p	OR	p	OR	p	OR	p	OR	p	OR	p	OR	p	OR	p
Sausas, niezošas vai iekaisušas acis	2,1	<0,001	2,2	<0,001	2,2	<0,001	1,7	0,002	3,1	0,122	2,5	<0,001	1,0	0,95	1,3	0,449	1,5	0,021
Galvassāpes	1,9	0,003	2,0	<0,001	1,3	0,107	1,7	0,004	1,6	0,107	1,9	<0,001	1,1	0,65	1,5	0,163	1,9	<0,001
Iekaisis un sauss kakls (rīkle)	1,6	0,006	1,6	0,001	1,5	0,005	1,1	0,443	0,7	0,488	1,7	<0,001	1,1	0,644	2,6	<0,001	1,5	0,009
Pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība	1,8	0,002	2,1	<0,001	2,0	<0,001	1,9	0,001	1,7	0,410	2,2	<0,001	0,8	0,307	2,2	0,013	2,8	<0,001
Sprandas nogurums	1,5	0,034	1,4	0,02	1,3	0,167	1,6	0,011	1,4	0,650	1,5	0,007	0,9	0,823	1,4	0,323	2,2	<0,001
Tekošs vai aizlikts deguns, vai pilni deguna dobumi	1,7	0,003	2,2	<0,001	1,7	<0,001	1,7	0,001	0,7	0,518	1,8	<0,001	1,0	0,874	2,6	0,001	1,8	<0,001
Klepus	2,0	0,001	1,2	0,136	1,1	0,404	1,4	0,021	0,6	0,363	1,2	0,183	0,9	0,773	1,9	0,019	1,7	<0,001
Nogurušas vai sasprindzinātas acis	3,4	0,001	2,7	<0,001	2,7	<0,001	2,9	<0,001	0,9	0,868	2,5	<0,001	0,9	0,658	1,5	0,348	1,9	0,008
Jūtīgums, aizkaitināmība vai nervozitāte	2,1	0,001	1,7	<0,001	1,2	0,224	1,8	<0,001	1,5	0,451	1,6	0,002	0,9	0,654	1,7	0,060	2,7	<0,001
Sāpes vai stīvums mugurā	1,8	0,004	1,6	0,002	1,5	0,013	1,8	0,001	1,8	0,393	1,9	<0,001	0,9	0,701	1,8	0,065	1,7	0,001
Šķaudīšana	1,9	0,001	2,2	<0,001	1,5	0,006	2,0	<0,001	1,7	0,378	1,9	<0,001	1,1	0,781	2,1	0,014	1,7	0,001
Grūtības atcerēties lietas vai koncentrēties	1,7	0,004	1,3	0,091	1,1	0,543	1,7	0,001	1,1	0,887	1,7	<0,001	0,9	0,718	1,4	0,229	2,1	<0,001
Galvas reibšana	1,6	0,019	1,1	0,58	1,0	0,972	1,2	0,366	2,7	0,056	1,4	0,025	1,3	0,339	2,0	0,009	1,6	0,004
Justies depresīvi	1,6	0,013	1,4	0,061	1,1	0,549	1,4	0,084	2,1	0,181	1,5	0,023	0,8	0,489	1,1	0,713	2,5	<0,001
Elpas trūkums	1,8	0,015	1,2	0,031	1,7	0,008	1,4	0,992	-	-	2,4	<0,001	1,0	0,948	1,1	0,847	1,1	0,662
Slikta dūša vai nelabuma sajūta vēderā	1,7	0,008	1,5	0,018	1,4	0,045	1,7	0,005	1,1	0,873	1,4	0,074	1,2	0,65	2,6	0,001	1,1	<0,001
Sausa āda	1,8	0,001	2,2	<0,001	1,7	<0,001	1,9	<0,001	-	-	3,4	<0,001	1,0	0,869	1,7	0,051	1,6	0,002

9.tabula. Veselības traucējumu izredžu attiecību un telpas raksturojuma/procesu biroju telpās apkopojums.

Veselības traucējums	Kopētāju lietošana		Lāzerprinteru lietošana		Faksa lietošana		Līmes, korektora u.c. lietošana		Kabineta veids		Grīdas segums		Ventilācija	
	OR	p	OR	p	OR	p	OR	p	OR	p	OR	p	OR	p
Sausas, niezošas vai iekaisušas acis	1,25	0,144	1,59	0,004	1,35	0,087	1,27	0,104	1,89	<0,001	1,92	<0,001	1,92	<0,001
Galvassāpes	1,20	0,250	1,57	0,008	1,22	0,286	1,68	0,001	1,05	0,749	1,30	0,132	1,42	0,03
Iekaisis un sauss kakls (rīkle)	1,34	0,049	1,41	0,037	1,37	0,063	1,36	0,033	1,14	0,394	1,25	0,152	1,16	0,305
Pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība	1,30	0,114	1,30	0,116	1,35	0,091	1,22	0,180	1,20	0,254	1,54	0,012	1,23	0,177
Sprandas nogurums	1,31	0,080	1,24	0,215	1,16	0,429	1,67	0,001	0,80	0,173	0,83	0,266	0,96	0,795
Tekošs vai aizlikts deguns, vai pilni deguna dobumi	1,35	0,045	1,45	0,023	1,35	0,075	1,31	0,035	1,26	0,128	1,40	0,033	1,08	0,589
Klepus	1,36	0,037	1,21	0,243	1,18	0,333	1,56	0,002	0,97	0,860	1,03	0,844	1,14	0,381
Nogurušas vai sasprindzinātas acis	1,18	0,418	1,60	0,038	1,59	0,077	1,19	0,389	2,44	<0,001	1,80	0,018	1,56	0,044
Jūtīgums, aizkaitināmība vai nervozitāte	1,76	<0,001	1,33	0,08	1,72	0,002	1,35	0,036	1,06	0,713	1,29	0,111	0,93	0,640
Sāpes vai stīvums mugurā	1,27	0,106	1,29	0,123	1,29	0,157	1,17	0,284	0,99	0,930	1,03	0,840	0,99	0,961
Šķaudīšana	0,99	0,952	1,23	0,198	1,10	0,565	1,02	0,898	1,13	0,423	1,48	0,017	1,11	0,492
Grūtības atcerēties lietas vai koncentrēties	1,34	0,055	1,04	0,82	1,17	0,356	1,15	0,343	0,91	0,530	0,82	0,211	0,85	0,276
Galvas reibšana	1,32	0,103	1,02	0,913	1,19	0,337	1,41	0,036	0,78	0,154	0,89	0,492	0,86	0,354
Justies depresīvi	1,53	0,014	1,02	0,908	1,62	0,007	1,25	0,181	0,94	0,708	0,94	0,741	0,79	0,155
Elpas trūkums	0,72	0,113	0,82	0,388	0,86	0,552	1,18	0,442	1,82	0,725	1,51	0,058	1,45	0,074
Slikta dūša vai nelabuma sajūta vēderā	0,96	0,873	1,12	0,582	1,33	0,159	1,57	0,019	1,06	0,725	1,16	0,439	1,02	0,907
Sausa āda	1,47	0,008	1,31	0,094	1,45	0,026	1,06	0,695	1,32	0,067	1,73	0,001	1,57	0,003

7. Pielikums

**„Multinominālās loģistiskās regresijas
analīzes rezultāti”**

1. tabula

Sausa āda un biroju vides faktori

Faktori		N	%
Sausa āda	nekad	333	44,8%
	tiek novērota	411	55,2%
Kopētāja lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	495	66,5%
	nekad	249	33,5%
Lāzerprinteru lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	564	75,8%
	nekad	180	24,2%
Faksa lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	157	21,1%
	nekad	587	78,9%
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	445	59,8%
	nekad	299	40,2%
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	145	19,5%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	599	80,5%
Pārāk maza gaisa plūsma	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	396	53,2%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	348	46,8%
Temperatūra par augstu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	291	39,1%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	453	60,9%
Temperatūra par zemu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	207	27,8%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	537	72,2%
Pārāk mitrs gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	13	1,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	731	98,3%
Pārāk sauss gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	409	55,0%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	335	45,0%
Ir cigarešu dūmu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	63	8,5%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	681	91,5%
Ir ķīmisko vielu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	53	7,1%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	691	92,9%
Ir nepatīkama cita veida smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	226	30,4%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	518	69,6%
Dzimums	sieviete	641	86,2%
	vīrietis	103	13,8%
Vecums	>55 gadi	144	19,4%
	45-54 gadi	166	22,3%
	35-44 gadi	120	16,1%
	25-34 gadi	223	30,0%
	<25 gadi	91	12,2%
Smēķēšana	jā	97	13,0%
	bijušais smēķētājs	59	7,9%
	nē	588	79,0%
Kopā		744	100,0%

2. tabula

Darba vides faktoru ietekme uz veselību - sausa āda

Sausa āda tiek novērota (references lielums - nekad)		p	nOR*	95% TI	p	sOR*	95% TI
Kopētāja lietošana	[da22=1]	0,008	1,47	1,10 – 1,97	0,087	1,38	0,96 – 1,96
	[da22=2]					1	
Lāzerprinteru lietošana	[db22=1]	0,094	1,1	0,95 – 1,80	0,994	0,999	0,69 – 1,45
	[db22=2]					1	
Faksa lietošana	[dc22=1]	0,026	1,45	1,04 – 2,03	0,479	1,17	0,76 – 1,78
	[dc22=2]					1	
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	[dd22=1]	0,695	1,06	0,80 – 1,39	0,717	0,94	0,66 – 1,33
	[dd22=2]					1	
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	[ra28=1]	0,001	1,8	1,3 – 2,6	0,235	1,30	0,84 – 2,01
	[ra28=2]					1	
Pārāk maza gaisa plūsma	[rb28=1]	0,001	2,2	1,8 – 3,3	0,037	1,49	1,03 – 2,17
	[rb28=2]					1	
Temperatūra par augstu	[rc28=1]	0,001	1,7	1,3 - 2,4	0,819	1,05	0,72 – 1,52
	[rc28=2]					1	
Temperatūra par zemu	[rd28=1]	0,001	1,9	1,4 – 2,6	0,116	1,36	0,93 – 2,00
	[rd28=2]					1	
Pārāk mitrs gaiss	[re28=1]	-	-	-	0,099	3,77	0,78 – 18,31
	[re28=2]					1	
Pārāk sauss gaiss	[rf28=1]	0,001	3,4	2,6 – 4,6	0,000	2,53	1,77 – 3,62
	[rf28=2]					1	
Ir cigarešu dūmu smarža	[rg28=1]	0,869	1,0	0,6 – 1,6	0,54	0,84	0,47 – 1,48
	[rg28=2]					1	
Ir ķīmisko vielu smarža	[rh28=1]	0,051	1,7	1,0 – 2,9	0,74	1,12	0,58 – 2,17
	[rh28=2]					1	
Ir nepatīkama cita veida smarža	[ri28=1]	0,002	1,6	1,2 – 2,2	0,671	1,08	0,75 – 1,56
	[ri28=2]					1	
Dzimums	[dz=1]	0,001	2,61	1,53 – 4,45	0,0001	2,86	1,73 – 4,72
	[dz=2]					1	
Vecums	[vec=1]	0,420	1,56	0,53 – 4,65	0,08	0,57	0,31 – 1,06
	[vec=2]	0,38	1,49	0,62 – 3,58	0,11	0,60	0,33 – 1,12
	[vec=3]	0,967	0,98	0,46 – 2,12	0,28	0,71	0,38 – 1,33
	[vec=4]	0,82	0,94	0,53 – 1,69	0,66	1,14	0,64 – 2,01
	[vec=5]					1	
Smēķēšana	[sm=1]	0,373	0,70	0,32 – 1,53	0,65	1,12	0,69 – 1,82
	[sm=2]	0,185	0,64	0,33 – 1,24	0,10	1,70	0,90 – 3,22
	[sm=3]					1	

*nOR – nesamērotais OR (izredžu attiecība) un *sOR – samērotais OR

3. tabula

Sausas, niezošas vai iekaisušas acis un biroju vides faktori

Faktori		N	%
Sausas, niezošas vai iekaisušas acis	nekad	270	36,1%
	tiek novērotas	478	63,9%
Kopētāja lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	496	66,3%
	nekad	252	33,7%
Lāzerprinteru lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	566	75,7%
	nekad	182	24,3%
Faksa lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	158	21,1%
	nekad	590	78,9%
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	449	60,0%
	nekad	299	40,0%
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	145	19,4%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	603	80,6%
Pārāk maza gaisa plūsma	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	397	53,1%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	351	46,9%
Temperatūra par augstu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	289	38,6%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	459	61,4%
Temperatūra par zemu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	208	27,8%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	540	72,2%
Pārāk mitrs gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	13	1,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	735	98,3%
Pārāk sauss gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	411	54,9%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	337	45,1%
Ir cigarešu dūmu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	63	8,4%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	685	91,6%
Ir ķīmisko vielu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	52	7,0%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	696	93,0%
Ir nepatīkama cita veida smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	226	30,2%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	522	69,8%
Dzimums	sieviete	645	86,2%
	vīrietis	103	13,8%
Vecums	>55 gadi	144	19,3%
	45-54 gadi	166	22,2%
	35-44 gadi	123	16,4%
	25-34 gadi	222	29,7%
	<25 gadi	93	12,4%
Smēķēšana	jā	98	13,1%
	bijušais smēķētājs	59	7,9%
	nē	591	79,0%
Kopā		748	100,0%

