

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
VIDES ZINĀTNES NODAĻA

**SMĒĶĒŠANAS IETEKMES NOVĒRTĒŠANA UZ IEKŠTELPU
GAISA KVALITĀTI
BAKALAURA DARBS**

Autore: Sandra Vesere

Stud.apl. sv12056

Darba vadītājs: Iveta Šteinberga, Dr. Ģeogr.

RĪGA 2015

ANOTĀCIJA

Bakalaura darbā „Smēķēšanas ietekmes novērtēšana uz iekštelpu gaisa kvalitāti” raksturota iekštelpu gaisa vide, tās kvalitāte un aerosolu piesārņojums, kas cieši korelē ar smēķēšanas procesu. Paaugstināts cieto daļiņu piesārņojums, kas rodas cigarešu degšanas procesā, ir viens no indikatoriem iekštelpu gaisa piesārņojuma raksturošanā, tādēļ darba ietvaros aprakstīta cigarešu uzbūve, sastāvu veidojošās vielas un maisījumi, cigarešu degšanas process un tā nozīmība, cigarešu dūmu sastāvs un to ietekmes veids, raksturota smēķēšanas izraisīta ietekme uz veselību un ierobežojumi Latvijā. Pētnieciskā daļā veikta vairākkārtu cieto daļiņu lāzerskaitīšana smēķēšanas laikā, pirms un pēc smēķēšanas, papildus pētīti citi faktori, kuri ietekmē piesārņojuma noturību iekštelpu gaisā – smēķēšanas paradumi, cigarešu markas, mikroklimats, ventilācijas sistēmas izmantošana un efektivitāte.

Darba apjoms ir 63 lapas, kas ietver 15 attēlus, 4 tabulas, 9 pielikumus; kopumā izmantoti 56 literatūras avoti.

Atslēgvārdi: *gaisa kvalitāte, aerosoli, tabakas dūmi, cigaretes, ventilācija.*

ANNOTATION

Bachelor`s thesis „Harmful effects of smoking on indoor air quality” describes quality of indoor air pollution in context with smoking. High particle pollution resulting from cigarette combustion is one of the indicators of indoor air pollution characterization, therefore in this study are described structure of the cigarette, the composition of constituent agents and mixtures, cigarette burning process and its significance, cigarette smoke composition and mode of action. As well in this study are described smoking-induced health effects and prohibitions in Latvia. Research part is based on particle counting with multichannel optical particle counter before, during and after smoking. In addition studied also other factors, which affects the stability of indoor air pollution – smoking habits, cigarette brands, microclimate, ventilation systems utilization and efficiency.

The amount of bachelor thesis is 63 pages, 15 pictures, 4 tables, 9 appendices; 56 literature sources are used.

Keywords: *air quality, aerosols, tobacco smoke, cigarettes, ventilation.*

SATURS

IEVADS.....	5
1. LITERATŪRAS APSKATS.....	7
1.1. Iekštelpu gaisa kvalitātes raksturojums.....	7
1.2. Faktori, kas ietekmē gaisa piesārņojumu iekštelpās.....	11
1.3. Cigarešu un to dūmu sastāvs, degšanas procesa raksturojums.....	13
1.4. Cigarešu radīto dūmu ietekme uz veselību.....	15
1.5. Iekštelpu gaisa kvalitātes normatīvi.....	17
1.6. Būvniecības normatīvi attiecībā uz iekštelpu gaisa kvalitāti.....	18
1.7. Likumdošana saistībā ar tabakas apriti Latvijā.....	20
1.8. Likumdošana saistībā ar tabakas apriti citās valstīs.....	21
2. PĒTĪJUMA MATERIĀLS UN METODES.....	24
2.1. Pētījumu vietas raksturojums.....	24
2.2. Mērījumu metodika.....	26
2.3. Daļiņu koncentrāciju aprēķināšana.....	29
2.4. Datu analīze, izmantojot programmu IBM SPSS.....	29
3. PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN DISKUSIJA.....	31
SECINĀJUMI.....	39
IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAKSTS.....	40
PIELIKUMI.....	45

IEVADS

Viens no lielākajiem iekštelpu gaisa kvalitātes riskiem mūsdienās saistīts ar smēķēšanu – ietekme uz veselību novērojama ne tikai smēķētāju vidū, bet arī nesmēķētājiem pasīvās smēķēšanas ietekmē. Negatīvo ietekmi uz veselību pastiprina ilgstoša atrašanās telpās, kur tiek smēķēts, kas būtiski paaugstina riska līmeni saslimt ar sirds un asinsvadu slimībām, plaušu, kuņģa, aknu, nieru, urīnpūšļa un asinsvadu vēzi, diabētu, bronītu, artrītu, Alcheimera slimību, pierādīta negatīva ietekme uz reproduktīvo sistēmu, novērojamas izmaiņas ārējā izskatā – paātrinās novecošanās process, bojājas zobi (WHO, 2009). Latvijā spēkā esošā likmdošana galvenokārt ierobežo smēķēšanu pašvaldības un valsts iestādēs, bāros un izklaides vietās, ārtelpu vidē, nepievēršot pārāk lielu uzmanību iekštelpu videi, kas iespējams saistīts ar normatīvu trūkumu.

Smēķētāju skaits ik gadu pasaulē palielinās, tas veicina arī saslimstības līmeņa pieaugumu. Vispārējā statistika ir pretrunīga, tā liecina, ka smēķēšanas izplatība ir samazinājusies vairākās augsta līmeņa attīstītības valstīs, bet palielinājusies valstīs ar zemiem un vidējiem ienākumiem. Šobrīd aptuveni 80 % no pasaules smēķētājiem dzīvo valstīs ar zemiem un vidējiem ienākumiem (Wu et al., 2013).

Latvijā ir viens no augstākajiem smēķēšanas rādītājiem Eiropā – smēķējošo vīriešu skaits 2006.gadā sasniedza pat 47 % (Etzal, 2007), un tam ir tendence palielināties – pēc 2012. gadā veiktā pētījuma Latvijā Slimību profilakses un kontroles centra speciālisti apliecina, ka ikdienā smēķējošu vīriešu skaits sasniedz 52 %, bet sieviešu - 18 % (Slimību profilakses un kontroles centrs, 2013). Kopš 1990. gada ir vērojama augoša tendence smēķētāju - pusaudžu vecuma grupā - līdz 2002. gadam šī tendence starp zēniem bija palielinājusies pat divkārt salīdzinājumā ar 1990.gadu, bet meitenēm izmaiņas nav būtiskas, tomēr, salīdzinot ar citām Eiropas valstīm, ir visaugstākā (Hublet et al., 2006). Kopumā Latvija starp Eiropas Savienības dalībvalstīm ir sliktā pozīcijā, jo smēķēšana ir viens no būtiskākajiem priekšlaicīgās nāves cēloņiem, kas saistīts ar iekštelpu gaisa piesārņojumu (Jantunen et al., 2011).

Smēķēšanas procesā rodas vairāk kā 5000 gāzveida un aerosolu komponentu, no kurām 70 ir kancerogēnas, tādēļ aerosolu skaita un koncentrācijas mainība gaisā smēķēšanas laikā ir labs indikators vides izmaiņu raksturošanai. Cieto daļiņu PM_{10} un $PM_{2,5}$ ieteme uz veselību ir plaši pētīta, to nelabvēlīgā ietekme saistīta ar kancerogēno elementu, kuru spektrs un koncentrācija cigarešu dūmos ir būtisks, tendenci sorbēties uz cieto daļiņu virsmas. Gaisa kvalitātes normatīvi ārtelpu vidē izstrādāti tikai divām cieto daļiņu frakcijām – PM_{10} un $PM_{2,5}$, savukārt smēķēšanas procesā rodas lielāks skaits sīkāko daļiņu ($PM_{0,3}$, $PM_{0,5}$, PM_1),

tamdēļ darba ietvaros veikta daļiņu skaitīšana vairākos kanālos, īpašu uzmanību pievēršot sīkākajām daļiņām, kuru transports un uzvedība elpceļos ir atšķirīga salīdzinot ar ielākajām daļiņām (Al-sarraf et al., 2013; WHO, 2013).

Pētījums veikts 2014. - 2015. gadā, izvērtēta ne tikai smēķēšanas procesa ietekme, bet arī citi faktori, kuri nosaka piesārņojuma noturību (mikroklimats, ventilācijas sistēmas intensitāte un lietošanas paradumi).

Darba mērķis: noskaidrot un novērtēt cieto daļiņu skaita un masas mainību iekštelpu gaisā smēķēšanas procesa ietekmē.

Mērķa sasniegšanai izvirzīti ir šādi **uzdevumi:**

1. Smēķēšanas procesa radītā gaisa piesārņojuma rašanās principu un novērtēšanas metožu apguve.
2. Normatīvo aktu un smēķēšanas ierobežojumu ieviešanas prakse Latvijā un pasaulē.
3. Pētījuma vietas izvēle, fizikālo un konstruktīvo rādītāju novērtējums.
4. Cieto daļiņu lāzerskaitīšanas metodes apguve, atkārtotu mērījumu veikšana dažādos ekspluatācijas un mikroklimatiskos apstākļos.
5. Mērījumu protokola izstrāde.
6. Mērījumu datu bāzes izveide.
7. Mērījumu rezultātu apstrāde, statistiskā analīze un interpretācija.

Pētījuma rezultātu aprobācija:

- (1) Ziņojums (*Vesere, S., Steinberga, I. Effects of Particle Indoor Air Pollution Concerning Smoking Habits*) starptautiskā konferencē „The 3rd International Workshop on New Trends and Challenges for Air Quality Control” 2015.gada 27. martā Rīgā, ziņojuma kopsavilkums publicēts konferenču tēžu krājumā;
- (2) Sagatavots kopsavilkums (*Steinberga, I., Vesere, S. Household smoking habits effect on particle pollution level stability and fractional distribution*) un dalība apstiprināta Eiropas Aerosolu konferencē EAC2015, kura norisināsies Itālijā, Milānā (6.-11.septembris, 2015).