4. tabula

Darba vides faktoru ietekme uz veselību - sausas, niezošas vai iekaisušas acis

Sausas, niezošas vai iekaisušas acis (references lielums - nekad)		p	nOR*	95% TI	p	sOR*	95% TI
Kopētāja lietošana	[da22=1]	0,144	1,25	0,93 – 1,68	0,985	1,00	0,70 - 1,44
	[da22=2]				1		
Lāzerprinteru lietošana	[db22=1]	0,004	1,59	1,15 – 2,19	0,152	1,31	0,91 - 1,89
	[db22=2]				1		
Faksa lietošana	[dc22=1]	0,087	1,35	0,96 – 1,91	0,580	1,13	0,74 - 1,723
	[dc22=2]				1		
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	[dd22=1]	0,104	1,27	0,95 – 1,69	0,247	1,23	0,87 - 1,73
	[dd22=2]				1		
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	[ra28=1]	0,001	2,1	1,4 – 3,1	0,032	1,64	1,04 - 2,58
	[ra28=2]				1		
Pārāk maza gaisa plūsma	[rb28=1]	0,001	2,2	1,6 – 2,9	0,090	1,38	0,95 - 2,00
	[rb28=2]				1		
Temperatūra par augstu	[rc28=1]	0,001	2,2	1,6 – 3,0	0,015	1,60	1,10 - 2,33
	[rc28=2]				1		
Temperatūra par zemu	[rd28=1]	0,002	1,7	1,2 – 2,4	0,107	1,38	0,93 – 2,03
	[rd28=2]				1		
Pārāk mitrs gaiss	[re28=1]	0,122	3,1	0,7 – 14,1	0,159	3,08	0,65 - 14,76
	[re28=2]				1		
Pārāk sauss gaiss	[rf28=1]	0,001	2,5	1,9 – 3,3	0,007	1,65	1,15 - 2,36
	[rf28=2]				1		
Ir cigarešu dūmu smarža	[rg28=1]	0,95	1,0	0,6 – 1,7	0,477	0,81	0,46 - 1,44
	[rg28=2]				1		
Ir ķīmisko vielu smarža	[rh28=1]	0,449	1,3	0,7 – 2,2	0,932	0,97	0,51 - 1,87
	[rh28=2]				1		
Ir nepatīkama cita veida smarža	[ri28=1]	0,021	1,5	1,1 – 2,1	0,647	1,09	0,75 - 1,58
	[ri28=2]				1		
Dzimums	[dz=1]	0,764	1,09	0,64 – 1,85	0,454	1,20	0,74 - 1,95
	[dz=2]				1		
Vecums	[vec=1]	0,001	2,66	1,46 – 4,85	0,080	0,58	0,31 - 1,07
	[vec=2]	0,04	2,29	1,06 – 4,98	0,784	0,92	0,49 - 1,71
	[vec=3]	0,08	2,19	0,91 – 5,24	0,114	0,60	0,32 - 1,13
	[vec=4]	0,160	2,18	0,74 – 6,45	0,603	0,86	0,48 - 1,53
	[vec=5]				1		
Smēķēšana	[sm=1]	0,819	0,91	0,42 – 1,99	0,662	0,90	0,55 - 1,46
	[sm=2]	0,99	1,00	0,52 – 1,92	0,966	0,99	0,54 - 1,80
	[sm=3]				1		

*nOR – nesamērotais OR (izredžu attiecība) un *sOR – samērotais OR

5. tabula

Slikta dūša vai nelabuma sajūta vēderā un biroju vides faktori

Faktori		N	%
Slikta dūša vai nelabuma sajūta vēderā	nekad	596	80,5%
	tiek novērotas	144	19,5%
Kopētāja lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	492	66,5%
	nekad	248	33,5%
Lāzerprinteru lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	560	75,7%
	nekad	180	24,3%
Faksa lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	156	21,1%
	nekad	584	78,9%
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	443	59,9%
	nekad	297	40,1%
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	145	19,6%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	595	80,4%
Pārāk maza gaisa plūsma	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	390	52,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	350	47,3%
Temperatūra par augstu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	286	38,6%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	454	61,4%
Temperatūra par zemu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	207	28,0%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	533	72,0%
Pārāk mitrs gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	13	1,8%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	727	98,2%
Pārāk sauss gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	404	54,6%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	336	45,4%
Ir cigarešu dūmu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	63	8,5%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	677	91,5%
Ir ķīmisko vielu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	51	6,9%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	689	93,1%
Ir nepatīkama cita veida smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	224	30,3%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	516	69,7%
Dzimums	sieviete	638	86,2%
	vīrietis	102	13,8%
Vecums	>55 gadi	142	19,2%
	45-54 gadi	167	22,6%
	35-44 gadi	119	16,1%
	25-34 gadi	221	29,9%
	<25 gadi	91	12,3%
Smēķēšana	jā	97	13,1%
	bijušais smēķētājs	59	8,0%
	nē	584	78,9%
Kopā		740	100,0%

6. tabula

Darba vides faktoru ietekme uz veselību - slikta dūša vai nelabuma sajūta vēderā

Slikta dūša vai nelabuma sajūta vēderā (references lielums - nekad)		p	nOR*	95% TI	p	sOR*	95% TI
Kopētāja lietošana	[da22=1]	0,873	0,96	0,66 – 1,38	0,199	0,75	0,48 - 1,17
	[da22=2]				1		
Lāzerprinteru lietošana	[db22=1]	0,582	1,12	0,74 – 1,71	0,87	0,96	0,61 - 1,52
	[db22=2]				1		
Faksa lietošana	[dc22=1]	0,159	1,33	0,89 – 1,99	0,94	0,98	0,60 - 1,60
	[dc22=2]				1		
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	[dd22=1]	0,019	1,57	1,08 – 2,28	0,027	1,62	1,06 - 2,50
	[dd22=2]				1		
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	[ra28=1]	0,008	1,7	1,2 – 2,6	0,276	1,30	0,81 - 2,07
	[ra28=2]				1		
Pārāk maza gaisa plūsma	[rb28=1]	0,018	1,5	1,1 – 2,2	0,663	1,11	0,70 - 1,75
	[rb28=2]				1		
Temperatūra par augstu	[rc28=1]	0,045	1,4	1,0 – 2,0	0,127	1,41	0,91 - 2,19
	[rc28=2]				1		
Temperatūra par zemu	[rd28=1]	0,005	1,7	1,2 – 2,5	0,192	1,33	0,87 - 2,05
	[rd28=2]				1		
Pārāk mitrs gaiss	[re28=1]	0,873	1,1	0,3 – 4,0	0,809	1,18	0,31 - 4,57
	[re28=2]				1		
Pārāk sauss gaiss	[rf28=1]	0,074	1,4	1,0 – 2,0	0,863	1,04	0,67 - 1,62
	[rf28=2]				1		
Ir cigarešu dūmu smarža	[rg28=1]	0,65	1,2	0,6 – 2,62	0,959	1,02	0,53 - 1,97
	[rg28=2]				1		
Ir ķīmisko vielu smarža	[rh28=1]	0,001	2,6	1,5 – 4,5	0,007	2,51	1,29 - 4,90
	[rh28=2]				1		
Ir nepatīkama cita veida smarža	[ri28=1]	0,001	1,1	1,4 – 2,9	0,033	1,57	1,04 - 2,36
	[ri28=2]				1		
Dzimums	[dz=1]	0,475	1,28	0,65 – 2,55	0,340	1,36	0,72 - 2,57
	[dz=2]				1		
Vecums	[vec=1]	0,055	2,17	0,99 – 4,77	0,722	0,86	0,38 - 1,94
	[vec=2]	0,248	1,80	0,66 – 4,89	0,254	1,54	0,73 - 3,23
	[vec=3]	0,091	2,57	0,86 – 7,70	0,496	1,304	0,61 - 2,80
	[vec=4]	0,292	2,02	0,55 – 7,50	0,119	1,69	0,87 - 3,26
	[vec=5]				1		
Smēķēšana	[sm=1]	0,632	0,81	0,34 – 1,91	0,306	1,34	0,76 - 2,36
	[sm=2]	0,258	0,66	0,33 – 1,55	0,335	1,40	0,71 - 2,75
	[sm=3]				1		

*nOR – nesamērotais OR (izredžu attiecība) un *sOR – samērotais OR

7. tabula

Galvas reibšana un biroju vides faktori

Faktori		N	%
Galvas reibšana	nekad	539	72,4%
	tiek novērotas	205	27,6%
Kopētāja lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	494	66,4%
	nekad	250	33,6%
Lāzerprinteru lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	562	75,5%
	nekad	182	24,5%
Faksa lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	158	21,2%
	nekad	586	78,8%
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	444	59,7%
	nekad	300	40,3%
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	148	19,9%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	596	80,1%
Pārāk maza gaisa plūsma	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	394	53,0%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	350	47,0%
Temperatūra par augstu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	288	38,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	456	61,3%
Temperatūra par zemu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	206	27,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	538	72,3%
Pārāk mitrs gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	13	1,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	731	98,3%
Pārāk sauss gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	407	54,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	337	45,3%
Ir cigarešu dūmu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	63	8,5%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	681	91,5%
Ir ķīmisko vielu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	53	7,1%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	691	92,9%
Ir nepatīkama cita veida smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	226	30,4%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	518	69,6%
Dzimums	sieviete	643	86,4%
	vīrietis	101	13,6%
Vecums	>55 gadi	144	19,4%
	45-54 gadi	167	22,4%
	35-44 gadi	122	16,4%
	25-34 gadi	220	29,6%
	<25 gadi	91	12,2%
Smēķēšana	jā	99	13,3%
	bijušais smēķētājs	57	7,7%
	nē	588	79,0%
Kopā		744	100%

8. tabula

Darba vides faktoru ietekme uz veselību - galvas reibšana

Galvas reibšana tiek novērota (references lielums - nekad)		p	nOR*	95% TI	p	sOR*	95% TI
Kopētāja lietošana	[da22=1]	0,103	1,32	0,95 – 1,84	0,213	1,28	0,87 - 1,90
	[da22=2]				1		
Lāzerprinteru lietošana	[db22=1]	0,913	1,02	0,71 – 1,46	0,625	0,91	0,61 - 1,34
	[db22=2]				1		
Faksa lietošana	[dc22=1]	0,377	1,19	0,83 – 1,71	0,437	0,84	0,55 - 1,30
	[dc22=2]				1		
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	[dd22=1]	0,036	1,41	1,02 – 1,95	0,717	1,07	0,74 - 1,54
	[dd22=2]				1		
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	[ra28=1]	0,019	1,6	1,1 – 2,2	0,067	1,48	0,97 - 2,25
	[ra28=2]				1		
Pārāk maza gaisa plūsma	[rb28=1]	0,58	1,1	0,8 – 1,5	0,744	0,94	0,62 - 1,40
	[rb28=2]				1		
Temperatūra par augstu	[rc28=1]	0,972	1,0	0,7 – 1,4	0,763	0,94	0,63 - 1,40
	[rc28=2]				1		
Temperatūra par zemu	[rd28=1]	0,366	1,2	0,8 – 1,7	0,969	1,01	0,68 - 1,50
	[rd28=2]				1		
Pārāk mitrs gaiss	[re28=1]	0,056	2,7	0,9 – 7,8	0,156	2,30	0,73 - 7,24
	[re28=2]				1		
Pārāk sauss gaiss	[rf28=1]	0,025	1,4	1,1 – 2,0	0,079	1,42	0,96 - 2,11
	[rf28=2]				1		
Ir cigarešu dūmu smarža	[rg28=1]	0,339	1,3	0,8 – 2,3	0,417	1,27	0,71 - 2,27
	[rg28=2]				1		
Ir ķīmisko vielu smarža	[rh28=1]	0,009	2,0	1,2 – 3,4	0,040	1,93	1,03 - 3,63
	[rh28=2]						
Ir nepatīkama cita veida smarža	[ri28=1]	0,004	1,6	1,2 – 2,3	0,059	1,43	0,99 - 2,08
	[ri28=2]				1		
Dzimums	[dz=1]	0,004	2,79	1,40 – 5,57	0,003	2,72	1,42 - 5,21
	[dz=2]				1		
Vecums	[vec=1]	0,129	1,61	0,87 – 2,97	0,078	1,89	0,93 - 3,85
	[vec=2]	0,187	1,73	0,77 – 3,88	0,005	2,67	1,35 - 5,29
	[vec=3]	0,534	1,34	0,53 – 3,40	0,028	2,18	1,09 - 4,39
	[vec=4]	0,897	0,93	0,29 – 2,93	0,145	1,61	0,85 - 3,05
	[vec=5]				1		
Smēķēšana	[sm=1]	0,509	1,77	1,35 – 1,68	0,146	1,46	0,88 - 2,41
	[sm=2]	0,102	1,57	1,30 – 2,12	0,130	1,62	0,87 - 3,03
	[sm=3]				1		

*nOR – nesamērotais OR (izredžu attiecība) un *sOR – samērotais OR

9. tabula

Pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība un biroju vides faktori

Faktori		N	%
Pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība	nekad	253	34,0%
	tiek novērotas	492	66,0%
Kopētāja lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	495	66,4%
	nekad	250	33,6%
Lāzerprinteru lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	565	75,8%
	nekad	180	24,2%
Faksa lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	156	20,9%
	nekad	589	79,1%
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	446	59,9%
	nekad	299	40,1%
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	147	19,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	598	80,3%
Pārāk maza gaisa plūsma	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	396	53,2%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	349	46,8%
Temperatūra par augstu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	289	38,8%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	456	61,2%
Temperatūra par zemu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	206	27,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	539	72,3%
Pārāk mitrs gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	12	1,6%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	733	98,4%
Pārāk sauss gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	410	55,0%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	335	45,0%
Ir cigarešu dūmu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	63	8,5%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	682	91,5%
Ir ķīmisko vielu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	51	6,8%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	694	93,2%
Ir nepatīkama cita veida smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	224	30,1%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	521	69,9%
Dzimums	sieviete	644	86,4%
	vīrietis	101	13,6%
Vecums	>55 gadi	145	19,5%
	45-54 gadi	167	22,4%
	35-44 gadi	122	16,4%
	25-34 gadi	222	29,8%
	<25 gadi	89	11,9%
Smēķēšana	jā	97	13,0%
	bijušais smēķētājs	56	7,5%
	nē	592	79,5%
Kopā		745	100,0%

10. tabula

Darba vides faktoru ietekme uz veselību - pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība

Pastāvīgs nogurums, nespēks vai miegainība tiek novērota							
(references lielums - nekad)		p	nOR*	95% TI	p	sOR*	95% TI
Kopētāja lietošana	[da22=1]	0,114	1,30	0,94 – 1,72	0,940	1,02	0,69 - 1,48
	[da22=2]				1		
Lāzerprinteru lietošana	[db22=1]	0,116	1,3	0,94 – 1,80	0,874	1,03	0,70 - 1,52
	[db22=2]				1		
Faksa lietošana	[dc22=1]	0,091	1,35	0,95 – 1,93	0,486	1,17	0,75 - 1,85
	[dc22=2]				1		
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	[dd22=1]	0,180	1,22	0,91 – 1,63	0,242	1,24	0,87 - 1,77
	[dd22=2]				1		
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	[ra28=1]	0,002	1,8	1,2 – 2,7	0,267	1,31	0,81 - 2,11
	[ra28=2]				1		
Pārāk maza gaisa plūsma	[rb28=1]	0,001	2,1	1,6 – 2,8	0,562	1,12	0,76 - 1,66
	[rb28=2]				1		
Temperatūra par augstu	[rc28=1]	0,001	2,0	1,5 – 2,9	0,041	1,51	1,02 - 2,25
	[rc28=2]				1		
Temperatūra par zemu	[rd28=1]	0,001	1,9	1,3 – 2,6	0,228	1,29	0,85 - 1,96
	[rd28=2]				1		
Pārāk mitrs gaiss	[re28=1]	0,410	1,7	0,5 – 6,3	0,976	0,98	0,24 - 3,94
	[re28=2]				1		
Pārāk sauss gaiss	[rf28=1]	0,001	2,2	1,6 - 3,0	0,028	1,52	1,05 - 2,21
	[rf28=2]				1		
Ir cigarešu dūmu smarža	[rg28=1]	0,307	0,8	0,5 – 1,3	0,044	0,55	0,31 - 0,98
	[rg28=2]				1		
Ir ķīmisko vielu smarža	[rh28=1]	0,013	2,2	1,2 – 4,3	0,116	1,85	0,86 - 3,96
	[rh28=2]				1		
Ir nepatīkama cita veida smarža	[ri28=1]	0,001	2,8	1,9 – 4,0	0,000	2,29	1,52 - 3,46
	[ri28=2]				1		
Dzimums	[dz=1]	0,042	1,77	1,02 – 3,06	0,002	2,20	1,34 - 3,63
	[dz=2]				1		
Vecums	[vec=1]	0,360	1,31	0,73 – 2,35	0,012	0,43	0,23 - 0,84
	[vec=2]	0,017	2,66	1,19 – 5,95	0,093	0,58	0,31 - 1,10
	[vec=3]	0,318	1,61	0,63 – 4,11	0,607	1,19	0,61 - 2,34
	[vec=4]	0,867	1,11	0,34 – 3,59	0,526	1,22	0,66 - 2,24
	[vec=5]				1		
Smēķēšana	[sm=1]	0,856	1,08	0,48 – 2,44	0,68	0,90	0,54 - 1,50
	[sm=2]	0,54	1,24	0,63 – 2,45	0,747	0,90	0,47 - 1,72
	[sm=3]				1		

*nOR – nesamērotais OR (izredžu attiecība) un *sOR – samērotais OR

11. tabula

Grūtības atcerēties lietas vai koncentrēties un biroju vides faktori

Faktori		N	%
Grūtības atcerēties lietas vai koncentrēties	nekad	439	59,1%
	tiekl novērotas	304	40,9%
Kopētāja lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	493	66,4%
	nekad	250	33,6%
Lāzerprinteru lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	562	75,6%
	nekad	181	24,4%
Faksa lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	157	21,1%
	nekad	586	78,9%
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	444	59,8%
	nekad	299	40,2%
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	146	19,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	597	80,3%
Pārāk maza gaisa plūsma	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	393	52,9%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	350	47,1%
Temperatūra par augstu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	289	38,9%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	454	61,1%
Temperatūra par zemu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	207	27,9%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	536	72,1%
Pārāk mitrs gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	13	1,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	730	98,3%
Pārāk sauss gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	406	54,6%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	337	45,4%
Ir cigarešu dūmu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	62	8,3%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	681	91,7%
Ir ķīmisko vielu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	52	7,0%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	691	93,0%
Ir nepatīkama cita veida smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	224	30,1%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	519	69,9%
Dzimums	sieviete	640	86,1%
	vīrietis	103	13,9%
Vecums	>55 gadi	144	19,4%
	45-54 gadi	166	22,3%
	35-44 gadi	121	16,3%
	25-34 gadi	221	29,7%
	<25 gadi	91	12,2%
Smēķēšana	jā	98	13,2%
	bijušais smēķētājs	57	7,7%
	nē	588	79,1%
Kopā		743	100,0%

12. tabula

Darba vides faktoru ietekme uz veselību - grūtības atcerēties lietas vai koncentrēties

Grūtības atcerēties lietas vai koncentrēties tiek novērota (references lielums - nekad)		p	nOR*	95% TI	p	sOR*	95% TI
Kopētāja lietošana	[da22=1]	0,055	1,4	0,99 – 1,81	0,126	1,32	0,93 - 1,89
	[da22=2]				1		
Lāzerprinteru lietošana	[db22=1]	0,82	1,04	0,75 – 1,44	0,765	1,06	0,73 - 1,52
	[db22=2]				1		
Faksa lietošana	[dc22=1]	0,356	1,17	0,84 – 1,63	0,319	0,82	0,55 - 1,22
	[dc22=2]				1		
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	[dd22=1]	0,343	1,15	0,86 – 1,53	0,646	1,08	0,78 - 1,51
	[dd22=2]				1		
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	[ra28=1]	0,004	1,7	1,2 – 2,3	0,108	1,38	0,93 - 2,06
	[ra28=2]				1		
Pārāk maza gaisa plūsma	[rb28=1]	0,091	1,3	0,96 – 1,7	0,718	0,93	0,65 - 1,35
	[rb28=2]				1		
Temperatūra par augstu	[rc28=1]	0,543	1,1	0,8 – 1,5	0,337	0,84	0,58 - 1,20
	[rc28=2]				1		
Temperatūra par zemu	[rd28=1]	0,001	1,7	1,2 – 2,3	0,080	1,38	0,96 - 1,97
	[rd28=2]				1		
Pārāk mitrs gaiss	[re28=1]	0,887	1,1	0,4 – 3,1	0,561	0,71	0,22 - 2,28
	[re28=2]				1		
Pārāk sauss gaiss	[rf28=1]	0,001	1,7	1,3 – 2,3	0,010	1,60	1,12 - 2,28
	[rf28=2]				1		
Ir cigarešu dūmu smarža	[rg28=1]	0,718	0,9	0,5 – 1,5	0,264	0,73	0,41 - 1,27
	[rg28=2]				1		
Ir ķīmisko vielu smarža	[rh28=1]	0,229	1,4	0,8 – 2,3	0,436	1,28	0,69 - 2,36
	[rh28=2]				1		
Ir nepatīkama cita veida smarža	[ri28=1]	0,001	2,1	1,5 – 2,9	0,000	1,86	1,31 - 2,62
	[ri28=2]				1		
Dzimums	[dz=1]	0,477	1,22	0,71 – 2,08	0,207	1,37	0,84 - 2,24
	[dz=2]				1		
Vecums	[vec=1]	0,528	1,21	0,68 – 2,15	0,190	1,50	0,82 - 2,76
	[vec=2]	0,329	1,47	0,68 – 3,19	0,117	1,61	0,89 - 2,93
	[vec=3]	0,938	0,97	0,40 – 2,35	0,056	1,81	0,99 - 3,31
	[vec=4]	0,586	0,74	0,26 – 2,16	0,021	1,89	1,10 - 3,23
	[vec=5]				1		
Smēķēšana	[sm=1]	0,239	0,64	0,30 – 1,35	0,527	1,16	0,73 - 1,86
	[sm=2]	0,067	0,56	0,30 - 1,04	0,10	1,63	0,91 - 2,92
	[sm=3]				1		

*nOR – nesamērotais OR (izredžu attiecība) un *sOR – samērotais OR

Klepus un biroju vides faktori

Faktori		N	%
Klepus	nekad	389	53,0%
	tiek novērotas	345	47,0%
Kopētāja lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	486	66,2%
	nekad	248	33,8%
Lāzerprinteru lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	556	75,7%
	nekad	178	24,3%
Faksa lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	154	21,0%
	nekad	580	79,0%
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	441	60,1%
	nekad	293	39,9%
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	145	19,8%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	589	80,2%
Pārāk maza gaisa plūsma	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	386	52,6%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	348	47,4%
Temperatūra par augstu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	285	38,8%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	449	61,2%
Temperatūra par zemu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	204	27,8%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	530	72,2%
Pārāk mitrs gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	13	1,8%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	721	98,2%
Pārāk sauss gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	401	54,6%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	333	45,4%
Ir cigarešu dūmu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	63	8,6%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	671	91,4%
Ir ķīmisko vielu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	50	6,8%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	684	93,2%
Ir nepatīkama cita veida smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	222	30,2%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	512	69,8%
Dzimums	sieviete	632	86,1%
	vīrietis	102	13,9%
Vecums	>55 gadi	145	19,8%
	45-54 gadi	165	22,5%
	35-44 gadi	120	16,3%
	25-34 gadi	216	29,4%
	<25 gadi	88	12,0%
Smēķēšana	jā	95	12,9%
	bijušais smēķētājs	56	7,6%
	nē	583	79,4%
Kopā		734	100,0%

14. tabula

Darba vides faktoru ietekme uz veselību - klepus

Klepus tiek novērots (references lielums - nekad)		p	nOR*	95% TI	p	sOR*	95% TI
Kopētāja lietošana	[da22=1]	0,037	1,36	1,02 – 1,82	0,209	1,25	0,88 - 1,77
	[da22=2]				1		
Lāzerprinteru lietošana	[db22=1]	0,243	1,21	0,88 – 1,66	0,393	1,17	0,82 - 1,67
	[db22=2]				1		
Faksa lietošana	[dc22=1]	0,333	1,18	0,85 – 1,64	0,286	0,81	0,54 - 1,20
	[dc22=2]				1		
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	[dd22=1]	0,002	1,56	1,17 – 2,07	0,021	1,47	1,06 - 2,04
	[dd22=2]				1		
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	[ra28=1]	0,001	2,0	1,4 – 2,8	0,010	1,69	1,14 - 2,52
	[ra28=2]				1		
Pārāk maza gaisa plūsma	[rb28=1]	0,136	1,2	0,9 – 1,6	0,635	1,09	0,76 - 1,56
	[rb28=2]				1		
Temperatūra par augstu	[rc28=1]	0,404	1,1	0,9 – 1,5	0,816	0,96	0,67 - 1,37
	[rc28=2]				1		
Temperatūra par zemu	[rd28=1]	0,021	1,4	1,1 – 2,0	0,587	1,10	0,77 - 1,58
	[rd28=2]				1		
Pārāk mitrs gaiss	[re28=1]	0,363	0,6	0,2 – 1,8	0,144	0,40	0,12 - 1,37
	[re28=2]				1		
Pārāk sauss gaiss	[rf28=1]	0,183	1,2	0,9 – 1,6	0,763	1,06	0,75 - 1,49
	[rf28=2]				1		
Ir cigarešu dūmu smarža	[rg28=1]	0,773	0,9	0,6 – 1,5	0,534	0,84	0,49 - 1,45
	[rg28=2]				1		
Ir ķīmisko vielu smarža	[rh28=1]	0,019	1,9	1,1 – 3,3	0,086	1,73	0,93 - 3,22
	[rh28=2]				1		
Ir nepatīkama cita veida smarža	[ri28=1]	0,001	1,7	1,3 – 2,3	0,086	1,35	0,96 - 1,91
	[ri28=2]				1		
Dzimums	[dz=1]	0,913	1,03	0,62 – 1,72	0,264	1,31	0,82 - 2,10
	[dz=2]				1		
Vecums	[vec=1]	0,705	1,11	0,64 – 1,94	0,510	1,22	0,68 - 2,18
	[vec=2]	0,412	0,74	0,35 – 1,54	0,180	1,48	0,83 - 2,64
	[vec=3]	0,999	1,00	0,44 – 2,29	0,655	1,14	0,64 - 2,06
	[vec=4]	0,489	0,70	0,25 – 1,93	0,179	1,43	0,85 - 2,42
	[vec=5]				1		
Smēķēšana	[sm=1]	0,413	1,36	0,65 – 2,82	0,112	1,46	0,92 - 2,32
	[sm=2]	0,901	1,04	0,56 – 1,92	0,835	1,06	0,60 - 1,90
	[sm=3]				1		