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Iekštelpu gaisa kvalitātes raksturojums

Mūsdienās cilvēki lielāko daļu (85 %) laika pavada iekšējās, un diemžēl paaugstinoties dzīves līmenim palielinās arī iekšējās pavadītā laika ilgums, tāpēc iekšējās gaisa kvalitāte ir viens no galvenajiem faktoriem, kas ietekmē cilvēka veselību, labsajūtu un dzīvildzi (Lazaridis, 2011). Nepietiekama iekšējās gaisa kvalitāte netiek saistīta ar cilvēku ienākumu līmeni, paaugstinoties ienākumiem, mainās ieradumi – vairāk laika tiek pavadīts iepirkšanās un atpūtas centros, transporta līdzekļos, kur gaisa kvalitāte bieži vien nav atbilstoša un vairāku piesārņojošo vielu koncentrācijas iekšējās ir daudz augstāka nekā ārējās. Iekšējās gaisa piesārņojuma avoti ir saistīti ar materiāliem, kuri tiek izmantoti ēku būvniecībā, labiekārtošanā un ekspluatācijā - izmantotās līmes un krāsas, krāsotas virsmas, polimēri, logu veidi, paklāji, koka izstrādājumi, tīrīšanas līdzekļi, mājdzīvnieki, arī āra gaisa pieplūde, kas rada saikni ar ārējās piesārņojuma avotiem – autotransportu, punktveida avotiem, bigēniem avotiem (Gallego et al., 2009; Kļaviņš, 2009; WHO, 2009). Piesārņojuma avotu veidus iespējams saistīt ar ekonomisko attīstības līmeni - valstīs ar lielāku sociālekonomisko attīstību iekšējās gaisa kvalitāti nosaka ēkas arhitektūra, āra gaisa piesārņojuma avoti, būvmateriāli, kas izmantoti celtniecībā, kā arī ventilācijas un kondicionēšanas sistēmas, savukārt mazāk attīstītās valstīs galvenais iekšējās piesārņojuma avots ir biomasas kā kurināmā materiāla izmantošana ēdienu sagatavošanai vai ēkas apkurei (Fernandez et al., 2012; Turiel, 1985).

Atbilstoši Pasaules Veselības organizācijas aprēķiniem, iekšējās gaisa piesārņojuma dēļ ik gadu pāragri mirst 2 miljoni cilvēku, kas iekšējās gaisa kvalitāti ierindo 10 būtiskāko ietekmes faktoru grupā. Iekšējās gaisa kvalitāte ir regulējošs faktors, tādēļ Pasaules Veselības organizācija ir iestrādājusi vadlīnijas novērtēšanai un uzlabošanai, kuras plānots izmantot kā pirmavotu Eiropas Komisijas direktīvu izstrādē (Fernandez et al., 2012; WHO, 2010). Lielākā riska grupa ir mazi bērni, kuriem gaisa piesārņotāju augstas koncentrācijas var izraisīt pat letālas sekas. Visbūtiskāk tiek ietekmēta elpošanas sistēma, kā arī sirds un asinsvadu sistēma, kā rezultātā pieaug saslimstību skaits ar kardiovaskulārām slimībām un plaušu bojājumiem (WHO, 2010).

Saikne starp ārējās un iekšējās gaisa piesārņojuma avotiem un emitētām vielām dota 1.pielikuma tabulā. Iekšējās videi raksturīgi specifiskāki avoti, nereti tā katrā ēkā un majoklī ir atšķirīga. Biežāk novērojamas piesārņojošās vielas un to grupas iekšējās ir tabakas dūmi, bioloģiskie piesārņotāji (mājas putekļu ērcītes, pelējums u.c.), slāpekļa dioksīds,

formaldehīds, gaistošie organiskie savienojumi, gaisā emitētās daļiņas/aerosoli, policikliskie aromātiskie ogļūdeņraži, pesticīdi, radons (Franklin, 2007).

Formaldehīds (metanāls) ir viena no galvenajām iekštelpu gaisa piesārņotājvielām, kuru savās vadlīnijās ir iekļāvusi arī Pasaules Veselības organizācija. Tā ir bezkrāsaina gāze, kas viegli uzliesmo un ir ar augstu reaģētspēju istabas temperatūrā – Saules gaismas iedarbībā tas oksidējas par oglekļa dioksīdu. Apkārtējā vidē tas ir plaši sastopams, jo tas rodas gan antropogēnas (rūpnieciskās emisijas, nepilnīga degvielas un kurināmā sadegšana), gan biogēnas darbības rezultātā (mežu, krūmu dabiskie ugunsgrēki, vulkānu izvirdumi, fermentācija) (Kaden et al., 2010).

Formaldehīds ir kancerogēns un augstas tā koncentrācijas rada paaugstinātu nazofaringeālā vēža risku, salīdzinoši zemi ir noteiktie darba vides normatīvi (0.75 ppm 8 stundu ekspozīcijai). Zemākās koncentrācijās tas var izraisīt acu, deguna un augšējo elpceļu kairinājumu, tas tiek uzskatīts par potenciālo cēloni astmai un tiek asociēts ar iekštelpu piesārņojumu. Pēdējo gadu epidemioloģiskie pētījumi liecina par saikni starp zemām formaldehīda koncentrācijām iekšelpās un alerģiju veidošanas bērniem (Franklin, 2007).

Pirmās jūtamas pazīmes, kas izpaužas kā kairinājums, parādās, ja formaldehīda koncentrācijas gaisā pārsniedz 0,1 mg/m³. Plaušu normāla funkcionēšana veseliem nesmēķējošiem cilvēkiem iespējama, ja formaldehīda koncentrācija gaisā īstermiņā nepārsniedz 3,7 mg/m³ (WHO, 2000). Palielinoties ekspozīcijas laikam pieļaujamais koncentrācijas līmenis ir mazāks.

Izplatītākie formaldehīda emitētāji iekštelpu gaisā ir būvmateriāli – koka skaidu plāksnes, kas ir galvenie elementi dažādām būvdetaļām un mēbelēm. Daudzas valstis ir izstrādājušas vadlīnijas koka skaidu plākšņu lietošanai celtniecības nolūkos, tiek veikti pētījumi un izstrādātas metodes, lai noskaidrotu emisiju apjomus, iespējas tās samazināt un kontrolēt, izmantojot ventilācijas sistēmas (Liang and Yang, 2013).

Radons, kuram ir vairāki izotopi, dabā sastopams kā bezkrāsaina radioaktīva cēlgāze bez smaržas (Kreuzer and McLaughlin, 2010), kas veidojas kā starpprodukts urāna vai torija sabrukšanas procesā (Kļaviņš un Zaļoksnis, 2005). Lai gan kopumā tā izotopi nav vērtējami kā ļoti stabili, tomēr stabilākais ir radons – 222 (²²²Rn) ar pussabrukšanas periodu 3, 826 dienas (Kreuzer and McLaughlin, 2010).

Gaisā radons izkļiedžas no zemes (augšnes, iežiem) un iekļūst ēku telpās citās slēgtās/norobežotās vietās, kas ir slikti ventilētas. Tas ir plaši izkļiedēts, pat mazās koncentrācijās. Ja koncentrācijas ir augstas, paaugstinās plaušu vēža risks. Līmenis, kādu

radons var sasniegt iekštelpās, ir atkarīgs no teritorijas ģeoloģiskajām īpašībām, ēkā izmantotajiem būvmateriāliem un ventilācijas sistēmas (Fernandez et al., 2012).

Iekštelpās radons nokļūst no tā galvenā emisiju avota augsnes caur ēku plaisām pagrabstāvos, caur montāžas caurulēm un caurumiem pamatos, kā arī ar dzeramo ūdeni. Radona ietekmes rezultātā attīstījies plaušu vēzis tiek pielīdzināts iedarbībai, kādu radītu vairāku cigarešu paciņu smēķēšana dienā (Cothorn, 1990). Īpaši augsta radona koncentrācija novērota ziemeļvalstīs, kā, piemēram, Norvēģijā, Zviedrijā un Somijā, kas daļēji ir izskaidrojams ar samērā lielu ar urānu bagātu augšņu un iežu izplatību un ļoti caurlaidīgiem nekonsolidētiem nogulumiem (Jelle, 2012).

Tā kā radons ir inerta gāze, tad organismā tas netiek aizkavēts, bet bīstamu to padara tā sabrukšanā radušies atomi, ja radonam nonākot plaušās tiek saņemts iekšējais apstarojums, kas var veicināt plaušu vēža attīstību (Kļaviņš un Zaļoksnis, 2005). Ieelpojot radonu, augstākās tā koncentrācijas uzkrājas plaušās un elpceļos, ārpus elpošanas sistēmas radona sabrukšanas produktu iedarbībai tiek pakļautas arī nieres, tomēr uzņemtās devas ir daudz mazākas (Kreuzer and McLaughlin, 2010).

Oglekļa monoksīds (oglekļa (II) oksīds jeb tvana gāze) ir bezkrāsaina viegli uzliesmojoša un toksiska gāze bez smaržas, kuru ieelpojot pat niecīgos daudzumos iespējams saindēties. Tvana gāze veidojas nepilnīgi sadedzinot oglekli saturošam kurināmam (koksnei, benzīnam, oglēm, dabasgāzei, petrolejai), tā īpaši toksiskā iedarbība uz cilvēku ir saistāma ar spēju veidot stabilu savienojumu ar asinīs esošo hemoglobīnu, tādējādi aizvietojojot skābekli. Tomēr šī reakcija ir atgriezeniska, tāpēc pēc saindēšanās ir iespējams atjaunot skābekļa apriti asinīs (Kļaviņš, 2009).

Antropogēnās emisijas sastāda apmēram divas trešdaļas oglekļa monoksīda atmosfērā un tikai trešdaļu rada dabiskās izcelsmes avoti. Āra gaisā oglekļa (II) oksīda viens no nozīmīgākajiem avotiem ir transportlīdzekļu emisijas, savukārt iekštelpās tā galvenie avoti ir apkure un ēdiena gatavošana, kā arī no āra ieplūstošais gaiss. Attīstītajās valstīs būtiski šo ietekmi palielina gatavošanas vai sildīšanas iekārtu stāvoklis – tās ir bojātas, nepareizi uzstādītas, slikti uzturētas vai slikti apdrošinātas ar vēdināšanu. Jaunattīstības valstīs galvenie avoti ir biomasas sadedzināšana un tabakas dūmi (Penney et al., 2010).

Lai gan nelielos daudzumos oglekļa monoksīds dabiski ir atrodamas cilvēka organismā (Penney et al., 2010), tomēr augsta oglekļa (II) oksīda koncentrācija ir bīstama, jo var izraisīt akūtu saindēšanos. Ieelpojot gaisu, kurā CO tilpuma koncentrācija ir 0,3 %, tas 30 minūšu laikā var izraisīt nāvi. Pasaules Veselības organizācijas vadlīnijās ir noteiktas normas dažādiem iedarbības laikiem, kā, piemēram, 30 mg/m³ vienas stundas iedarbībai (Chaloulakou

and Mavroidis, 2002). Visizplatītākās pazīmes tā kaitīgajai akūtajai iedarbībai ir galvassāpes, reiboņi, vājums, nelabums, sāpes krūtīs, kā arī elpas trūkums, muskuļu krampji un nespēja koncentrēties (Penney et al., 2010).