*nOR – nesamērotais OR (izredžu attiecība) un *sOR – samērotais OR

15. tabula

Iekaisis un sauss kakls (rīkle) un biroju vides faktori

Faktori		N	%
Iekaisis un sauss kakls (rīkle)	nekad	413	55,8%
	tiek novērotas	327	44,2%
Kopētāja lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	491	66,4%
	nekad	249	33,6%
Lāzerprinteru lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	560	75,7%
	nekad	180	24,3%
Faksa lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	156	21,1%
	nekad	584	78,9%
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	447	60,4%
	nekad	293	39,6%
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	144	19,5%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	596	80,5%
Pārāk maza gaisa plūsma	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	392	53,0%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	348	47,0%
Temperatūra par augstu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	286	38,6%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	454	61,4%
Temperatūra par zemu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	204	27,6%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	536	72,4%
Pārāk mitrs gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	13	1,8%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	727	98,2%
Pārāk sauss gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	405	54,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	335	45,3%
Ir cigarešu dūmu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	62	8,4%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	678	91,6%
Ir ķīmisko vielu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	51	6,9%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	689	93,1%
Ir nepatīkama cita veida smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	225	30,4%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	515	69,6%
Dzimums	sieviete	638	86,2%
	vīrietis	102	13,8%
Vecums	>55 gadi	144	19,5%
	45-54 gadi	166	22,4%
	35-44 gadi	121	16,4%
	25-34 gadi	218	29,5%
	<25 gadi	91	12,3%
Smēķēšana	jā	98	13,2%
	bijušais smēķētājs	56	7,6%
	nē	586	79,2%
Kopā		740	100,0%

16. tabulas

Darba vides faktoru ietekme uz veselību - iekaisis un sauss kakls (rīkle)

Iekaisis un sauss kakls (rīkle) tiek novērots							
(references lielums - nekad)		p	nOR*	95% TI	p	sOR*	95% TI
Kopētāja lietošana	[da22=1]	0,049	1,34	1,00 – 1,80	0,156	1,29	0,91 - 1,84
	[da22=2]				1		
Lāzerprinteru lietošana	[db22=1]	0,037	1,41	1,02 – 1,95	0,222	1,26	0,87 - 1,81
	[db22=2]				1		
Faksa lietošana	[dc22=1]	0,063	1,37	0,98 – 1,90	0,619	0,90	0,61 - 1,35
	[dc22=2]				1		
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	[dd22=1]	0,033	1,36	1,03 – 1,81	0,371	1,16	0,84 - 1,62
	[dd22=2]				1		
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	[ra28=1]	0,006	1,6	1,2 – 2,3	0,101	1,40	0,94 - 2,08
	[ra28=2]				1		
Pārāk maza gaisa plūsma	[rb28=1]	0,001	1,6	1,2 – 2,1	0,241	1,24	0,86 - 1,79
	[rb28=2]				1		
Temperatūra par augstu	[rc28=1]	0,005	1,5	1,1 – 2,0	0,328	1,19	0,84 - 1,70
	[rc28=2]				1		
Temperatūra par zemu	[rd28=1]	0,443	1,1	0,8 – 1,5	0,76	0,94	0,66 - 1,36
	[rd28=2]				1		
Pārāk mitrs gaiss	[re28=1]	0,488	0,7	0,2 – 2,0	0,251	0,49	0,14 - 1,66
	[re28=2]				1		
Pārāk sauss gaiss	[rf28=1]	0,001	1,7	1,3 – 2,3	0,020	1,52	1,07 - 2,15
	[rf28=2]				1		
Ir cigarešu dūmu smarža	[rg28=1]	0,644	1,1	0,7 – 2,0	0,966	0,99	0,57 - 1,71
	[rg28=2]				1		
Ir ķīmisko vielu smarža	[rh28=1]	0,001	2,6	1,5 – 4,6	0,004	2,56	1,36 - 4,81
	[rh28=2]				1		
Ir nepatīkama cita veida smarža	[ri28=1]	0,009	1,5	1,1 – 2,0	0,319	1,19	0,84 - 1,69
	[ri28=2]				1		
Dzimums	[dz=1]	0,228	1,39	0,81 – 2,38	0,053	1,63	0,99 - 2,67
	[dz=2]				1		
Vecums	[vec=1]	0,128	1,56	0,88 – 2,76	0,384	1,31	0,72 - 2,38
	[vec=2]	0,086	1,94	0,91 – 4,12	0,011	2,12	1,19 - 3,85
	[vec=3]	0,671	1,20	0,51 – 2,84	0,005	2,36	1,30 - 4,29
	[vec=4]	0,575	0,74	0,26 – 2,11	0,189	1,43	0,84 - 2,44
	[vec=5]				1		
Smēķēšana	[sm=1]	0,33	0,69	0,33 – 1,45	0,623	0,89	0,56 - 1,42
	[sm=2]	0,771	0,91	0,49 – 1,71	0,508	1,22	0,68 - 2,20
	[sm=3]				1		

*nOR – nesamērotais OR (izredžu attiecība) un *sOR – samērotais OR

17. tabula

Galvassāpes un biroju vides faktori

Faktori		N	%
Galvassāpes	nekad	222	30,0%
	tiek novērotas	517	70,0%
Kopētāja lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	490	66,3%
	nekad	249	33,7%
Lāzerprinteru lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	562	76,0%
	nekad	177	24,0%
Faksa lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	157	21,2%
	nekad	582	78,8%
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	445	60,2%
	nekad	294	39,8%
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	147	19,9%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	592	80,1%
Pārāk maza gaisa plūsma	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	392	53,0%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	347	47,0%
Temperatūra par augstu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	290	39,2%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	449	60,8%
Temperatūra par zemu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	206	27,9%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	533	72,1%
Pārāk mitrs gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	13	1,8%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	726	98,2%
Pārāk sauss gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	407	55,1%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	332	44,9%
Ir cigarešu dūmu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	61	8,3%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	678	91,7%
Ir ķīmisko vielu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	52	7,0%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	687	93,0%
Ir nepatīkama cita veida smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	224	30,3%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	515	69,7%
Dzimums	sieviete	639	86,5%
	vīrietis	100	13,5%
Vecums	>55 gadi	143	19,4%
	45-54 gadi	166	22,5%
	35-44 gadi	122	16,5%
	25-34 gadi	220	29,8%
	<25 gadi	88	11,9%
Smēķēšana	jā	97	13,1%
	bijušais smēķētājs	59	8,0%
	nē	583	78,9%
Kopā		739	100,0%

18. tabula

Darba vides faktoru ietekme uz veselību - galvassāpes

Galvassāpes tiek novērotas (references lielums - nekad)		p	nOR*	95% TI	p	sOR*	95% TI
Kopētāja lietošana	[da22=1]	0,25	1,20	0,88 – 1,64	0,419	0,85	0,57 - 1,26
	[da22=2]				1		
Lāzerprinteru lietošana	[db22=1]	0,008	1,57	1,13 – 2,20	0,176	1,32	0,88 - 1,97
	[db22=2]				1		
Faksa lietošana	[dc22=1]	0,286	1,22	0,85 – 1,74	0,728	0,92	0,58 - 1,46
	[dc22=2]				1		
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	[dd22=1]	0,001	1,68	1,25 – 2,27	0,056	1,44	0,99 - 2,08
	[dd22=2]				1		
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	[ra28=1]	0,003	1,9	1,2 – 2,8	0,044	1,67	1,01 - 2,75
	[ra28=2]				1		
Pārāk maza gaisa plūsma	[rb28=1]	0,001	2,0	1,5 – 2,7	0,126	1,38	0,91 - 2,08
	[rb28=2]				1		
Temperatūra par augstu	[rc28=1]	0,107	1,3	1,0 – 1,8	0,386	0,83	0,55 - 1,26
	[rc28=2]				1		
Temperatūra par zemu	[rd28=1]	0,002	1,7	1,2 – 2,4	0,880	1,03	0,67 - 1,58
	[rd28=2]				1		
Pārāk mitrs gaiss	[re28=1]	0,107	1,6	0,4 – 5,7	0,743	0,80	0,20 - 3,11
	[re28=2]				1		
Pārāk sauss gaiss	[rf28=1]	0,001	1,9	1,4 – 2,5	0,054	1,48	0,99 - 2,20
	[rf28=2]				1		
Ir cigarešu dūmu smarža	[rg28=1]	0,65	1,1	0,6 – 2,0	0,811	0,93	0,49 - 1,75
	[rg28=2]				1		
Ir ķīmisko vielu smarža	[rh28=1]	0,163	1,5	0,8 – 2,9	0,409	1,38	0,64 - 2,95
	[rh28=2]				1		
Ir nepatīkama cita veida smarža	[ri28=1]	0,001	1,9	1,3 - 2,7	0,042	1,54	1,02 - 2,33
	[ri28=2]				1		
Dzimums	[dz=1]	0,001	3,02	1,72 – 5,32	0,0001	3,36	2,02 - 5,61
	[dz=2]				1		
Vecums	[vec=1]	0,002	2,67	1,45 – 4,93	0,001	0,32	0,16 - 0,61
	[vec=2]	0,001	4,43	1,93 – 10,17	0,740	0,89	0,46 - 1,73
	[vec=3]	0,004	4,00	1,56 – 10,27	0,548	1,24	0,62 - 2,45
	[vec=4]	0,116	2,58	0,79 – 8,43	0,407	1,30	0,70 - 2,41
	[vec=5]				1		
Smēķēšana	[sm=1]	0,801	1,12	0,48 – 2,60	0,511	1,20	0,70 - 2,06
	[sm=2]	0,979	1,01	0,50 – 2,05	0,749	1,11	0,57 - 2,16
	[sm=3]				1		

*nOR – nesamērotais OR (izredžu attiecība) un *sOR – samērotais OR

19. tabula

Elpas trūkums un biroju vides faktori

Faktori		N	%
Elpas trūkums	nekad	649	86,9%
	tiek novērotas	98	13,1%
Kopētāja lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	496	66,4%
	nekad	251	33,6%
Lāzerprinteru lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	566	75,8%
	nekad	181	24,2%
Faksa lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	158	21,2%
	nekad	589	78,8%
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	446	59,7%
	nekad	301	40,3%
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	147	19,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	600	80,3%
Pārāk maza gaisa plūsma	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	397	53,1%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	350	46,9%
Temperatūra par augstu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	291	39,0%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	456	61,0%
Temperatūra par zemu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	207	27,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	540	72,3%
Pārāk mitrs gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	13	1,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	734	98,3%
Pārāk sauss gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	410	54,9%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	337	45,1%
Ir cigarešu dūmu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	63	8,4%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	684	91,6%
Ir ķīmisko vielu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	53	7,1%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	694	92,9%
Ir nepatīkama cita veida smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	227	30,4%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	520	69,6%
Dzimums	sieviete	645	86,3%
	vīrietis	102	13,7%
Vecums	>55 gadi	143	19,1%
	45-54 gadi	167	22,4%
	35-44 gadi	122	16,3%
	25-34 gadi	222	29,7%
	<25 gadi	93	12,4%
Smēķēšana	jā	99	13,3%
	bijušais smēķētājs	59	7,9%
	nē	589	78,8%
Kopā		739	100,0%

20. tabula

Darba vides faktoru ietekme uz veselību - elpas trūkums

Elpas trūkums tiek novērots (references lielums - nekad)		p	nOR*	95% TI	p	sOR*	95% TI
Kopētāja lietošana	[da22=1]	0,113	0,72	0,48 – 1,08	0,316	0,78	0,47 - 1,27
	[da22=2]				1		
Lāzerprinteru lietošana	[db22=1]	0,388	0,82	0,52 – 1,29	0,396	0,80	0,49 - 1,33
	[db22=2]				1		
Faksa lietošana	[dc22=1]	0,552	0,86	0,52 – 1,42	0,789	0,92	0,51 - 1,66
	[dc22=2]				1		
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	[dd22=1]	0,442	1,18	0,78 – 1,79	0,258	1,32	0,82 - 2,12
	[dd22=2]				1		
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	[ra28=1]	0,015	1,8	1,1 – 2,8	0,053	1,69	0,99 - 2,86
	[ra28=2]				1		
Pārāk maza gaisa plūsma	[rb28=1]	0,031	1,2	1,0 – 2,2	0,602	1,15	0,68 - 1,95
	[rb28=2]				1		
Temperatūra par augstu	[rc28=1]	0,008	1,7	1,2 – 2,6	0,354	1,26	0,77 - 2,07
	[rc28=2]				1		
Temperatūra par zemu	[rd28=1]	0,992	1,4	1,0 – 1,9	0,625	0,88	0,52 - 1,48
	[rd28=2]				1		
Pārāk mitrs gaiss	[re28=1]	-	-	-		5,552E- -	5,552E-9
	[re28=2]				1		
Pārāk sauss gaiss	[rf28=1]	0,001	2,4	1,6 – 3,8	0,008	2,06	1,21 - 3,52
	[rf28=2]				1		
Ir cigarešu dūmu smarža	[rg28=1]	0,948	1,0	0,5 – 2,0	0,994	1,00	0,47 - 2,14
	[rg28=2]				1		
Ir ķīmisko vielu smarža	[rh28=1]	0,847	1,1	0,5 – 2,3	0,802	0,89	0,37 - 2,15
	[rh28=2]				1		
Ir nepatīkama cita veida smarža	[ri28=1]	0,662	1,1	0,7 – 1,7	0,577	0,87	0,53 - 1,43
	[ri28=2]				1		
Dzimums	[dz=1]	0,827	0,92	0,43 – 1,98	0,905	1,04	0,51 - 2,12
	[dz=2]				1		
Vecums	[vec=1]	0,762	1,14	0,50 – 2,61	0,878	0,94	0,41 - 2,17
	[vec=2]	0,910	0,94	0,30 – 2,90	0,729	1,15	0,51 - 2,59
	[vec=3]	0,312	1,98	0,53 – 7,41	0,448	0,71	0,29 - 1,72
	[vec=4]	0,382	2,04	0,41 – 10,10	0,872	0,94	0,46 - 1,95
	[vec=5]				1		
Smēķēšana	[sm=1]	0,389	0,65	0,25 – 1,73	0,867	0,95	0,49 - 1,84
	[sm=2]	0,529	0,77	0,34 – 1,73	0,379	1,41	0,66 - 3,01
	[sm=3]				1		

*nOR – nesamērotais OR (izredžu attiecība) un *sOR – samērotais OR

21. tabula

Tekošs vai aizlikts deguns, vai pilni deguna dobumi un biroju vides faktori

Faktori		N	%
Tekošs vai aizlikts deguns, vai pilni deguna dobumi	nekad	358	48,5%
	tiek novērotas	380	51,5%
Kopētāja lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	487	66,0%
	nekad	251	34,0%
Lāzerprinteru lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	560	75,9%
	nekad	178	24,1%
Faksa lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	156	21,1%
	nekad	582	78,9%
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	444	60,2%
	nekad	294	39,8%
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	147	19,9%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	591	80,1%
Pārāk maza gaisa plūsma	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	389	52,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	349	47,3%
Temperatūra par augstu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	288	39,0%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	450	61,0%
Temperatūra par zemu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	204	27,6%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	534	72,4%
Pārāk mitrs gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	13	1,8%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	725	98,2%
Pārāk sauss gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	404	54,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	334	45,3%
Ir cigarešu dūmu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	62	8,4%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	676	91,6%
Ir ķīmisko vielu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	52	7,0%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	686	93,0%
Ir nepatīkama cita veida smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	222	30,1%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	516	69,9%
Dzimums	sieviete	636	86,2%
	vīrietis	102	13,8%
Vecums	>55 gadi	145	19,6%
	45-54 gadi	166	22,5%
	35-44 gadi	120	16,3%
	25-34 gadi	219	29,7%
	<25 gadi	88	11,9%
Smēķēšana	jā	97	13,1%
	bijušais smēķētājs	58	7,9%
	nē	583	79,0%
Kopā		738	100,0%

22. tabula

Darba vides faktoru ietekme uz veselību - tekošs vai aizlikts deguns, vai pilni deguna dobumi

Tekošs vai aizlikts deguns, vai pilni deguna dobumi tiek novērots (references lielums - nekad)		p	nOR*	95% TI	p	sOR*	95% TI
Kopētāja lietošana	[da22=1]	0,045	1,35	1,01 – 1,80	0,472	1,14	0,80 - 1,62
	[da22=2]				1		
Lāzerprinteru lietošana	[db22=1]	0,023	1,45	1,05 – 1,99	0,264	1,23	0,86 - 1,77
	[db22=2]				1		
Faksa lietošana	[dc22=1]	0,075	1,35	0,97 – 1,88	0,809	1,05	0,70 - 1,57
	[dc22=2]				1		
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	[dd22=1]	0,035	1,31	0,99 – 1,73	0,092	1,33	0,95 - 1,85
	[dd22=2]				1		
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	[ra28=1]	0,003	1,7	1,2 – 2,4	0,231	1,28	0,86 - 1,92
	[ra28=2]				1		
Pārāk maza gaisa plūsma	[rb28=1]	0,001	2,2	1,7 – 2,9	0,007	1,64	1,14 - 2,35
	[rb28=2]				1		
Temperatūra par augstu	[rc28=1]	0,001	1,7	1,3 – 2,3	0,200	1,26	0,88 - 1,80
	[rc28=2]				1		
Temperatūra par zemu	[rd28=1]	0,001	1,7	1,3 – 2,4	1,056	1,43	1,99 - 2,05
	[rd28=2]				1		
Pārāk mitrs gaiss	[re28=1]	0,518	0,7	0,2 – 2,1	0,220	0,48	0,15 - 1,56
	[re28=2]				1		
Pārāk sauss gaiss	[rf28=1]	0,001	1,8	1,4 – 2,4	0,147	1,29	0,91 - 1,83
	[rf28=2]				1		
Ir cigarešu dūmu smarža	[rg28=1]	0,874	1,0	0,6 – 1,8	0,484	0,82	0,47 - 1,43
	[rg28=2]				1		
Ir ķīmisko vielu smarža	[rh28=1]	0,001	2,6	1,5 – 4,7	0,007	2,53	1,30 - 4,93
	[rh28=2]				1		
Ir nepatīkama cita veida smarža	[ri28=1]	0,001	1,8	1,3 – 2,4	0,282	1,21	0,85 - 1,72
	[ri28=2]				1		
Dzimums	[dz=1]	0,819	1,06	0,65 – 1,73	0,558	1,15	0,72 - 1,85
	[dz=2]				1		
Vecums	[vec=1]	0,139	1,44	0,89 – 2,32	0,603	0,86	0,47 - 1,54
	[vec=2]	0,210	1,40	0,83 – 2,36	0,618	1,16	0,65 - 2,08
	[vec=3]	0,192	1,38	0,85 – 2,22	0,562	1,19	0,66 - 2,17
	[vec=4]	0,280	1,42	0,75 – 2,66	0,677	1,12	0,66 - 1,91
	[vec=5]				1		
Smēķēšana	[sm=1]	0,468	1,30	0,64 – 2,63	0,931	1,02	0,64 - 1,63
	[sm=2]	0,293	1,37	0,76 – 2,48	0,258	0,71	0,40 - 1,28
	[sm=3]				1		

*nOR – nesamērotais OR (izredžu attiecība) un *sOR – samērotais OR

23. tabula

Šķaudišana un biroju vides faktori

Faktori		N	%
Šķaudišana	nekad	303	40,7%
	tiek novērotas	442	59,3%
Kopētāja lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	494	66,3%
	nekad	251	33,7%
Lāzerprinteru lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	565	75,8%
	nekad	180	24,2%
Faksa lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	156	20,9%
	nekad	589	79,1%
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	449	60,3%
	nekad	296	39,7%
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	146	19,6%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	599	80,4%
Pārāk maza gaisa plūsma	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	394	52,9%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	351	47,1%
Temperatūra par augstu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	290	38,9%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	455	61,1%
Temperatūra par zemu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	207	27,8%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	538	72,2%
Pārāk mitrs gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	13	1,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	732	98,3%
Pārāk sauss gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	409	54,9%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	336	45,1%
Ir cigarešu dūmu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	63	8,5%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	682	91,5%
Ir ķīmisko vielu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	52	7,0%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	693	93,0%
Ir nepatīkama cita veida smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	226	30,3%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	519	69,7%
Dzimums	sieviete	640	85,9%
	vīrietis	105	14,1%
Vecums	>55 gadi	145	19,5%
	45-54 gadi	167	22,4%
	35-44 gadi	123	16,5%
	25-34 gadi	219	29,4%
	<25 gadi	91	12,2%
Smēķēšana	jā	98	13,2%
	bijušais smēķētājs	57	7,7%
	nē	590	79,2%
Kopā		745	100,0%

24. tabula

Darba vides faktoru ietekme uz veselību - šķaudišana

Šķaudišana tiek novērota (references lielums - nekad)		p	nOR*	95% TI	p	sOR*	95% TI
Kopētāja lietošana	[da22=1]	0,952	0,99	0,74 – 1,33	0,854	0,97	0,67 - 1,39
	[da22=2]				1		
Lāzerprinteru lietošana	[db22=1]	0,198	1,23	0,90 – 1,70	0,863	1,03	0,72 - 1,49
	[db22=2]				1		
Faksa lietošana	[dc22=1]	0,565	1,10	0,79 – 1,55	0,541	0,88	0,51 - 1,33
	[dc22=2]				1		
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	[dd22=1]	0,898	1,02	0,77 – 1,35	0,925	0,98	0,70 - 1,38
	[dd22=2]				1		
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	[ra28=1]	0,001	1,9	1,3 – 2,7	0,120	1,41	0,92 - 2,16
	[ra28=2]				1		
Pārāk maza gaisa plūsma	[rb28=1]	0,001	2,2	1,6 – 2,9	0,012	1,61	1,11 - 2,33
	[rb28=2]				1		
Temperatūra par augstu	[rc28=1]	0,006	1,5	1,1 – 2,0	0,893	0,98	0,67 - 1,41
	[rc28=2]				1		
Temperatūra par zemu	[rd28=1]	0,001	2,0	1,5 – 2,8	0,049	1,47	1,00 - 2,14
	[rd28=2]				1		
Pārāk mitrs gaiss	[re28=1]	0,378	1,7	0,5 – 5,4	0,927	1,06	0,31 - 3,69
	[re28=2]						
Pārāk sauss gaiss	[rf28=1]	0,001	1,9	1,5 – 2,6	0,067	1,40	0,98 - 1,99
	[rf28=2]				1		
Ir cigarešu dūmu smarža	[rg28=1]	0,781	1,1	0,6 – 1,8	0,527	0,83	0,47 - 1,47
	[rg28=2]				1		
Ir ķīmisko vielu smarža	[rh28=1]	0,014	2,1	1,2 – 3,8	0,065	1,91	0,96 - 3,78
	[rh28=2]				1		
Ir nepatīkama cita veida smarža	[ri28=1]	0,001	1,7	1,2 – 2,3	0,284	1,22	0,85 - 1,75
	[ri28=2]				1		
Dzimums	[dz=1]	0,116	1,51	0,90 – 2,54	0,031	1,69	1,05 - 2,73
	[dz=2]				1		
Vecums	[vec=1]	0,006	2,19	1,25 – 3,84	0,089	0,60	0,33 - 1,08
	[vec=2]	0,098	1,87	0,89 – 3,94	0,406	1,28	0,71 - 2,31
	[vec=3]	0,004	3,52	1,49 – 8,28	0,745	1,10	0,61 - 2,00
	[vec=4]	0,071	2,62	0,92 – 7,44	0,036	1,80	1,04 - 3,11
	[vec=5]				1		
Smēķēšana	[sm=1]	0,126	0,55	0,25 – 1,18	0,303	0,78	0,49 - 1,25
	[sm=2]	0,397	0,75	0,39 – 1,46	0,414	1,30	0,69 - 2,43
	[sm=3]				1		

*nOR – nesamērotais OR (izredžu attiecība) un *sOR – samērotais OR

25. tabula

Justies depresīvi un biroju vides faktori

Faktori		N	%
Justies depresīvi	nekad	542	72,8%
	tiek novērotas	202	27,2%
Kopētāja lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	493	66,3%
	nekad	251	33,7%
Lāzerprinteru lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	562	75,5%
	nekad	182	24,5%
Faksa lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	157	21,1%
	nekad	587	78,9%
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	445	59,8%
	nekad	299	40,2%
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	147	19,8%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	597	80,2%
Pārāk maza gaisa plūsma	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	397	53,4%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	347	46,6%
Temperatūra par augstu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	291	39,1%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	453	60,9%
Temperatūra par zemu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	208	28,0%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	536	72,0%
Pārāk mitrs gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	13	1,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	731	98,3%
Pārāk sauss gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	410	55,1%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	334	44,9%
Ir cigarešu dūmu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	63	8,5%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	681	91,5%
Ir ķīmisko vielu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	51	6,9%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	693	93,1%
Ir nepatīkama cita veida smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	225	30,2%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	519	69,8%
Dzimums	sieviete	641	86,2%
	vīrietis	103	13,8%
Vecums	>55 gadi	144	19,4%
	45-54 gadi	166	22,3%
	35-44 gadi	120	16,1%
	25-34 gadi	223	30,0%
	<25 gadi	91	12,2%
Smēķēšana	jā	98	13,2%
	bijušais smēķētājs	59	7,9%
	nē	587	78,9%
Kopā		744	100,0%