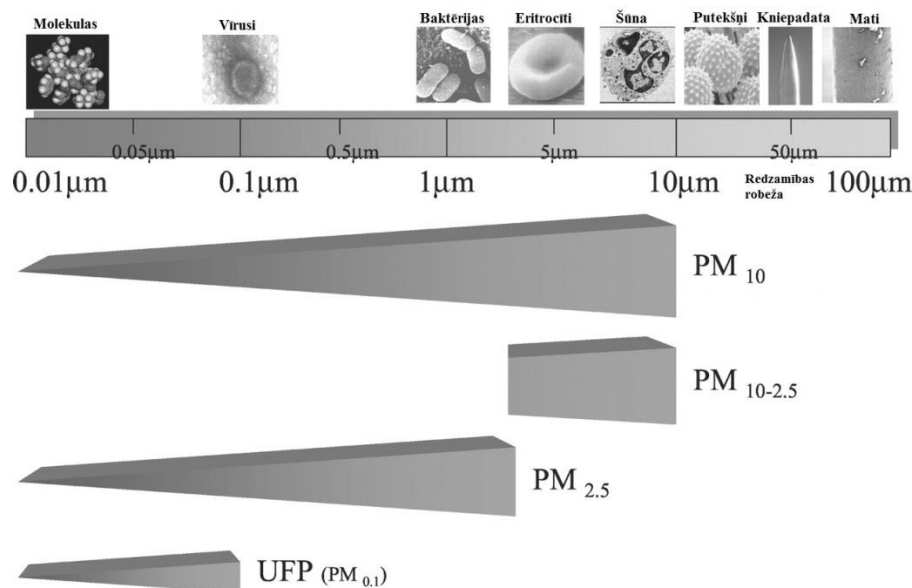
Slāpekļa dioksīds (NO_2) ir toksiska gāze, kas veidojas slāpekļa oksīdam (NO) reaģējot ar atmosfēras skābekli, tāpēc parasti šīs gāzes tiek aplūkotas kā to summa (NO_x). Apkārtējā gaisā slāpekļa oksīdi izdalās arī degšanas procesos, it īpaši no mehāniskajiem transportlīdzekļiem. Iekšējās telpās tā galvenie avoti ir tabakas dūmi un iekārtas, kurās tiek sadedzināta gāze, koksne, eļļa, petroleja vai ogles, kā, piemēram, krāsnis, plītis, ūdens un telpas sildītāji, kamīni, it īpaši, ja to tehniskais stāvoklis ir neapmierinošs (Jarvis, 2010).

Iekšējās telpas piesārņojums ar slāpekļa dioksīdu veicina elpošanas sistēmas slimību attīstību īpaši bērniem, kā arī pētījumi rāda, ka būtiska ir saistība starp ikdienas individuālo iedarbību un astmas simptomu attīstību (Franklin, 2007). Attiecībā uz slāpekļa dioksīda iedarbības novērtēšanu tiek nodalītas bērnu un pieaugušo iespējamās ietekmes, jo dažāda ir jutīguma pakāpe, tomēr simptomi ir vieni – plaušu funkciju pasliktināšanās, elpas trūkums, astmas attīstības pazīmes, - atšķiras pieļaujamais iedarbības ilgums un koncentrācijas. Pasaules Veselības organizācijas vadlīnijās rekomendētā pieļaujamā koncentrācija vienas stundas ilgai iedarbībai ir $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jarvis, 2010).

Aerosoli ir smalkas (aerodinamiskais izmērs ir mazāks par $10 \mu\text{m}$) visdažādākā tipa un sastāva cietās un šķidrās daļiņas, kas suspendētas gaisā, tajā skaitā putekļi, migla, dūmi, tvaiki. Pēc izcelsmes tos iedala biogēnos (augšņu erozija, jūra) un antropogēnos (enerģijas ieguve, celtniecības materiālu ražošana, lauksaimniecība), tie var būt primāri (tieši emitēti) un sekundāri – radušies fotoķīmisko reakciju rezultātā. Aerosolu sastāvs var būt ļoti mainīgs, uz to virsmas var sorbēties dažādi smagie metāli (svins, dzīvsudrabs, kadmījs, niķelis, berilijs u.c.), radioaktīvie izotopi un lielmolekulāri organiskie savienojumi (benzpirēns), kas nelabvēlīgi ietekmē cilvēka veselību (Kļaviņš un Zaļoksnis, 2005).

Viens no aerosolu veidiem ir **cietās daļiņas** (angļu valodā - *particulate matter*), kas tiek iedalītas pēc to aerodinamiskajiem izmēriem, lietojot apzīmējumu PM un attiecīgu indeksu daļiņu izmēram. Parasti tiek aplūkotas $PM_{2,5}$ un PM_{10} cietās daļiņas, kas attiecīgi raksturo daļiņas ar aerodinamisko diametru $2,5 \mu\text{m}$ un $10 \mu\text{m}$ (Reddy, 2011). Tā kā to izmēri ir ļoti nelieli, ar neapbruņotu aci tās nav atšķiramas – 1.1. attēlā dota gaisa piesārņojošo daļiņu klasifikācija pēc izmēriem. Daļiņas, kuras mazākas par $2,5 \mu\text{m}$ ir mazākas arī par eritrocītiem jeb sarkanajiem asinsķermenīšiem, tātad spējīgas iekļūt cilvēka asinsrites sistēmā, nodarot būtiskus bojājumus. Smalkākās daļiņās ir kaitīgākas veselībai, jo tās ieelpojot nonāk plaušās

un alveolās, savukārt rupjākās tiek aizturētas jau deguna dobumā un augšējos elpvados (Kļaviņš un Zaļoksnis, 2005). Pasaules Veselības organizācijas vadlīniju rekomendētā pieļaujamā koncentrācija 24 stundu iedarbībai $PM_{2.5}$ ir $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, PM_{10} – $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO, 2009).



1.1.attēls. Gaisa piesārņojošo daļiņu lieluma sadalījums (sagatavots pēc Brook et al., 2004)

Galvenie cieto daļiņu avoti ir ārtelpu piesārņojums (rūpnieciskās, transporta, apkures emisijas, mežu ugunsgrēki) smēķēšana un kurināmā sadedzināšana apkurei un ēdiena gatavošanai (EFA, 2004).

1.2. Faktori, kas ietekmē gaisa piesārņojumu iekštelpās

Iekštelpu gaisa piesārņojuma veicinoši vai samazinoši apstākļi ir cilvēka aktivitātes telpās un gaisa kvalitātes kontrolēšanas iekārtas (ventilācijas/kondicionēšanas, attīrīšanas iekārtas). Tā kā mūsdienās cilvēka dzīvesveids un aktivitātes ir ļoti tendētas uz atrašanos iekštelpās, pieaug arī cilvēka vēlme nodrošināt ēkas ar šīm attiecīgām gaisa ventilācijas un mitrināšanas iekārtām, bet slikta to uzturēšana savukārt var tikai veicināt kaitīgas vides veidošanos, tāpēc būtisks jau ir ēkas celtniecības un projektēšanas process, kā arī pilnvērtīgas iekārtu apkopes iespējas.

Teritorijās ar augstu urbanizācijas līmeni, kur ēkas ir sabūvētas ļoti blīvi, izveidojas arī savs mikroklimats, kas tikai palielina risku iekštelpu gaisa piesārņojumam, tomēr nenoliedzami liela loma ir cilvēku darbībām telpās – ēstgatavošanai, kopēšanas iekārtu, tīrīšanas līdzekļu, krāsu, līmju izmantošanai. Tā kā iekštelpās emitētajām vielām ir mazāka iespēja tikt izkliedētām un atšķaidītām nekā āra gaisā, kur ir pietiekama gaisa apmaiņa, lai izkliedētu piesārņotājus, tad svarīgi ir ikdienas aktivitāšu radīto piesārņojumu novērst,

nodrošinot pilnvērtīgu gaisa apmaiņu, tādējādi cilvēku labvēlīgākas vides veidošanai ir ieviestas ventilācijas sistēmas.

Vairāki pētnieki ir noskaidrojuši, ka pastāv ļoti liela saistība starp dažāda veida ventilācijas sistēmām (dabisko, gaisa kondicionēšanu vai jauktu) un iekštelpu gaisa kvalitāti, un visefektīvākā ir tieši jaukta veida sistēma (Fernandez et al., 2012). Dabiskā ventilācija raksturo gaisa apriti, kas nenotiek mehanizēti, bet caur logiem, durvīm.

Mehāniskās apkures, ventilācijas un gaisa kondicionēšanas sistēmas izmanto, lai nodrošinātu pietiekamu gaisa apriti starp iekštelpām un āru, kontrolētu gaisa temperatūru un mitrumu (Lee et al., 1996). To uzdevums ir nodrošināt iekštelpu gaisā esošo piesārņotāju samazināšanu līdz līmenim, kas noteikts zemāks par kaitīgo (Fernandez et al., 2012). Gaisa ventilācijas sistēmām jāievada svaigs āra gaiss telpās pēc tam, kad tas ir kondicionēts caur filtrācijas, sildīšanas vai dzesēšanas un mitrināšanas vai sausināšanas procesiem. Kad gaiss ir kondicionēts, tas tiek piegādāts telpas vietām pēc to tīrības pakāpes (Lee et al., 1996).

Ventilācijas iekārtas vajadzētu novietot vietās, kur ir potenciālie iekštelpu gaisa piesārņojuma avoti, tādējādi izvairoties no piesārņotāju izplatīšanās visā telpā. Tā, piemēram, visefektīvāk tās būtu novietot vietās, kur notiek smēķēšana, atrodas fotokopētāji, ēdiena gatavošanas iekārtas (Lee et al., 1996). Gaisa kondicionēšanas/ventilācijas sistēmas var zaudēt savu efektivitāti, ja tās netiek pareizi novietotas. Tā kā ventilācijas gaiss ir atbildīgs par šo telpu gaisu, tad svarīgi ir pārdomāti izvērtēt gaisa atveru novietošanas iespējas ņemot vērā vērsumu un noplūdes atveru novietojumu pašā ēkā. Būtisks trūkums ir arī tas, ka filtrācijas procesā nav iespējams samazināt gaisā esošo vismazākā izmēra daļiņu daudzumu, kā, piemēram, vīrusu, gāzu un tvaiku daļiņas. Tāpat ļoti nozīmīgs trūkums var būt to nepietiekamā apkope, kā rezultātā filtri kļūst par ventilētā gaisa piesārņotāju avotiem, kā arī no dzesēšanas un mitrināšanas iekārtām kondensēto ūdens tvaiku uzkrāšanās un sajaukšanās ar netīrumiem var kļūt par mikrobioloģiskā piesārņojuma avotu, veicinot mikroorganismiem piemērotas vides attīstību (Eglīte u.c., 2004).

Pastiprinātā interese par gaisa kondicionēšanas stratēģijām ir veicinājusi to, ka gandrīz puse no pasaules enerģijas patēriņa tiek saistīts ar ēku ekspluatāciju, un 16 % no šīs enerģijas raksturo gaisa kondicionēšanas sistēmu patēriņš. Ņemot vērā klimata pārmaiņas un temperatūru paaugstināšanos, iedzīvotāju pieaugumu, kā arī raksturīgo tendenci pēc mazākiem mājokļiem un ērtākas iekštelpu vides, iekšējo dzesēšanas ierīču patērētais enerģijas apjoms Eiropā nepārtraukti pieaug jau kopš 1990. gada (Chatzidiakou et al., 2012).