26. tabula

Darba vides faktoru ietekme uz veselību - justies depresīvi

Justies depresīvi (references lielums - nekad)		p	nOR*	95% TI	p	sOR*	95% TI
Kopētāja lietošana	[da22=1]	0,014	1,53	1,09 – 2,16	0,206	1,30	0,87 - 1,94
	[da22=2]				1		
Lāzerprinteru lietošana	[db22=1]	0,908	1,02	0,71 – 1,47	0,913	0,98	0,66 - 1,46
	[db22=2]				1		
Faksa lietošana	[dc22=1]	0,007	1,62	1,14 – 2,31	0,098	1,43	0,94 - 2,18
	[dc22=2]				1		
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	[dd22=1]	0,181	1,25	0,90 – 1,72	0,316	1,21	0,83 - 1,75
	[dd22=2]				1		
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	[ra28=1]	0,013	1,6	1,1 – 2,3	0,560	1,14	0,74 - 1,74
	[ra28=2]				1		
Pārāk maza gaisa plūsma	[rb28=1]	0,061	1,4	0,9 – 1,9	0,786	1,06	0,71 - 1,59
	[rb28=2]				1		
Temperatūra par augstu	[rc28=1]	0,549	1,1	0,8 – 1,5	0,382	0,84	0,56 - 1,25
	[rc28=2]				1		
Temperatūra par zemu	[rd28=1]	0,084	1,4	1,0 – 1,9	0,967	0,99	0,67 - 1,47
	[rd28=2]				1		
Pārāk mitrs gaiss	[re28=1]	0,181	2,1	0,7 – 6,0	0,392	1,68	0,52 - 5,45
	[re28=2]				1		
Pārāk sauss gaiss	[rf28=1]	0,023	1,5	1,1 – 2,0	0,086	1,41	0,95 - 2,10
	[rf28=2]				1		
Ir cigarešu dūmu smarža	[rg28=1]	0,489	0,8	0,4 – 1,5	0,174	0,64	0,34 - 1,22
	[rg28=2]				1		
Ir ķīmisko vielu smarža	[rh28=1]	0,71	1,1	0,5 – 2,0	0,226	0,65	0,32 - 1,31
	[rh28=2]				1		
Ir nepatīkama cita veida smarža	[ri28=1]	0,001	2,5	1,8 – 3,5	0,001	2,33	1,62 - 3,37
	[ri28=2]				1		
Dzimums	[dz=1]	0,906	0,96	0,53 – 1,76	0,840	1,06	0,62 - 1,82
	[dz=2]				1		
Vecums	[vec=1]	0,015	0,42	0,21 – 0,85	0,563	1,21	0,64 - 2,30
	[vec=2]	0,155	0,53	0,22 – 1,27	0,491	0,80	0,42 - 1,52
	[vec=3]	0,112	0,45	0,17 – 1,21	0,487	1,25	0,66 - 2,37
	[vec=4]	0,494	0,67	0,21 – 2,14	0,668	0,83	0,50 - 1,56
	[vec=5]				1		
Smēķēšana	[sm=1]	0,490	1,33	0,59 – 2,97	0,166	1,42	0,87 - 2,31
	[sm=2]	0,859	0,94	0,47 – 1,88	0,579	1,195	0,64 - 2,25
	[sm=3]				1		

*nOR – nesamērotais OR (izredžu attiecība) un *sOR – samērotais OR

27. tabula

Sāpes vai stīvums mugurā un biroju vides faktori

Faktori		N	%
Sāpes vai stīvums mugurā	nekad	258	34,5%
	tiek novērotas	490	65,5%
Kopētāja lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	494	66,0%
	nekad	254	34,0%
Lāzerprinteru lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	566	75,7%
	nekad	182	24,3%
Faksa lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	157	21,0%
	nekad	591	79,0%
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	446	59,6%
	nekad	302	40,4%
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	147	19,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	601	80,3%
Pārāk maza gaisa plūsma	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	397	53,1%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	351	46,9%
Temperatūra par augstu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	293	39,2%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	455	60,8%
Temperatūra par zemu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	208	27,8%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	540	72,2%
Pārāk mitrs gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	13	1,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	735	98,3%
Pārāk sauss gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	413	55,2%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	335	44,8%
Ir cigarešu dūmu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	62	8,3%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	686	91,7%
Ir ķīmisko vielu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	53	7,1%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	695	92,9%
Ir nepatīkama cita veida smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	226	30,2%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	522	69,8%
Dzimums	sieviete	643	86,0%
	vīrietis	105	14,0%
Vecums	>55 gadi	147	19,7%
	45-54 gadi	163	21,8%
	35-44 gadi	122	16,3%
	25-34 gadi	223	29,8%
	<25 gadi	93	12,4%
Smēķēšana	jā	98	13,1%
	bijušais smēķētājs	60	8,0%
	nē	590	78,9%
Kopā		748	100,0%

28. tabula

Darba vides faktoru ietekme uz veselību - sāpes vai stīvums mugurā

Sāpes vai stīvums mugurā tiek novērots							
(references lielums - nekad)		p	nOR*	95% TI	p	sOR*	95% TI
Kopētāja lietošana	[da22=1]	0,106	1,27	0,95 – 1,72	0,125	1,33	0,92 - 1,92
	[da22=2]				1		
Lāzerprinteru lietošana	[db22=1]	0,123	1,29	0,93 – 1,79	0,251	1,24	0,86 - 1,80
	[db22=2]				1		
Faksa lietošana	[dc22=1]	0,157	1,29	0,91 – 1,83	0,99	1,00	0,65 - 1,54
	[dc22=2]				1		
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	[dd22=1]	0,284	1,17	0,88 – 1,57	0,850	1,03	0,73 - 1,46
	[dd22=2]				1		
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	[ra28=1]	0,004	1,8	1,2 – 2,6	0,114	1,44	0,92 - 2,25
	[ra28=2]				1		
Pārāk maza gaisa plūsma	[rb28=1]	0,002	1,6	1,2 – 2,1	0,362	1,19	0,82 - 1,75
	[rb28=2]				1		
Temperatūra par augstu	[rc28=1]	0,013	1,5	1,1 – 2,0	0,545	1,12	0,77 - 1,64
	[rc28=2]				1		
Temperatūra par zemu	[rd28=1]	0,001	1,8	1,3 – 2,5	0,029	1,55	1,05 - 2,30
	[rd28=2]				1		
Pārāk mitrs gaiss	[re28=1]	0,393	1,8	0,5 – 6,4	0,692	1,31	0,34 - 4,99
	[re28=2]				1		
Pārāk sauss gaiss	[rf28=1]	0,001	1,9	1,4 – 2,5	0,022	1,53	1,06 - 2,21
	[rf28=2]				1		
Ir cigarešu dūmu smarža	[rg28=1]	0,701	0,9	0,5 – 1,5	0,316	0,75	0,42 - 1,32
	[rg28=2]				1		
Ir ķīmisko vielu smarža	[rh28=1]	0,065	1,8	1,0 – 3,3	0,182	1,61	0,80 - 3,23
	[rh28=2]				1		
Ir nepatīkama cita veida smarža	[ri28=1]	0,001	1,7	1,2 – 2,4	0,179	1,30	0,89 - 1,89
	[ri28=2]				1		
Dzimums	[dz=1]	0,006	2,06	1,23 – 3,44	0,001	2,28	1,42 - 3,66
	[dz=2]				1		
Vecums	[vec=1]	0,055	1,79	0,99 – 3,23	0,267	1,40	0,77 - 2,53
	[vec=2]	0,353	1,45	0,66 – 3,16	0,008	2,27	1,24 - 4,16
	[vec=3]	0,767	1,14	0,47 – 2,79	0,052	1,83	1,00 - 3,38
	[vec=4]	0,416	0,64	0,22 – 1,88	0,024	1,87	1,09 - 3,22
	[vec=5]				1		
Smēķēšana	[sm=1]	0,271	0,65	0,30 – 1,41	0,898	0,97	0,60 - 1,58
	[sm=2]	0,342	0,73	0,37 – 1,41	0,191	1,53	0,81 - 2,88
	[sm=3]				1		

*nOR – nesamērotais OR (izredžu attiecība) un *sOR – samērotais OR

29. tabula

Sprandas nogurums un biroju vides faktori

Faktori		N	%
Sprandas nogurums	nekad	215	28,8%
	tiek novērotas	532	71,2%
Kopētāja lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	494	66,1%
	nekad	253	33,9%
Lāzerprinteru lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	566	75,8%
	nekad	181	24,2%
Faksa lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	158	21,2%
	nekad	589	78,8%
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	447	59,8%
	nekad	300	40,2%
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	145	19,4%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	602	80,6%
Pārāk maza gaisa plūsma	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	397	53,1%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	350	46,9%
Temperatūra par augstu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	289	38,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	458	61,3%
Temperatūra par zemu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	204	27,3%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	543	72,7%
Pārāk mitrs gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	13	1,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	734	98,3%
Pārāk sauss gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	412	55,2%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	335	44,8%
Ir cigarešu dūmu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	63	8,4%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	684	91,6%
Ir ķīmisko vielu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	52	7,0%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	695	93,0%
Ir nepatīkama cita veida smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	225	30,1%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	522	69,9%
Dzimums	sieviete	645	86,3%
	vīrietis	102	13,7%
Vecums	>55 gadi	145	19,4%
	45-54 gadi	165	22,1%
	35-44 gadi	121	16,2%
	25-34 gadi	223	29,9%
	<25 gadi	93	12,4%
Smēķēšana	jā	98	13,1%
	bijušais smēķētājs	60	8,0%
	nē	589	78,8%
Kopā		747	100,0%

30. tabula

Darba vides faktoru ietekme uz veselību - sprandas nogurums

Sprandas nogurums tiek novērots (references lielums - nekad)		p	nOR*	95% TI	p	sOR*	95% TI
Kopētāja lietošana	[da22=1]	0,080	1,31	0,96 – 1,80	0,212	1,28	0,87 - 1,90
	[da22=2]				1		
Lāzerprinteru lietošana	[db22=1]	0,215	1,24	0,88 – 1,75	0,80	1,05	0,71 - 1,57
	[db22=2]				1		
Faksa lietošana	[dc22=1]	0,429	1,16	0,80 – 1,67	0,367	0,81	0,51 - 1,28
	[dc22=2]				1		
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	[dd22=1]	0,001	1,67	1,23 - 2,27	0,076	1,39	0,97 - 2,00
	[dd22=2]				1		
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	[ra28=1]	0,034	1,5	1,0 – 2,3	0,127	1,46	0,90 - 2,38
	[ra28=2]				1		
Pārāk maza gaisa plūsma	[rb28=1]	0,02	1,4	1,1 – 1,9	0,502	1,15	0,76 - 1,74
	[rb28=2]				1		
Temperatūra par augstu	[rc28=1]	0,167	1,3	0,9 – 1,7	0,343	1,22	0,81 - 1,82
	[rc28=2]				1		
Temperatūra par zemu	[rd28=1]	0,011	1,6	1,1 – 2,3	0,057	1,51	0,99 - 2,32
	[rd28=2]				1		
Pārāk mitrs gaiss	[re28=1]	0,650	1,4	0,4 – 4,9	0,763	0,81	0,21 - 3,13
	[re28=2]				1		
Pārāk sauss gaiss	[rf28=1]	0,007	1,5	1,1 – 2,1	0,341	1,21	0,82 - 1,79
	[rf28=2]				1		
Ir cigarešu dūmu smarža	[rg28=1]	0,823	0,9	0,5 – 1,6	0,389	0,76	0,41 - 1,41
	[rg28=2]				1		
Ir ķīmisko vielu smarža	[rh28=1]	0,323	1,4	0,7 – 2,5	0,262	1,52	0,73 - 3,19
	[rh28=2]				1		
Ir nepatīkama cita veida smarža	[ri28=1]	0,001	2,2	1,5 – 3,1	0,006	1,80	1,18 - 2,73
	[ri28=2]				1		
Dzimums	[dz=1]	0,001	0,32	0,19 – 0,55	0,000	3,21	1,97 - 5,22
	[dz=2]				1		
Vecums	[vec=1]	0,245	0,69	0,36 – 1,30	0,248	1,44	0,78 - 2,67
	[vec=2]	0,243	0,59	0,25 – 1,43	0,001	2,87	1,51 - 5,44
	[vec=3]	0,463	1,24	0,47 – 3,26	0,002	2,84	1,46 - 5,53
	[vec=4]	0,142	2,39	0,75 – 7,66	0,043	1,78	1,02 - 3,12
	[vec=5]				1		
Smēķēšana	[sm=1]	0,046	2,34	1,02 – 5,38	0,204	0,72	0,44 - 1,19
	[sm=2]	0,333	1,43	0,70 – 2,93	0,227	1,52	0,77 - 2,98
	[sm=3]				1		

*nOR – nesamērotais OR (izredžu attiecība) un *sOR – samērotais OR

31. tabula

Nogurušas vai sasprindzinātas acis un biroju vides faktori

Faktori		N	%
Nogurušas vai sasprindzinātas acis	nekad	103	13,7%
	tiek novērotas	648	86,3%
Kopētāja lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	496	66,0%
	nekad	255	34,0%
Lāzerprinteru lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	569	75,8%
	nekad	182	24,2%
Faksa lietošana	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	158	21,0%
	nekad	593	79,0%
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	lieto regulāri (vismaz 3-4 reizes ned)	452	60,2%
	nekad	299	39,8%
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	147	19,6%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	604	80,4%
Pārāk maza gaisa plūsma	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	398	53,0%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	353	47,0%
Temperatūra par augstu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	292	38,9%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	459	61,1%
Temperatūra par zemu	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	209	27,8%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	542	72,2%
Pārāk mitrs gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	13	1,7%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	738	98,3%
Pārāk sauss gaiss	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	414	55,1%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	337	44,9%
Ir cigarešu dūmu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	63	8,4%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	688	91,6%
Ir ķīmisko vielu smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	53	7,1%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	698	92,9%
Ir nepatīkama cita veida smarža	katru vai gandrīz katru dienu pēdējā mēneša laikā	227	30,2%
	nav novērots pēdējā mēneša laikā	524	69,8%
Dzimums	sieviete	648	86,3%
	vīrietis	103	13,7%
Vecums	>55 gadi	146	19,4%
	45-54 gadi	166	22,1%
	35-44 gadi	124	16,5%
	25-34 gadi	224	29,8%
	<25 gadi	91	12,1%
Smēķēšana	jā	99	13,2%
	bijušais smēķētājs	57	7,6%
	nē	595	79,2%
Kopā		751	100,0%