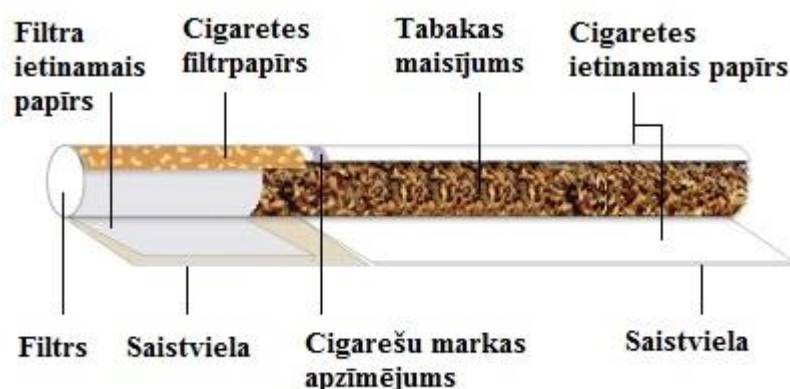
Būtiski ir arī ievērot attiecīgus iekštelpu mikroklimata veidojošos rādītājus cilvēka veselībai atbilstošā līmenī. Ļoti labs telpu klimats atbilst 40 % relatīvajam gaisa mitrumam,

pie 18°C ar absolūto gaisa mitrumu 5 g/kg (5 g ūdens uz 1 kg gaisa), tādējādi sniedzot cilvēkam pietiekamu komforta līmeni (Kruše u.c., 1995).

1.3. Cigarešu un to dūmu sastāvs, degšanas procesa raksturojums

Cigarešu smēķēšana ir kļuvusi par vienu no nozīmīgākajiem iekštelpu piesārņojuma avotiem. Degšanas process, cigarešu sastāvs, izmantotās piedevas un virkne citu parametru nosaka cigarešu dūmu sastāvu. Cigaretetes ir produkti, kas gatavoti no tabakas, un tās dūmi sastāv no vairāk nekā 5000 dažādām ķīmiskām vielām un komponentēm (aptuveni 70 no tām ir kancerogēnas jeb vēzi izraisošas), kas smēķēšanas laikā gan ķīmiski, gan fizikāli izmainās iekštelpu vidē un paaugstina pasīvās smēķēšanas toksiskumu, izraisot smagas slimības (Al-sarraf et al., 2013).

Mūsdienu cigarete sastāv no piecām galvenajām daļām: 1) tabakas un tās piedevām, kas satītas cilindriskā formā; 2) ietinamā papīra; 3) filtra; 4) filtrpapīra; 5) filtra ietinamā papīra (1.2.attēlā dota cigaretes shematiskā uzbūve). Tās formas un izmēri variē starp atšķirīgām kultūrām un ražotājiem, veidojot plašu dažādību to tirgū, lielākā izmēra cigarešu garums ir 74 – 85 mm un diametrs aptuveni 8 mm, un tās parasti sastāv no 700 – 800 mg labi sasmalcinātas tabakas, filtra garums ir 25 – 30 mm (Zemann, 2011).



1.2.attēls. Cigaretes shematiska uzbūve (sagatavots pēc Imperial Tobacco, 2015)

Tabaka ir produkts, kas iegūts no tabaku ģints (*Nicotiana*) augu lapām, un kuru (*Nicotiana tabacum*) komerciāli visplašāk izmanto kā cigarešu, pīpju, šņaucamās un košļājamās tabakas galveno komponenti. Līdz šim tabakas sastāvā ir konstatētas gandrīz 5700 sastāvdaļas, kas ir klasificētas ķīmisko vielu grupās (Rodgman and Perfetti, 2009). Tabakas lapas satur kompleksu ķīmisko vielu maisījumu, kas iekļauj celulozes produktus, cieti, olbaltumvielas, cukurus, alkaloīdus, pektīnvielas, ogļūdeņražus, fenolus, taukskābes, izoprenoīdus, sterolus un neorganiskās minerālvielas (Geiss and Kotzias, 2007), to aptuvenās procentuālās vērtības attēlotas 1.3.tabulā.

Tabakas sastāvs (sagatavots pēc Geiss and Kotzias, 2007)

Sastāvdaļas	Īpatsvars
Ūdens	12 – 14 %
<i>Saustabaka</i>	
Celuloze	7 – 16 %
Cukuri	0 – 22 %
Triglicerīdi	1 %
Proteīni	3,5 – 20 %
Nikotīns	0,6 – 5,5 %
Ciete	2 – 7 %
Pelni	9 – 25 %
Organiskās skābes	7 – 25 %
Vaski	2,5 – 8 %
Pektīnvielas, polifenoli, flavoni, karotonoīdi, ēteriskās eļļas u.c.	7 – 12 %

Cigaretēs bez tabakas ir arī piedevas, kuras ražotāji pievieno tabakai, ietinamajam papīram, filtriem apstrādes, ražošanas vai iepakojšanas procesos. Tās var būt gan mitrumuzturētāji, dažādi aromāti, saldinātāji, mentoli vai citas piedevas, kas padara dūmus vieglāk ieelpojamus, kā, piemēram, glicerīna triacetāts, celulozes acetāts, titāna dioksīds, kalcija karbonāts, glicerols, heksanols, linalols, kālija sorbāts un citi (Geiss and Kotzias, 2007).

Cigaretes filtrs sastāv no celulozes acetāta vai kokvilnas, un tā galvenais uzdevums ir aizturēt/samazināt nikotīna, darvas un dūmu īpatvaru dūmos, līdz ar to - tiešo dūmu jeb smēķētāja ieelpoto un izelpoto dūmu ietekmi. Filtra efektivitāte ir atkarīga no ietinamā papīra, kurš iekļauj filtru, jo tajā esošo caurumu skaits un lielums nodrošina filtrā nokļūstošā gaisa intensitāti (Geiss and Kotzias, 2007; Zemann, 2011).

Ietinamais papīrs, kurš ietver cigarettes filtru, sastāv ir izgatavots no tīras celulozes tekstilšķiedrām, piemēram, lina, kaņepju vai koka. Tam var būt dažādas pakāpes porainība, kas ietekmē gaisa plūsmas intensitāti, regulējot tabakas degšanu, tāpēc būtiska ir papīra kvalitāte (Geiss and Kotzias, 2007). Galvenais ietinamā papīra uzdevums ir saglabāt cigarettes formu, saturēt sastāvdaļas kopā. Cigarešu filtra ietinamā papīra sastāvā parasti tiek izmantota arī pildviela – krīts, kas samazina celulozes garšu smēķēšanas laikā un pielāgo gaisa

caurlaidību caur porām un vielu izkliedi. Līdzīgi kā filtru ietverošajam papīram, arī pārējā daļā esošais papīrs ir nozīmīgs ne tikai ar tā ietveršanas funkciju, bet arī netiešo dūmu samazināšanu (Zemann, 2011).

Tabakas dūmi sastāv no vairāk nekā 5000 dažādām ķīmiskām vielām – gan tādām, kas ir atrodamas pašā tabakā, gan arī tādām, kas radušās degšanas procesa laikā, tomēr nepārtraukti tiek identificētas arvien jaunas (Mueller et al., 2011). Dūmi sastāv no aerosoliem, kurus veido miljoniem šķidru pilienu, kas suspendēti gāzveida sistēmā. Šķidro pilienu daļa tiek definēta kā cieta daļiņu fāze, savukārt gāzveida daļa – kā tvaiku fāze (Rodgman and Perfetti, 2008). 1. un 2. pielikumā ir attēlotas galvenās ķīmiskās vielas un savienojumi un to koncentrācijas, kas sastopamas abās šajās fāzēs tiešajos dūmos bez filtra.

Cigarešu tabakas dūmi, kas rodas smēķēšanas laikā, jūtami ietekmē gan pašus smēķētājus, gan nesmēķētājus. Tos var iedalīt tiešajos (angļu valodā - *mainstream smoke*) jeb pašus smēķētājus ietekmējošos (0,1 – 1,0 μm) un netiešajos (angļu valodā - *sidestream smoke*) jeb pasīvās smēķēšanas dūmos (0,01 – 1,0 μm), kuros ieelpo arī nesmēķētājs. Netiešo dūmu emisijas sākas zemākās temperatūrās, tās parasti ir viegli gaistošas ķīmiskās vielas (Zemann, 2011).

Pasīvā smēķēšana ir globāla veselības problēma, tās ietekme tiek vērtēta ņemot vērā cigarešu dūmus un smēķētāja izelpoto. Daļa dūmu uzkrājas uz dažādām iekšējās esošām virsmām un dažkārt ar citiem piesārņotājiem veido toksiskus savienojumus (Al-sarraf et al., 2013). Valstīs, kurās ir augsts smēķētāju īpatsvars gandrīz jebkurš cilvēks (īpaši pilsētu vidē) ir pakļauts pasīvās smēķēšanas ietekmei.

Cigaretes degšanas process ir sarežģīts, kura laikā vienlaicīgi notiek vairākas ķīmiskās reakcijas un fizikālie procesi. Ir divi galvenie apgabali cigaretes dedzināšanas zonā: degšanas zona un pirolīzes/destilācijas zona. Degšanas zonā skābeklis reaģē ar degošo tabaku, radot vienkāršas gāzes - oglekļa dioksīdu un oglekļa monoksīdu, temperatūras svārstās 700 - 950°C robežās dūmu mutuļa veidošanās laikā. Pirolīzes/destilācijas zonā temperatūras ir 200 - 600°C robežās un skābekļa līmenis ir salīdzinoši zems. Aptuveni trešdaļa dūmu sastāvdaļu izplatās no tabakas šajā apgabalā. Šo procesu rezultātā rodas ļoti piesātināts tvaiks, kurš atdziest līdz vidē pastāvošajai temperatūrai dažās milisekundēs un kondensējas veidojot aerosolu daļiņas. Pirolīzes/destilācijas apgabalā tiek radīti ogļūdeņraži ar zemu molekulāro masu, kas veidojušies degšanas zonā (Geiss and Kotzias, 2007).

1.4. Cigarešu radīto dūmu ietekme uz veselību

Ik gadu pasaulē tiek saražotas, pārdotas un izsmēķētas $5,4 \times 10^{12}$ cigaretes. Rietumu puslodē šie cigarešu apjomi samazinās, tomēr Austrumeiropā, Āzijas un Klusā reģiona valstīs

ar saviem patēriņiem ir atbildīgas par pretēju efektu – apjoma pieaugumu gadā par 1 – 2 %. Vislielākais ieguldījums tajā ir Ķīnas vienotajam tirgum, kur tiek saražotas un izsmēķētas aptuveni 40 % no visām cigaretēm (Zemann, 2011). Tāpēc būtiski pieaug arī saslimstība ar slimībām, kas radušās smēķēšanas rezultātā.