32. tabula

Darba vides faktoru ietekme uz veselību - nogurušas vai sasprindzinātas acis

Nogurušas vai sasprindzinātas acis (references lielums - nekad)		p	nOR*	95% TI	p	sOR*	95% TI
Kopētāja lietošana	[da22=1]	0,418	1,18	0,79 – 1,78	0,843	0,95	0,57 - 1,58
	[da22=2]				1		
Lāzerprinteru lietošana	[db22=1]	0,038	1,6	1,02 – 2,4	0,188	1,39	0,85 - 2,29
	[db22=2]				1		
Faksa lietošana	[dc22=1]	0,077	1,59	0,95 – 2,69	0,105	1,73	0,89 - 3,37
	[dc22=2]				1		
Dzēšgumijas, līmes, korektoru u.c.	[dd22=1]	0,389	1,19	0,80 – 1,77	0,634	1,12	0,69 - 1,82
	[dd22=2]				1		
Pārāk liela gaisa plūsma (caurvējš)	[ra28=1]	0,001	3,4	1,7 – 6,8	0,010	3,25	1,34 - 7,99
	[ra28=2]				1		
Pārāk maza gaisa plūsma	[rb28=1]	0,001	2,7	1,8 – 4,2	0,044	1,75	1,02 - 3,00
	[rb28=2]				1		
Temperatūra par augstu	[rc28=1]	0,001	2,7	1,7 – 4,3	0,044	1,82	1,02 - 3,26
	[rc28=2]				1		
Temperatūra par zemu	[rd28=1]	0,001	2,9	1,6 – 5,1	0,019	2,23	1,14 - 4,38
	[rd28=2]				1		
Pārāk mitrs gaiss	[re28=1]	0,868	0,9	0,2 – 4,0	0,358	0,46	0,09 - 2,42
	[re28=2]				1		
Pārāk sauss gaiss	[rf28=1]	0,001	2,5	1,7 – 3,8	0,223	1,38	0,82 - 2,34
	[rf28=2]				1		
Ir cigarešu dūmu smarža	[rg28=1]	0,658	0,9	0,4 – 1,7	0,333	0,67	0,30 - 1,50
	[rg28=2]				1		
Ir ķīmisko vielu smarža	[rh28=1]	0,348	1,5	0,6 – 3,6	0,818	0,89	0,34 - 2,36
	[rh28=2]				1		
Ir nepatīkama cita veida smarža	[ri28=1]	0,008	1,9	1,2 – 3,2	0,716	1,11	0,63 - 1,97
	[ri28=2]				1		
Dzimums	[dz=1]	0,103	1,84	0,89 – 3,81	0,022	2,08	1,11 - 3,88
	[dz=2]				1		
Vecums	[vec=1]	0,007	3,03	1,35 – 6,77	0,011	0,28	0,11 - 0,75
	[vec=2]	0,090	2,37	0,88 – 6,44	0,339	0,60	0,22 - 1,70
	[vec=3]	0,267	1,96	0,60 – 6,40	0,049	0,36	0,13 - 1,00
	[vec=4]	0,704	1,39	0,26 – 7,51	0,620	0,77	0,28 - 2,13
	[vec=5]				1		
Smēķēšana	[sm=1]	0,083	0,35	0,11 – 1,15	0,116	0,59	0,31 - 1,14
	[sm=2]	0,370	0,62	0,22 – 1,76	0,399	1,51	0,58 - 3,95
	[sm=3]				1		

*nOR – nesamērotais OR (izredžu attiecība) un *sOR – samērotais OR

8. Pielikums

**„Sakarības starp mērījumiem un
sūdzībām par veselību”**

Rādītājs	Veselības sūdzības	Korelācijas koeficients
Gaistošie organiskie savienojumi	grūtībām atcerēties un/vai koncentrēties	$r^2=0,7562$
	galvas reibšanu	$r^2=0,2829$
Kopējais ekspozīcijas indekss gaistošām organiskām vielām (organiskie šķīdinātāji un aldehīdi)	galvassāpēm	$r^2=0,3776$
	jūtīgums, aizkaitināmība, nervozitāte	$r^2=0,21$
	klepus	$r^2=0,1096$
	elpas trūkums	$r^2=0,5742$
	grūtībām atcerēties un/vai koncentrēties	$r^2=0,8675$
Ekspozīcijas indekss aldehīdiem (formaldehīds, acetaldehīds, butilacetaldehīds)	galvassāpēm	$r^2=0,4365$
	jūtīgums, aizkaitināmība, nervozitāte	$r^2=0,497$
	klepus	$r^2=0,1335$
	elpas trūkums	$r^2=0,4218$
	depresīvs	$r^2=0,2152$
	grūtībām atcerēties un/vai koncentrēties	$r^2=0,8938$
Ekspozīcijas indekss (EI) gaistošiem organiskiem savienojumiem	iekaisis un sauss kakls	$r^2=0,3588$
	galvas reibšana	$r^2=0,3544$
	elpas trūkums	$r^2=0,5737$
Formaldehīds	galvassāpes	$r^2=0,764$
	grūtībām atcerēties un/vai koncentrēties	$r^2=0,5919$
	klepus	$r^2=0,2237$
Putekļu daļiņu skaits	galvas reibšana	$r^2=0,3314$
	galvassāpes	$r^2=0,2578$
Alveolārā frakcija	elpas trūkums	$r^2=0,2662$
	galvas reibšana	$r^2=0,3298$
	grūtības atcerēties	$r^2=0,6559$
	klepus	$r^2=0,3264$
Traheobronhiālā frakcija	elpas trūkums	$r^2=0,3583$
	grūtības atcerēties	$r^2=0,8561$
Ozons	slikta dūša	$r^2=0,3987$
	sauss vai iekaisis kakls	$r^2=0,9888$
Gaisa kustības ātrums	jo lielāka plūsma, jo mazāk sūdzību par kaklu	$r^2=0,9258$
Temperatūra	slikta dūša	$r^2=0,748$
	galvas reibšana	$r^2=0,8452$
	kakls	$r^2=0,2489$
CO ₂	grūtības atcerēties	$r^2=0,5908$
	šķaudīšana	$r^2=0,4815$
	nogurums	$r^2=0,5313$
	galvassāpes	$r^2=0,703$

9. Pielikums

„RSU Ētikas komisijas protokols”

RSU ĒTIKAS KOMITEJAS LĒMUMS

Rīga, Dzirciema iela 16, LV-1007
Tel.67409137

Komitejas sastāvs	Kvalifikācija	Nodarbošanās
1. Asoc. prof. Olafs Brūvers	Dr.miss.	teologs
2. Profesore Vija Sīle	Dr.phil.	filozofs
3. Docente Santa Purviņa	Dr.med.	farmakologs
4. Asoc. prof. Voldemārs Arnis	Dr.biol.	rehabilitologs
5. Asoc. prof. Egils Korņevs	Dr.habil.med.	stomatologs

Pieteikuma iesniedzējs: Žanna Martinsons
Doktorantūras nodaļa

Pētījuma nosaukums: Nerūpniecisko iekštelpu gaisa kvalitātes rādītāji un darba vides riska novērtēšanas pamatmetožu izstrāde

Iesniegšanas datums: 25.05.2010.

Pētījuma protokols:

(X) Pētījuma veids: Pētījums kvalificējams kā prospektīvs kvalitatīvs pētījums.

(X) Pētījuma populācija: eksperimentālajā daļā - 25 žurkas;
pētījumā piesārņojuma noteikšanai – birojos strādājošie darbinieki

(X) Informācija par pētījumu:

(X) Piekrišana dalībai pētījumā: pievienots, bet tas domāts vadībai. Pētījumā iesaistītajām personām nav pievienots

Ētiskā aspekta ieteikumi: Būtu ieteicams izveidot Izskaidrošanas formulāru pētījumā iesaistītajām personām (identisks tam, kas tiek iesniegts uzņēmumu vadītājiem atļaujas saņemšanai)

Citi dokumenti:

1. Aptaujas anketa
2. AS „Parex banka”, AS „Latvenergo” atļauja pētījuma veikšanai
3. Pārtikas un Veterinārā dienesta atļauja eksperimentam ar dzīvniekiem
4. Darba vadītāju apstiprinājums

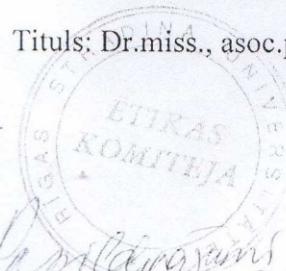
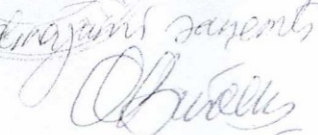
Lēmums: piekrist biomedicīniskajam pētījumam, pēc papildinājumu iesniegšanas

Komitejas priekšsēdētājs Olafs Brūvers

Tituls: Dr.miss., asoc.prof.

Paraksts

Ētikas komitejas sēdes datums: 10.06.2010.


Papildinājums saņemts,

OLAFS BRŪVERS



Piepriekšējais akts līdzdalībai pētījumā

Es esmu uzaicināts piedalīties Rīgas Stradiņa universitātes realizētā pētījumā „Biroju tehniskā aprīkojuma radītā iekštelpu piesārņojuma noteikšana un tā iespējamās ietekmes uz organismu novērtējums”, kas tiek realizēts uz DDVVI Higiēnas un arodslimību laboratorijas bāzes (projekta Nr. EEZ09AP-22). Projekta izpildītājs ir DDVVI Higiēnas un arodslimību laboratorija, kas ir akreditēta atbilstoši standartam ISO 17025 vides ķīmisko un fizikālo riska faktoru testēšanai.

Biroju darbinieki pēdējos gados bieži sūdzas par veselības problēmām un diskomfortu, bet slikta iekštelpu gaisa kvalitāte atzīta par plašāku sabiedrības problēmu tikai nesen. Ņemot vērā nanodaļiņu tehnoloģiju un pētniecības straujo attīstību, arī Latvijā ir būtiski apzināt situāciju par nanodaļiņu izplatību dažādās nozarēs un darba vietās t.sk. birojos, kurās nodarbinātie var tikt pakļauti ultrasīko daļiņu - <100nm (nanodaļiņu) ietekmei. Kompleksa jauno riska faktoru izpēte reālā darba vidē ir ļoti aktuāla, lai apkopotu iegūtos datus, izstrādātu jaunas pieejas nanodaļiņu novērtēšanai darba vidē, ietekmes uz veselību izzināšanai, izstrādātu pamatojumu normatīvās bāzes radīšanai drošam darbam ar nanoskalas izmēru materiāliem, kā arī sabiedrības, t.sk. nodarbināto, informēšanai.

Nacionālā aroda veselības programma paredz izpētīt un izstrādāt preventīvos pasākumus iedzīvotāju veselībai apdraudošo eksogēno faktoru kaitīgās ietekmes novēršanai, lai nodrošinātu cilvēku veselības un vides aizsardzību no darba vides faktoriem.

Esmu informēts par pētījuma mērķi.

Konfidencialitāte: visa informācija, kas tiks ievākta pētījuma laikā ir konfidenciala. Tā tiks kodēta un nekur netiks pieminēts Jūsu vārds, bet tikai Jūsu identifikācijas numurs pētījumā. Pēc pētījuma pabeigšanas dalībnieks tiks iepazīstināts ar rezultātiem. Analīžu rezultāti dos iespēju novērtēt darbinieka sūdzības par diskomforta sajūtām darba vidē, kas nepieciešamības gadījumā ļaus agrīni veikt atveseļošanu (rekomendācijas veselības stāvokļa un darba vides uzlabošanai).

Kontaktinformācija: ja Jums ir kādi jautājumi, Jūs to varat jautāt tūlīt vai arī vēlāk pētījuma gaitā RSU Darba drošības un vides veselības institūtā (tel. 67409187, Higiēnas un arodslimību laboratorija vadītāja Žanna Martinsone)

10. Pielikums

**„Pārtikas un veterinārā dienesta
Ētikas komisijas protokols”**



LATVIJAS REPUBLIKA
PĀRTIKAS UN VETERINĀRAIS DIENESTS

Peldu iela 30, Rīga, LV-1050, Latvija • Tālrunis 67095230 • Fakss 67322727 • E-pasts: pvd@pvd.gov.lv

Rīgā

12.03.2010. Nr. 1-13/614
Uz _____ Nr. _____

Rīgas Stradiņa universitātes
Higiēnas un arodslimību laboratorijai,
Dzirčiema ielā 16, Rīgā, LV-1007

**Par eksperimenta pieteikumu
un atļauju eksperimenta veikšanai**

Pārtikas un veterinārais dienests (turpmāk-PVD) saņēma un izvērtēja Jūsu pieteikumu eksperimenta veikšanai ar baltajām žurkām Eksperimentālo dzīvnieku laboratorijā, Hipokrāta ielā 2, Rīgā. Eksperimenta nosaukums: „Biroju tehniskā aprīkojuma radītā iekštelpu gaisa piesārņojuma iedarbība uz balto žurku organismu”.