Tabakas lietošana ir viens no nozīmīgākajiem novēršamo nāvju un slimību cēloņiem, kā rezultātā ir aprēķināts, ka katru gadu šī ieraduma dēļ mirst vairāk nekā 5 miljoni cilvēku. Atsaucoties uz Pasaules Veselības organizācijas aprēķiniem, ja turpināsies pašreizējās tendences, līdz 2030.gadam tabakas izmantošanas rezultātā izraisīto nāves gadījumu skaits var sasniegt 8 miljonu cilvēku gadā, un 80 % no tiem būs valstīs ar zemu vai vidēju ienākumu līmeni.

Pasīvā smēķēšana veicina asinsrites sistēmas slimību attīstību, par šādu sakarību liecina liels skaits epidemioloģisko pētījumu. Cilvēki, kuri nesmēķē, bet ir precējušies vai dzīvo/strādā kopā ar smēķētājiem var tikt pielīdzināti smēķētājiem. Pierādās, ka cilvēkiem, kuri pakļauti pasīvajai smēķēšanai, ir paaugstināts insulta risks un par 30 – 40 % lielāks risks saslimt ar koronāro sirds slimību (KSS) (Eglīte, 2012). Bērni ir īpaši jutīgi pret gaisa piesārņojumu:

- (1) viņiem ir augstāks miera vielmaiņas rādītājs un skābekļa patēriņš uz vienu ķermeņa svara vienību nekā pieaugušajiem;
- (2) šaurāku elpceļu dēļ kairinājums, kuru izraisa gaisa piesārņojums var radīt traucējumus elpceļos;
- (3) bērni ir mazāka auguma, tāpēc spēcīgāk pakļauti lielākai piesārņojuma ietekmei (piemēram, dzīvsudraba tvaiki).

Bērnu plaušas ievērojami pieaug pēc dzimšanas un turpina augt pusaudžu gados. Novērojumi liecina par zemu svaru bērniem, kuru mātes grūtniecības laikā bijušas pasīvās smēķēšanas ietekmē, tāpat tas var būt zīdaiņu pēkšņās nāves sindroma cēlonis, veicināt bērnu aptaukošanos un saslimšanu ar diabētu (Abusalah et al., 2011; Etzel, 2007).

Hroniska pasīvās smēķēšanas iedarbība palielina saslimstību un mirstību no plaušu vēža, kā arī palielina risku sirds un asinsvadu slimībām ar hronisku iedarbību. Tāpat Pasaules Veselības organizācijas ziņojumā ir norādīts, ka pasīvā smēķēšana izraisa acu un elpošanas trakta kairinājumu. Bērniem, kuri slimo ar astmu, palielinās tās smagums un lēkmju biežums. Ietekmju līmeņus, ja šī iedarbība ir novērota, var apzīmēt ar nikotīna līmeni 1 – 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, kas ir labs indikators pasīvās smēķēšanas ietekmes vērtēšanai (WHO, 2000).

Literatūras avoti smēķēšanu min arī par tādu slimību iespējamo nāves cēloni kā mutes dobuma, balsenes, plaušu, barības vada, urīnpūšļa, aizkuņģa dziedzerā, nieru blāzdiņās, kuņģa

un dzemdes kakla vēža. Tā tiek asociēta arī ar tādām slimībām kā čūlām, neauglību, neveiksmīgu grūtniecību un palielinātu bērnu mirstību (Ten Hacken, 2006).

1.5. Iekštelpu gaisa kvalitātes normatīvi

Šobrīd Latvijā nav izstrādāti likumi iekštelpu gaisa piesārņojošo vielu novērtēšanai, tomēr tādi ir āra gaisam. Tā kā āra gaisā esošie piesārņotāji ir tieši saistīti ar iekštelpu gaisu, tad vērā var ņemt āra gaisa attiecīgās normas, tomēr attiecībā uz telpām tām būtu jābūt vēl stingrākām. Āra gaisa normu regulējošie noteikumi izdoti 2009.gada 3.novembrī – Ministru kabineta noteikumi Nr. 1290 „Noteikumi par gaisa kvalitāti” (Noteikumi par gaisa..., 2009). Lai gan Latvijā šādu normatīvu nav, tomēr Pasaules Veselības organizācija ir izveidojusi vadlīnijas dažādu iekštelpu gaisa piesārņotāju koncentrāciju ieteicamajiem ierobežojumiem, kuri nākotnē varētu tikt arī iestrādāti Eiropas Savienības līmeņa normatīvajos aktos.

Pēc Pasaules Veselības organizācijas pētījumu datiem vidējā cieto daļiņu robežkoncentrācija diennakts iedarbībai PM₁₀ ir 50 µg/m³, savukārt, PM_{2.5} – 20 µg/m³, kā arī gadā nedrīkst būt vairāk kā trīs dienas, kurās šie limiti ir pārsniegti. Nav noteiktas ne stundu, ne īsāka laika limitējošās koncentrācijas, un ir nepieciešami vēl pastiprinātāki pētījumi tieši attiecībā uz cietajām daļiņām (WHO, 2014).

1.4. tabula

Pasaules Veselības organizācijas vadlīnijas iekštelpu gaisa piesārņotājiem

(sastādīts pēc WHO, 2014)

Piesārņotājs	Vidējās pieļaujamās koncentrācijas dažādos laika intervālos							Riska vienība	Piezīmes
	10 min.	15 min.	30 min.	1 st.	8 st.	24 st.	1 gads		
Benzols (µg/m ³)	-	-	-	-	-	-	-	6.0 x 10 ⁻⁶	Nav droša līmeņa
CO (mg/m ³)	-	100		35	10	7	-	-	-
Formaldehīds (mg/m ³)	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-
Naftalīns (mg/m ³)	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-
NO ₂ (µg/m ³)	-	-	-	200	-	-	40	-	-
Policikliskie aromātiskie ogļūdeņraži (ng/m ³)	-	-	-	-	-	-	-	8.7 x 10 ⁻⁵	Nav droša līmeņa

Rekomendētie koncentrāciju apjomi attiecas uz kopējo cieta daļiņu emisijām, kas nāk ne tikai no cigarešu dūmiem, bet arī cita veida piesārņojuma avotiem, tajā skaitā āra gaisa. Citu iekštelpu gaisa piesārņotāju rekomendētie limiti attēloti 1.4.tabulā, kurā izdalīti galvenokārt degšanas procesu rezultātā radušās vielas, to ieteicamie ierobežojumi dažādos laika intervālos, kā arī riska vienības, kas raksturo koncentrācijas, kas var izraisīt nāves gadījumus neatkarīgi no iedarbības laika.

Attīstītajās valstīs iekštelpu gaisa kvalitātes normatīvi jeb ieteiktās rekomendācijas regulāri tiek pārsniegtas: 24 stundu iedarbībai cieta daļiņu PM₁₀ apjomi parasti ir amplitūdā 300 – 3000 µg/m³ un var sasniegt pat 30 000 µg/m³ un vairāk, it īpaši ēstgatavošanas laikā (Bruce et al., 2000).

Eiropas valstīs ir augsts iekštelpu gaisa piesārņojums, kas samazina dzīves kvalitāti un izraisa priekšlaicīgas nāves riska paaugstināšanos. Šāds risks visaugstākais ir Austrumeiropas valstīs – Polijā, Rumānijā, Čehijā, Horvātijā, Bulgārijā, Ungārijā. Arī Latvijā, Lietuvā, Itālijā, Nīderlandē un Dānijā šie rādītāji ir ļoti augsti, savukārt zemākie – Zviedrijā, Norvēģijā, Lielbritānijā, Francijā un Asutrijā, lai gan kopumā arī šajās valstīs būtu nepieciešams mazināt priekšlaicīgās nāves risku, kas saistīts ar iekštelpu gaisa kvalitātes normu pārsniegšanu (Jantunen et al., 2011).

1.6. Būvniecības normatīvi attiecībā uz iekštelpu gaisa kvalitāti

Lielu daļu iekštelpu gaisa piesārņotāju esamību var kontrolēt jau pašā ēkas būvniecības sākumā, kā arī tās ekspluatācijas laikā, ja ir izveidota pietiekami efektīva ventilācijas sistēma, kura nodrošina gaisa apmaiņu, nevis tikai ierobežotu vēdināšanas ietekmi.

Latvijā šobrīd spēkā esošais Būvniecības likums nosaka, ka viens no nosacījumiem ir ilgtspējības principa ievērošana (4.panta 5.punkts), kas vērsts uz kvalitatīvas vides radīšanu pašreizējām un nākamajām paaudzēm, un to piemēro jau gan esošo būvju rekonstrukcijai, gan jaunu būvju celtniecībai. Diemžēl šajā likumā nav tieši definēti kvalitatīvas vides priekšnosacījumi (Būvniecības likums, 2013).

Būvnormatīvi, kas būtiski attiecas uz iekštelpu gaisa kvalitāti, ir vairāk saistāmi ar ventilācijas sistēmām un to efektivitāti. Ministru kabinets ir izstrādājis noteikumus Nr.534 „Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 231-03 „Dzīvojamo un publisko ēku apkure un ventilācija””, kas nosaka prasības, pēc kurām būtu jāprojektē un jāierīko jaunu vai renovējamu dzīvojamo un publisko ēku apkures, ventilācijas un gaisa kondicionēšanas sistēmas.

Noteikumu 65.punktā minēts, ka ēkas novietojums, telpiskais plānojums un konstruktīvais risinājums tiek izvēlēts pēc šādiem nosacījumiem, kas attiecas uz gaisa

kvalitāti: 1) lai mazinātu piesārņojumu no āra gaisa un piesārņojuma ietekmi no grunts radona uz ventilācijas sistēmām, telpām un ēku kopumā; 2) lai telpās nebūtu paaugstināta mitruma ietekme, ko var radīt nkorīšņi, kapilārais vai kondensācijas mitrums; 3) lai izvairītos no kaitīgo izdalījumu izplatīšanās riska gan no telpas uz telpu, gan no stāva uz stāvu (Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 231-03..., 2003).

Noteikts, ka jau ēkas enerģētiskās bilances plānošanas procesā jāparedz neelektriskās un siltuma jaudas, kas nepieciešamas ventilācijas sistēmu darbībai. Savukārt pašām telpām bez ventilācijas ir jāieplāno arī dabiskās vēdināšanas iespējas (logus, īpašas ailas), ar ieteikuma raksturu minēts neprojektēt telpas, kurās to nevar nodrošināt. Attiecībā uz smēķēšanu tiek noteikts, ka telpas/ēkas tiek projektētas tādas, lai nesmēķētājiem samazinātu pasīvās smēķēšanas risku (Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 231-03..., 2003).

Dzīvojamo un publisko ēku ventilācijas sistēmas jāprojektē un jāierīko tā, lai telpās tiktu nodrošināta atbilstoša gaisa kvalitāte, kā arī attiecīgiem standartiem piemērots komforta līmenis. Attiecībā uz gaisa kvalitāti šie noteikumi arī paredz, ka enerģijas ekonomēšanas nolūkos dabiskās ventilācijas sistēmām ir priekšroka, tomēr, ja ar to nav iespējams nodrošināt, lai tiktu ievērotas gaisa kvalitātes prasības, tad jāprojektē mehāniskās ventilācijas sistēmas (Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 231-03..., 2003).