Pamatojoties uz Dzīvnieku aizsardzības likuma 25.pantā noteikto, izvērtējot 2010.gada 25.februāra Dzīvnieku aizsardzības ētikas padomes atzinumu par Jūsu eksperimenta pieteikumu PVD secina, ka eksperimenta pieteikums sagatavots atbilstoši 2001.gada 23.oktobra MK noteikumu Nr.450 „Eksperimentos un zinātniskos nolūkos izmantojamo dzīvnieku turēšanas, izmantošanas, tirdzniecības un nogalināšanas kārtība” 31.punktam.

Samaksājot nodevu Valsts kasē (konta Nr.LV86TREL1060210991000) saskaņā ar 2007.gada 18.septembra MK noteikumu Nr.634 „Noteikumi par valsts nodevu par atļauju izmantot dzīvnieku eksperimentos un apmācībās” prasībām Jūs varat saņemt atļauju PVD Dzīvnieku aizsardzības daļā Peldu ielā 30, Rīgā.

Ģenerāldirektora
pienākumu izpildītājs

M.Balodis

L.Arājuma
liga.arajuma@pvd.gov.lv
67095262

PUBLIKĀCIJAS UN TĒZES PAR DARBA TĒMU

Publikācijas

1. Žanna Martinsone, Mārīte – Ārija Baķe, Anita Piķe, Svetlana Lakiša un Mairita Zellāne. Biroju darba vides piesārņojuma raksturojums pēc nanodaļiņu skaita un virsmas laukuma // RSU Zinātniskie raksti 2010 (2.sējums), Rīga, RSU, 2011, 261-269 lpp
2. Mārīte-Ārija Baķe, Žanna Martinsone, Pāvels Sudmalis, Jurijs Švedovs, Anita Piķe, Mairita Zellāne, Svetlana Lakiša. Biroju darba vides gaisa piesārņojums ar gaistošiem organiskiem savienojumiem un to iespējamais iedarbības risks darbinieku veselībai // RSU Zinātniskie raksti 2010 (2.sējums), Rīga, RSU, 2011, 253-261 lpp
3. Svetlana Lakiša, Mairita Zellāne, Anita Piķe, Žanna Martinsone. Biroju darbinieku subjektīvo sūdzību izvērtējums saistībā ar darba vidi piesārņojošo neorganisko gāzu koncentrāciju gaisā un telpas mikroklimatu//RSU Zinātniskie raksti 2010 (2.sējums), Rīga, RSU, 2011, 269-279 lpp
4. Žanna Martinsone and Mārīte Ārija Baķe. Toxic effects of nanoparticles - differences and similarities with fine particles // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, ISSN 1407-009X, Riga, 2010, Volume 64, Nr. 1/2, pp. 1 – 9
5. Ж.С.Мартинсоне, Д.Р.Спруджа, М.Я.Баке, С.И.Лакиша, А.Сейле, П.Судмалис, Ю.Шведов, М.Д.Зеллане. ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА В ОФЫСНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЗДОРОВЬЕ РАБОТАЮЩИХ // „Медицина труда и промышленная экология”, ISSN 1026-9428, Krievija, Maskava, 2011 (3), 23-27 lpp
6. Martinsone Z., Bake M.A., Pike A., Sprudza D., Svedovs J. The detection of non-industrial indoor air quality in Latvia // East European Journal of Public Health, Ukraine, Kiev, 2008 (1), pp 46-48.
7. Martinsone Z., Bake M.A., Pike A., Sprudza D., Svedovs J. Non-industrial indoor air quality assesment in Latvia // Ж. Охорона здоровья Украины, ISSN 1680-1482, Киев,1(29), 2008, стр. 259-260.

Mutiski ziņojumi

1. Zanna Martinsone, Marite Arija Bake, Anita Seile, Mairita Zellane, Pavels Sudmalis Svetlana Lakisa and Dagmara Sprudza. Occupational Risks and Related Health Effects for Office Workers in Latvia, Pieņemts kā mutiskais ziņojums 12th World Congress of Environmental Health Vilnius (Lithuania), 22-27 May, 2012

2. Ž. Martinsone. Nanodaļiņu iespējamais kaitīgums un toksicitāte. Latvijas Toksikologu biedrības seminārs NMP4-CT-2005-013968 6.Ietvara projekta ietvaros: „Nanodaļiņas – iespējas un riski”, 16.10.2008., Rīga
3. Žanna Martinsone, Mārīte Ārija Baķe, Anita Seile, Mairita Zellāne. Biroju tehniskas radītā putekļu daļiņu ietekme uz perifērām mononukleārām asins šūnām, RSU Zinātniskā konference, 2011
4. Martinsone Z. Nanoparticles New Problem of Environmental Pollution, Starptautiskā konference „Eco-Balt’2008”, 15 – 16.05.2008., Rīga
5. The 1 st International Scientific-Practical Conference of the Latvian Ergonomics Society „Contemporary ergonomics and business 2011” 7. Oktobris 2011, Rīga, Latvija Zanna Martinsone „Indoor Climate and air quality in non-industrial occupational environment”
6. 9. Viskrievijas kongress „Profesija un Veselība”, mutisks referāts „The Charactization of Indoor Air Quality and Health Effects in Offices of Latvia”, Maskava, Krievija, 24.11.2010. – 26.11.2010.

Tēzes

1. Zanna Martinsone and Marite Arija Bake. The Surface Area and Number Concentration of Particles as Indoor Air Quality Indicators, Nanotoxicology 2010, 2 – 4th June, 2010, Edinburg, Great Britain
2. Martinsone Z, Bake MA, Seile A, Lakisa S and Zellane M. The Role of Nanoparticles in the Non-Industrial Air Quality in Latvia, Congress „EuroNanoForum in partnership with Nanotech Europe 2011”, 30.05.-01.06.2011., Budapest, Hungary
3. MA. Bake, P. Sudmalis, Z. Martinsone. Nanoparticles with Adsorbed Flame Retardants as Health Risk Factor for Office Workers, Congress „EuroNanoForum in partnership with Nanotech Europe 2011”, 30.05.-01.06.2011., Budapest, Hungary
4. Zanna Martinsone, Marite-Arija Bake, Anita Seile, Mairita Zellane. The Effect of Ultrafine Particles Produced by Office Equipment to Peripheral Mononuclear Blood Cells, EUROTOX Congerss, 2011, August, Paris, France
5. D.Sprudza, Z.Martinsone, M.Pilmane, M.Bake. Interaction of Office Pollution with Pulmonary Function and Cellular Resposes, EUROTOX Congerss, 2011, August, Paris, France
6. Zanna Martinsone, Marite-Arija Bake, Dagmara Sprudza, Svetlana Lakisa, Anita Seile, Pavels Sudmalis, Jurijs Svedovs, Mairita Zellane. The Main Indicators for Indoor Air Quality in Non-industrial Occupational Environment, International Conference on Air Pollution and Control, 2011, 19-23 September, Antaly, Turkey

7. Žanna Martinsone Mārīte Ārija Baķe, Anita Seile, Mairita Zellāne. Biroju tehniskas radītā putekļu daļiņu ietekme uz perifērām mononukleārām asins šūnām, RSU Zinātniskā konference, 2011, Rīga
8. Mārīte Ārija Baķe, Žanna Martinsone, Dagmāra Sprūdža, Māra Pilmane, Anita Seile, Pāvels Sudmalis, Jurijs Švedovs, Svetlana Lakiša, Mairita Zellāne, Alise Silava, Līga Lārmane. Biroju tehniskā aprīkojuma radītā piesārņojuma kvalitatīva un kvantitatīva identifikācija un tā iespējamā ietekme uz organismu, RSU Zinātniskā konference, 2011, Rīga
9. Dagmāra Sprūdža, Žanna Martinsone, Mārīte Ārija Baķe, Māra Pilmane, Alise Silava, Līga Lārmane. Eksperimentāls pētījums par biroju gaisa piesārņojuma izraisītām pārmaiņām organismā un elpceļu morfoloģijā, RSU Zinātniskā konference, 2011, Rīga
10. Martinsone Z, Bake MA, Sudmalis P, Pike A. Problems of Air Pollution in Non-Industrial Workplaces. NanoOE2009, Helsinki, Finland, 26.08.2009. – 29.08.2009.
11. Martinsone Z, Bake MA, Pike A, Sprudza D and Svedovs J. NON-INDUSTRIAL INDOOR AIR QUALITY ASSESSMENT IN LATVIA International Scientific and Practical Conference developed to the WHO 60th anniversary, World Health Day 2008, Protecting Health from climate changes 2008, Kijeva, Ukraina
12. Martinsone Z, Bake MA, Pike A, Sprudza D, Svedovs J. Assessment of Particular Matter Pollution in Non-Industrial Occupational Environment. 2 nd International Conference on Nanotoxicology “NANOTOX 2008”, 7. – 10. 09.2008., Čīrihe, Šveice
13. MF studenta Georgija Moisejeva tēzes (vadītāji: prof. Māra Pilmane, Maģ.ves.zin. Žanna Martinsone) „Morphological changes in the rat respiratory system after exposure of office air pollutants konferencei „6th Baltic Sea Region Conference in Medical Sciences”, 29. 04. – 01.05.2011, Rīga, Latvija

PATEICĪBAS

Promocijas darbs ir tapis pateicoties ESF projekta „Atbalsts doktorantiem studiju programmas apguvei un zinātniskā grāda ieguvei Rīgas Stradiņa universitātē” un EEZ projekta „Biroju tehniskā aprīkojuma radītā iekštelpu piesārņojuma noteikšana un tā iespējamās ietekmes uz organismu novērtējums” finansiālam atbalstam.

Promocijas darba autore izsaka vislielāko pateicību:

- Darba vadītājām: docentei, Dr. med. **Mārītei Ārijai Baķei** par ilggadēju ievirzīšanu zinātniskā darbā darba aizsardzības jomā un par noderīgiem padomiem un atbalstu promocijas darba izstrādes procesā; profesorei, Dr. habil. med. **Maijai Eglītei** par konsultācijām un padomiem promocijas darba sagatavošanas procesā.
- Rīgas Stradiņa universitātes Darba drošības un vides veselības institūta direktoram **Ivaram Vanadziņam**; Higiēnas un arodslimību laboratorijas kolēģiem, kas palīdzēja savākt un apkopot promocijas darba pētījuma datus, it īpaši, Dr med. **Dagmārai Sprūdžai**, Maģ. vesel. zin., **Mairitai Zellānei**, **Svetlanai Lakišai** un **Lindai Skreitulei**.
- Kolēģei Dr. Med. **Inesei Mārtiņsonai** un RSU Aroda un vides medicīnas katedras asoc. prof. **Jānim Dunduram** par promocijas darba pirmajām kritiskajām recenzijām.
- RSU Bioķīmijas laboratorijas kolektīvam par atsaucību un sadarbību projekta ietvaros iegūto eksperimenta dzīvnieku analīžu bioķīmisko izvērtēšanu.
- RSU Dzīvnieku eksperimentālās laboratorijas kolektīvam, it īpaši laboratorijas vadītājai **Leontīnei Antonovičai** par iespēju īstenot nepieciešamās manipulācijas eksperimentālo dzīvnieku bioloģiskā materiāla savākšanā.
- RSU Anatomijas un antropoloģijas institūta kolektīvam, it īpaši direktorei prof. **Mārai Pilmanei** par atsaucību, sadarbību un palīdzību eksperimenta dzīvnieku bioloģiskā materiāla izpētē.
- Latvijas Universitātes Bioanalītisko metožu laboratorijas kolektīvam, it īpaši Dr. biol. **Jānim Ancānam**, Maģ. biol. **Mārtiņam Borodušķim** un Bioloģijas fakultātes studentam **Andrim Abramēnkovam** par atsaucību un pacietīgu skološanu šūnu kultūru izpētes jomā, kā arī Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātes Molekulārās

bioloģijas katedras Dr.biol., doc. **Tūram Selgam** par kvalitatīvajām konfokālā mikroskopa bildēm.

Promocijas darba autore pateicas Rīgas Stradiņa universitātei par iespēju iegūt pasaules līmeņa augstāko izglītību gan bakalaura, gan maģistra studiju programmā, it īpaši Sabiedrības veselības fakultātes dekānei **Anitai Villerušai** un katedru pasniedzējiem, kā arī Doktorantūras nodaļai.

Vislielākais paldies maniem vistuvākajiem cilvēkiem: **mammai – Birutai** par doto iespēju iegūt augstāko izglītību, kā arī par palīdzību un atbalstu bērnu audzināšanā un ģimenes pavarda uzturēšanā; **vīram – Kasparam** par sapratni, atbalstu un izturību mācību un darba rakstīšanas laikā; manām **abām meitiņām – Katrīnai un Asnātei** par neizsīkstošo mīlumu, motivāciju un pacietību brīžos, kad biju aizņemta darbā, mācībās un darba rakstīšanas laikā.