Līdzīgi būvnormatīvi ir izstrādāti arī atsevišķi daudzstāvu daudzdzīvokļu dzīvojamajiem namiem „Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 211-08 „Daudzstāvu daudzdzīvokļu dzīvojamie nami”, kuri paredz saskaņotību jau ar iepriekš minētajiem būvnormatīviem dzīvojamajām un publiskajām ēkām. Attiecībā uz gaisa kvalitāti šajos noteikumos kā viena no pamatprasībām projektēšanai ir izmantot veselībai nekaitīgus apdares materiālus dzīvokļu iekštelpu izbūvē un apdarē. Noteikumi paredz dabisko ventilācijas sistēmu projektēšanu dzīvojamās istabās, kā arī atbilstošas prasības telpu iekšējai gaisa temperatūrai un ventilācijas gaisa apmaiņas apjomiem, kas norādīti noteikumu 2.pielikumā. Dzīvojamajās telpās aukstajā gadalaikā temperatūrai būtu jābūt 18°C, izvadāmā gaisa daudzumam vai gaisa apmaiņas biežumam jābūt vismaz 3 m³/m² stundā. Savukārt virtuvē, kas ir šī pētījuma galvenā norises vieta, temperatūrai arī jābūt 18°C, bet izvadāmā gaisa apmaiņai – vismaz 60 m³/m² stundā (Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 211-08..., 2009).

Atbilstoši šiem būvnormatīviem dažādām telpām pēc to izmantošanas mērķa paredzētas atšķirīga veida ventilācijas sistēmas. Caur dabīgās nosūces kanāliem vēdināmas: virtuve, tualete, vannas istaba un dušas telpas. Savukārt publiskajām telpām pēc to izmantošanas normatīviem un tehnoloģiskajām prasībām jāprojektē autonomas ventilācijas un gaisa kondicionēšanas sistēmas (Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 211-08..., 2009).

Attiecībā uz iekštelpu gaisa kvalitāti jāmin arī Ministru kabineta noteikumi Nr.359 „Darba aizsardzības prasības darba vietās”, kuri paredz prasības arī iekštelpu gaisa kvalitātei un vēdināšanai. Ja telpas ir slēgta tipa, tad tajās ir jānodrošina svaiga gaisa pieplūde, kas atbilstoša darba raksturam un slodzei. Regulāri ir jānodrošina arī ventilācijas vai gaisa kondicionēšanas sistēmu tīrīšana, efektivitātes pārbaudes un to kontroles sistēmas darbība. Atbilstoši darba specifikai ir arī pastiprinātākas uzraudzības sistēmas jānodrošina (Darba aizsardzības prasības..., 2009).

1.7. Likumdošana saistībā ar tabakas apriti

Saistībā ar tabakas apriti Latvijā ir izstrādāts Latvijas Republikas Saeimas likums „Par tabakas izstrādājumu realizācijas, reklāmas un lietošanas ierobežošanu”, kurš attiecas arī uz pētījumu vietu Rīgu, kuras saistošajos noteikumos par sabiedrisko kārtību tas nav iekļauts, bet darbojas, jo spēkā ir visā valstī. Likums paredz ierobežojumus attiecībā uz tabakas, tās izstrādājumu un augu smēķēšanas produktu iepakojuma noformējumam un izplatīšanai; nosaka ierobežojumus smēķēšanai publiskās un citās atbilstoši noteiktās vietās, kā arī nosaka kārtību, kādā ir jākontrolē tabakas, to izstrādājumu un augu smēķēšanas produktu aprite un to lietošanas ierobežojumi (Par tabakas izstrādājumu realizācijas..., 1996).

Šī likuma ietvaros ir korekts uzstādījums, ka smēķētājam jārespektē cita cilvēka tiesības uz tīru un labvēlīgu vidi, tādējādi atbilstoši šim normatīvajam aktam jebkurš var sniegt sūdzību, ja netiek ievērots, ka nesmēķētājs ir prioritārs attiecībā pret smēķētāja interesēm. Arī darba telpās ir jānodrošina šāda kārtība, un darbiniekam, kurš nesmēķē, ir pamatotas tiesības atteikties strādāt telpās, kur ir smēķētāji (Par tabakas izstrādājumu realizācijas..., 1996).

Likums nosaka, ka uz tabakas izstrādājumu iepakojuma ir jābūt norādītam brīdinājumam valsts valodā, kas atbilst noteiktajiem normatīviem, kā arī attēliem/ilustrācijām, kas norāda uz smēķēšanas kaitīgumu. Lai samazinātu smēķētāju skaitu, bez brīdinājumiem ir izstrādāti arī ierobežojumi attiecībā uz pārdošanu, kas paredz, ka personas, kas jaunākas par 18 gadiem nedrīkst iegādāties šādus produktus, kā arī vietās, kur visbiežāk uzturas bērni un pusaudži vai ārstniecības, kultūras, sporta iestādēs, ir aizliegts šos produktus pārdot, ko paredz likuma 7.pants (Par tabakas izstrādājumu realizācijas..., 1996).

Lai ierobežotu kaitīgo ietekmi uz līdzcilvēkiem, aizliegumi smēķēt ir gan izglītības un audzināšanas iestādēs un tām piederošajās teritorijās, gan iestādēs, kas saistītas ar veselības aprūpi, ja vien nav norādītas atsevišķas nodalītas telpas, gan pieturvietu nojumēs un uz peroniem, gan daudzdzīvokļu māju koplietošanas telpās un tādās piebūvēs kā balkoni un lodžijas (ja ir iebildumi), gan darba vietās (izņemot speciāli ierīkotās telpās), gan publiskās ēkās (izņemot tajās esošiem dzīvokļiem), sabiedriskā transporta līdzekļos, taksometros

(izņēmumi attiecas uz tālsatiksmes vilcieniem un kuģiem, kuros paredzētas speciāli ierādītas vietas), gan bērnu atpūtas laukumos, gan parkos, skvēros, peldvietās, sabiedriskās ēdināšanas vietās (izņēmums – āra kafējnīcas ar ierādītām vietām), publisku pasākumu vietās, jebkurā citā vietā, kur persona, kas nesmēķē, pret to iebilst. Būtisks ir arī ierobežojums pie valsts, pašvaldību vai kapitālsabiedrību ēkām, kur ir izvietots atbilstošs informatīvs uzraksts, - šādās vietās nedrīkst smēķēt tuvāk par 10 metriem no ieejas (Par tabakas izstrādājumu realizācijas..., 1996).

1.8. Likumdošana ar tabakas apriti citās valstīs

Smēķēšanas ierobežojumi un izplatība ir visai atšķirīga dažādās Eiropas valstīs, jo vienotu noteikumu šajā jautājumā nav. Tomēr ierobežojumi Eiropā lēnām ir attīstījušies un paplašinājušies pēdējo desmitgažu laikā pēc Otrā pasaules kara, kad pirmie pamati tika likti 70.gados ar stingrākiem noteikumiem attiecībā uz smēķēšanu sabiedriskajā transportā, teātrī, skolās un darba vietās. Pirmais stingri piemērotais vispārīgais smēķēšanas aizliegums visu sabiedrisko iestāžu iekštelpu vidē stājās spēkā Īrijā 2004.gadā, un šādam piemēram ir sekojušas daudzas citas valstis, kas pēc pētījumu datiem ir samazinājis saslimstību skaitu ar smēķēšanu saistītām slimībām (Jantunen et al., 2011).

Eiropas Savienībā smēķēšanas ierobežojumi ir pilnīgi visās tās dalībvalstīs, bet tie variē atkarībā no nacionālajiem normatīvajiem aktiem. Šobrīd 17 Eiropas dalībvalstīs ir visaptveroši smēķēšanas aizliegumi publiskās vietās. Starp šīm valstīm – Īrijai, Lielbritānijai, Grieķijai, Bulgārijai, Maltai, Spānijai un Ungārijai ir visstingrākie noteikumi ar pilnīgu smēķēšanas aizliegumu slēgtās sabiedriskās vietās, sabiedriskajā transportā un darba vietās, ar ļoti ierobežotiem izņēmumiem.

1.5.tabulā ir aplūkojami citu valstu ierobežojumi dažādām sabiedriskām vietām, un to raksturs. Neskatoties uz visstingrākajiem aizliegumiem, Grieķijā smēķētāju skaits vecumā 20 – 44 gadi ir visaugstākais Eiropā (Zatonski et al., 2012).

1.5. tabula

Eiropas dalībvalstu aizliegumi smēķēšanai publiskās vietās (sastādīts pēc WHO, 2014)

	Darba vieta	Slēgtas publiskās vietas	Restorāni	Bāri	Veselības aprūpes iestādes	Izglītības iestādes	Sabiedriskais transports	Viesnīcas	Aprūpes nami	Cietumi
Austrija	+	+	+/-	+/-	+	+	+	+	+	+
Beļģija	+	+	+	+/-	+	++	++	+	+	+

1.5. tabulas turpinājums

	Darba vieta	Slēgtas publiskās vietas	Restorāni	Bāri	Veselības aprūpes iestādes	Izglītības iestādes	Sabiedriskais transports	Viesnīcas	Aprūpes nami	Cietumi
Bulgārija	+	+	+/-	+/-	+	+	++	+	+	+
Kipra	+	++	++	++	++	++	++	+	-	+/-
Čehija	+/-	+/-	-	-	++	++	+	+/-	+	+/-
Dānija	+	+	+	+/-	+/-	+	+	+/-	+	+
Igaunija	+/-	+/-	+	+	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Somija	+	+	+	+	+	++	+	+	+	+
Francija	+	+	+	+	++	++	++	+	+	+
Vācija	+	+	+/-	+/-	+	+	+	+	+	+
Grieķija	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Ungārija	+/-	+/-	-	-	+/-	++	+/-	+/-	+/-	+/-
Īrija	++	++	++	++	+/-	++	++	+	-	-
Itālija	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Latvija	+	++	++	++	+	++	+	+	+	+
Lietuva	+	++	++	+	++	++	+/-	+/-	+	+
Luksemburga	+	++	+	+/-	+	++	+	+	+	+
Malta	+	+	+	+	++	++	+	+	+	+
Nīderlande	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Polija	+	++	+	+	++	+	+	+	+	+/-
Portugāle	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	++	+/-	+/-	+/-
Rumānija	+	+	+/-	+/-	++	+	++	+/-	+	+
Slovākija	+	++	+	+/-	++	++	+	+	+	+
Slovēnija	+	+	+	+	++	++	+	+	+/-	+
Spānija	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+
Zviedrija	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Paskaidrojumi:

- +
 - ++
 - +/-
 -
- smēķēšanas aizliegums iekštelpās ar nodrošinātām atsevišķām telpām
pilnīgs smēķēšanas aizliegums
daļējs smēķēšanas aizliegums (ar izņēmuma gadījumiem)
aizlieguma nav vai ir rekomendācijas vai ieteikuma raksturs

10 dalībvalstīm (Beļģija, Kipra, Somija, Francija, Itālija, Latvija, Lietuva, Zviedrija, Polija un Slovēnija), kurām nav tik strikti noteikumi, ir pastāvoši vispārējie aizliegumi smēķēt darba vietās un slēgtās publiskās vietās ar speciāliem izņēmumiem, ja tam ir paredzētas

norobežotas telpas. Pārējās dalībvalstīs (Dānija, Nīderlande, Luksemburga, Rumānija, Portugāle, Austrija, Vācija, Čehija, Igaunija un Slovākija) ir daudzi izņēmumu gadījumi, kas attiecas uz publiskā vietām, kā, piemēram, bāriem un/vai restorāniem vai to daļām. Dažām dalībvalstīm vērojamas atšķirības aizliegumiem starp veselības aprūpes iestādēm un citām darba un publiskām vietām (European Commission, 2013).

Izveidojot šādus aizliegumus, tiem jāsaprotas ar vispārēju sabiedrības attieksmi un to sākotnējo nostāju, kas laika gaitā var mainīties. Pētījumi rāda, ka valstīs, kur jau ilgākā laika posmā pastāv šādi ierobežojumi, sabiedrība apstiprinoši raugās arī uz stingrākiem aizliegumiem. Pēc 2005.gadā veiktās Eiropas aptaujas lielākā daļa eiropiešu apstiprinoši raugās uz smēķēšanas aizliegumiem. 86 % vēlētos redzēt šādus ierobežojumus biroja telpās un citās slēgtās darbavietās. Gandrīz tikpat daudz aptaujāto atbalsta aizliegumus sabiedriskās ēkās, piemēram, lidostās, dzelceļa stacijās un veikalos. Tomēr, raugoties uz aizliegumiem restorānos, bāros un krogos, cilvēku attieksme Eiropā nav tik apstiprinoša, bet to var mainīt ilgtermiņa ierobežojumi, kas saistīts ar cilvēku pieradumu pie attiecīgiem regulējumiem (Diezemann, S.a.).

2. PĒTĪJUMU MATERIĀLS UN METODES

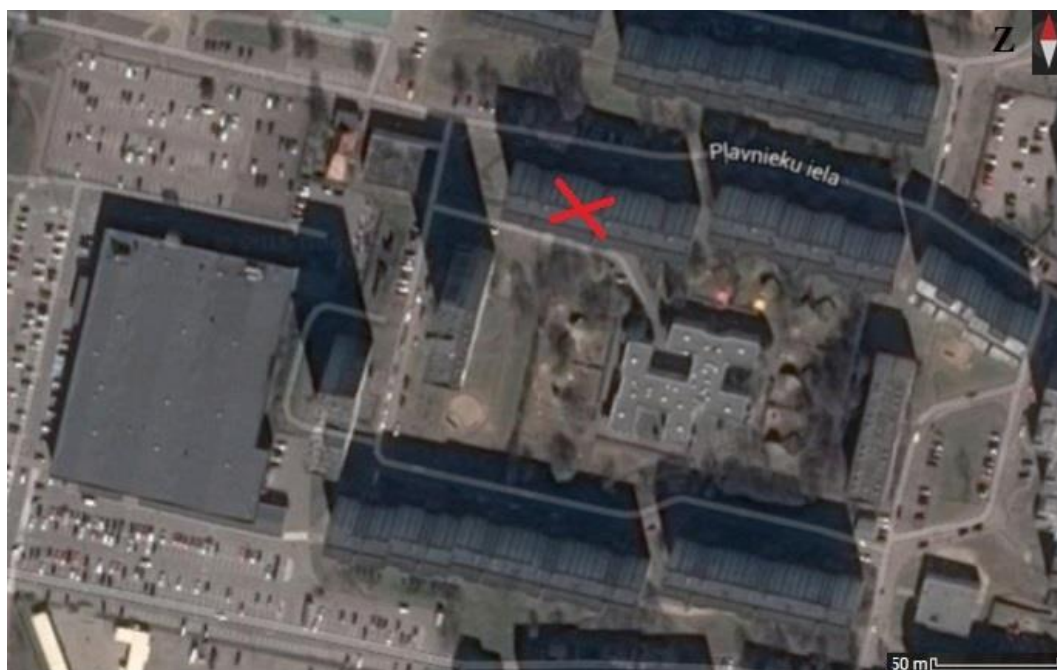
Pētījums veikts 2014.-2015. gadā (1.04.2014. - 2.05.2015.) izmantojot cieto daļiņu vairākkārtu lāzerskaitīšanas iekārtu (Particle Counter CEM DT 9881). Mērījumi veikti dažādos apstākļos novērtējot mikroklimata, sezonālātes, cigarešu marku, smēķētāju paradumus, ventilācijas sistēmu intensitāti un lietošanu.

2.1. Pētījuma vieta

Pētījumu vieta ir izvēlēta daudzstāvu ēkas viena dzīvokļa virtuve (8 m²), kurā tiek regulāri smēķēts, tādējādi iegūstot datus par to, kāda ir gaisa kvalitāte šādas ietekmes rezultātā, kā arī šī dzīvokļa viena no istabām. 2.2. attēlā ir aplūkojams dzīvokļa plāns un smēķētāja atrašanās vieta, kad tiek veikti mērījumi (atzīmēts ar sarkanu zīmi). Tiek novērotas četras situācijas, kas parāda, cik strauji un kā mainās daļiņu skaits smēķēšanas rezultātā:

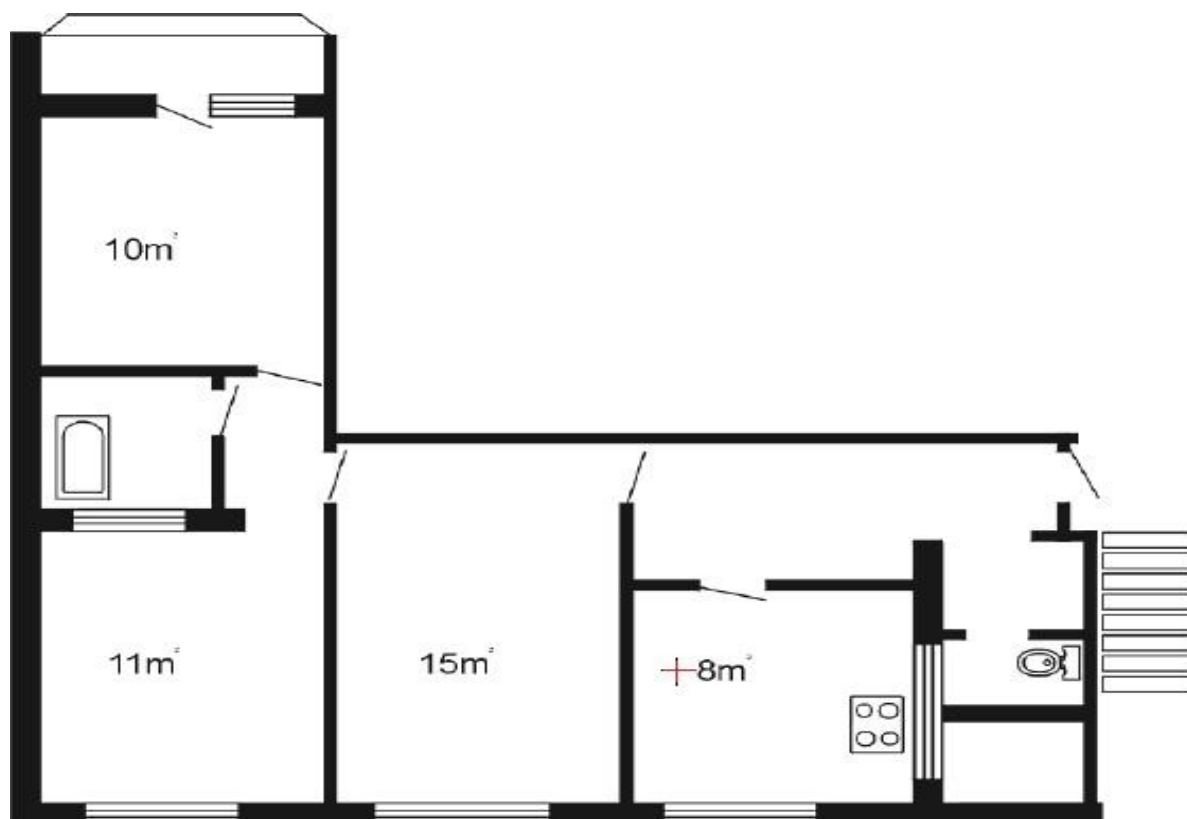
- 1) Mērījumi pirms smēķēšanas uzsākšanas – standartizēta vide;
- 2) Mērījumi smēķēšanas laikā;
- 3) Mērījumi pēc smēķēšanas;
- 4) Mērījumi pēc smēķēšanas, palielinot svaiga gaisa ieplūdi no āra.

Dzīvoklis atrodas Rīgā, Pļavnieku ielā, 602. sērijas betonu bloka mājas 9.stāvā. Šāda tipa ēkas būvētas laika posmā no 1970. līdz 1980. gadam. Ēka novietota samērā blīvi apbūvētā teritorijā, kur to ieskauj šāda paša tipa ēkas, kas veido kanjonveidīgu efektu. 2.1. attēlā var aplūkot ēkas novietojumu attiecīgajā apbūves teritorijā.



2.1.attēls. Pētījuma vietas atrašanās vieta attiecīgajā apbūves teritorijā (sagatavots pēc Google Maps, 2015)

Smēķētājs telpās smēķē bieži (gandrīz katru dienu), parasti gan pie atvērta loga virtuvē vai atvērtām balkona durvīm istabā. 2.3. attēlā ir aplūkojama virtuve un tās izkārtojums - tā ir salīdzinoši šaura, tajā ir viens standarta izmēra logs. Parasti smēķēšanas laikā tiek ieslēgts tvaika nosūcējs, kurš savas funkcijas pilda nepilnīgi, jo nav veikta pilnvērtīga tā apkope un uzturēšana. Uz loga palodzes atrodas daudz istabas augu, tāpēc parasti logi tiek atvērti vēdināšanas režīmā, tomēr vasarā istabas augu ir mazāk kā ziemā. Istabā logi ir savienoti ar balkonu. Telpa tiek bieži vēdināta un tajā smēķēts tiek retāk. Smēķētājs lietoja L&M, Kent, Parliament, Candlelight markas cigaretes.



2.2.attēls. Dzīvokļa plāns un smēķētāja atrašanās vieta mērījumu laikā (sagatavots pēc RigaRealEstate, bez dat.)



2.3.attēls. **Dzīvokļa attēls** (autores fotogrāfija)

Gaisa apmaiņa ar āra vidi nenotiek pilnvērtīgi, kas nozīmē, ka ventilācijas intensitāte dzīvoklī nav pietiekami efektīva. Logs ir vienīgais ventilācijas sistēmas elements, ja neskaita tvaika nosūcēju virs plīts. Datu bāzes izveidei tika izmantots būvnormatīvos noteiktais gaisa apmaiņas biežums - vismaz $60 \text{ m}^3/\text{m}^2$ stundā attiecīgi virtuves kvadrāturai.

2.2. Mērījumu metodika

Datu ticamībai un salīdzināmībai, mērījumi tiks veikti vairākas reizes izvēlētajās vietās dažādās sezonās, kas palīdz saskatīt arī likumsakarības starp temperatūru maiņu (apkures sezonas sākšanās laikā lielāks daļiņu apjoms, biežāk smēķē iekštelpās) un daļiņu kopējo skaita pieaugumu. Pētījuma laikā tika novērota arī dažādu cigarešu marku ietekme, kas ļauj izprast degšanas procesos radušos daļiņu apjoma atšķirības. Mērījumu uzskaitījumam ir izveidots protokola paraugs, ko var aplūkot 4. pielikumā.

2.4. attēlā ir redzams daļiņu skaitītājs CEM DT 9881, ar kuru tika veikti mērījumi (lāzerskaitījumi) dažāda izmēra aerodinamiskā izmēra daļiņām -, $0,3 \mu\text{m}$, $0,5 \mu\text{m}$, $1,0 \mu\text{m}$, $2,5 \mu\text{m}$, $5,0 \mu\text{m}$ un, - $10 \mu\text{m}$. Vissīkākās daļiņas ir viskaitīgākās, jo tās ieelpojot tiek caur elpceļiem tālāk uz plaušām, radot būtiskus traucējumus elpošanas sistēmai. Tā kā cigarešu dūmu daļiņas ir ļoti smalkas ($0,01 - 1,0 \mu\text{m}$), izmantotā iekārta ļauj konstatēt cieto daļiņu skaita izmaiņas smēķēšanas laikā. Iekārta izmantota arī mikroklimatisko parametru noteikšanai, mērīta gaisa temperatūra, relatīvais mitrums, rasas punkta temperatūra un mitrā termometra temperatūra. Gaisa parauga ņemšana notiek 21 sekundi, sūkņa jauda 2.83 l/min .



2.5.attēls. Daļiņu skaitītājs CEM DT 9881 (autores fotogrāfija)

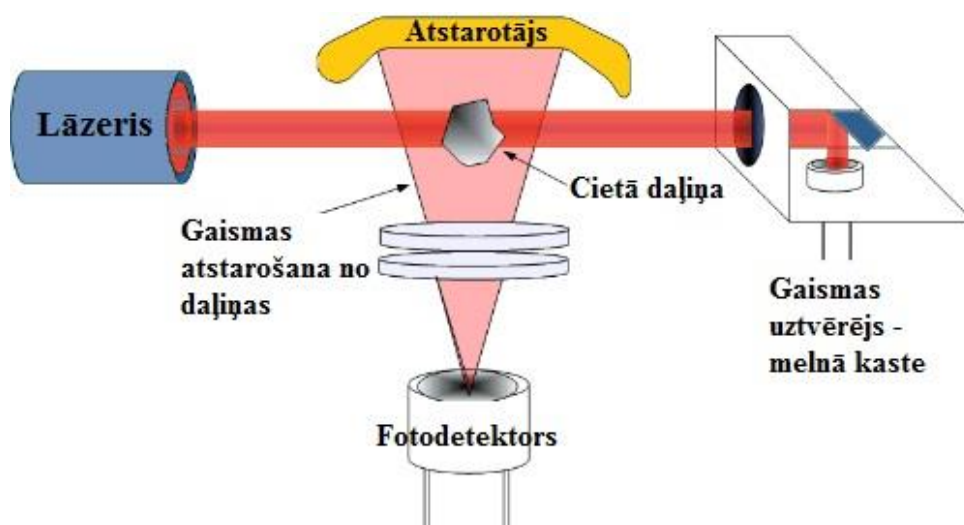
Lāzera optisko daļiņu skaitītāja vispārīgais raksturojums:

- 1) Lāzeri un optiskās komponentes: lāzeris ir vēlamais gaismas avots, jo tā gaisma ir singulārs viļņa garums, kuram raksturīga viena augstas intensitātes gaismas krāsa. Parasti lāzeri dod sarkanu, zaļu vai gandrīz infrasarkano gaismu. Šobrīd visplašāk tiek izmantotas lāzera diodes. Optiskās komponentes kolimē (starus paralēli) un koncentrē lāzera gaismu, lai lāzeris apgaismotu daļiņu paraugu ņemšanas reģionu – skatīšanās telpu (angļu valodā - *viewing volume*). Izkliedēto gaismu savāc papildoptika un nosūta uz fotodetektoru.
- 2) Skatīšanās telpa (angļu valodā - *viewing volume*): maza izmēra tuvās un tālās plaknes nodalīta telpa, kuru izgaismo lāzeris. Parauga vide (gaiss, šķidrums vai gāze) tiek iesūknēta šajā telpā, kur lāzerstaram caurgaismojot vidi, - tajā esošās daļiņas izklienē (atstaro) gaismu, kuru fotodetektors identificē izklienētas gaismas formā saistot ar avotiem (daļiņām).
- 3) Fotodetektors: elektriska ierīce, kas ir jutīga pret gaismu. Kad daļiņas izklienē gaismu, fotodetektors identificē gaismas uzliesmojumus (zibšņus) un pārveido tos elektriskā signālā vai vibrācijā. Sīkās daļiņas izklienē mazus gaismas

uzliesmojums un daļiņām ar lielākiem izmēriem šis uzliesmojums ir lielāks, izmantojot pastiprinātāju un noteiktu spraugumu, saņemtais optiskais signāls tiek konvertēts elektriskā signālā.

- 4) Uzliesmojuma intensitātes analizators: uzliesmojumi jeb signāli no fotodetektora nonāk šajā daļā, kur tiek pārbaudīti/analizēti uzliesmojuma lielumi un sadalīti pa atbilstošā izmēra kanāliem – frakcijām, kuras satur datus par katru uzliesmojumu, un šie dati ir savstarpēji saistīti ar daļiņu izmēriem.
- 5) Melnā kaste (angļu valodā - *black box*) jeb atbalsta shēma (elektriskā) caurskata uzliesmojumu skaitu katrā tilpnē un pārveido informāciju par daļiņu datiem (Particle Measuring Systems, 2011).

2.5. attēlā ir aplūkojama vienkāršota optiskā daļiņu skaitītāja uzbūves shēma.



2.5.attēls. **Optiskā daļiņu skaitītāja uzbūves shēma** (sagatavots pēc BreathPureAir, S. a.)

Daļiņu skaitītājos izmantotajām optiskajām komponentēm sasniedzot daļiņas, notiek gaismas izkliede, ko var raksturot ar Releja un Mī teorijām par gaismas izkļiedes intensitāti. Releja teorija balstās uz molekulārās izkļiedes ideju un ir attiecināma tikai uz smalkām daļiņām. Šajā režīmā elektrmagnētiskais lauks ir vienmērīgi sadalīts attiecībā uz smalkajām daļiņām, un visi iesaistītie dipoli atstaro gaismu vienādi visos virzienos. Tādējādi izkļiedētās gaismas intensitāte nav atkarīga no leņķa, kādā krīt gaismas stars. Gaismas atstarošana rupjām daļiņām ir vairāk ģeometriskā parādība. Mī teorija ir piemērojama vidēja izmēra daļiņām, un parasti izmantojama aerosoliem, kas pēc savas formas un veida ir līdzīgi. Šajā gadījumā dipoli nav vienmērīgi sadalīti un ir nepieciešams aprēķināt vektoru summu, lai noteiktu kopējo atstarošanas intensitāti konkrētajā punktā. Šajā gadījumā liela nozīme ir leņķim, kādā krīt gaismas stars. Kopumā izkļiedētās gaismas intensitāte ir atkarīga no krītošā stara viļņa garuma, daļiņas atstarošanas indeksa, daļiņas izmēra un leņķa, kādā krīt gaisma (Webb, 2000; Optical Particle Counter, S. a.).

2.3. Daļiņu koncentrāciju aprēķināšana

Datu ievākšanai izmantotais daļiņu skaitītājs dod iespēju novērtēt tikai skaitliskās vērtības jeb daļiņu apjomus sešos izmēru kanālos, tāpēc datu salīdzināmībai ar citiem pētījumiem, šie mērījumi tika pārrēķināti kā masas vienības tilpumā (koncentrācijā). Tā kā izmantotais daļiņu skaitītājs darbojas pēc gaismas izkliedes principa, tad var izmantot šādu pārrēķinu formulu, kurā tiek veikta matemātiska ekstrapolācija, izmantojot korekcijas koeficientu (Cheng and Lin, 2010):

$$m(d_{pi}) = C_F \frac{\pi}{6} d_{pi}^3 n(d_{pi}), \quad (1)$$

kur i – daļiņu skaitītāja izmēru kanāla numurs,

d_{pi} – vidējais aritmētiskais starp augšējo un apakšējo izmēru kanāla robežu,

$m(d_{pi})$ – masas koncentrācija attiecīgā izmēra kanālā,

$n(d_{pi})$ – skaitliskā daļiņu koncentrācija attiecīgā izmēra kanālā,

C_F – korekcijas koeficients (kas šajā tiek pieņemts kā nemainīgs, tas ir, 1,0).

Var tik izmantotas arī alternatīvas versijas daļiņu skaita pārrēķināšanai uz koncentrāciju, viena no tādām, kas aprēķina kopējo daļiņu masas koncentrāciju, bet neļauj noteikt to sadalījumu pa frakcijām, tāpēc netika izmantota. Tās aprēķinu formula ir šāda (TSI Inc., 2012):

$$C = \frac{\Delta N}{Q - T_{\text{sample}}}, \quad (2)$$

kur ΔN – daļiņu skaits paraugā attiecīgajā laika vienībā,

Q – plūsmas ātrums,

T_{sample} – parauga ņemšanas laiks.

Otrās aprēķinu metodes nenoteiktību rada frakcionārā sadalījuma trūkums, kas var ļoti būtiski ietekmēt rezultātus – jo daļiņas sīkākas, jo blīvākas. Līdzīgi arī pirmajā aprēķinu metodē trūkst blīvums, tādējādi rezultāti ir neprecīzāki un mazāk pielīdzināmi citiem pētījumu datiem. Lai gan izvēlētajai aprēķinu metodei ir sava nenoteiktības pakāpe, tomēr tā tika izmantota, jo nebija iegūstami dati par blīvumu, kā arī tika pieņemts, ka smēķēšanas procesā rodas sfēriskas daļiņas.

2.4. Datu analīze, izmantojot programmu IBM SPSS

Iegūto datu apstrādāšanai tika izmantota programma IBM SPSS Statistics 22.0, kas ļauj analizēt lielas datu kopas, izveidot atbilstošas tabulas un grafikus likumsakarību noteikšanai starp dažādiem ietekmējošiem faktoriem. Datu analīze, izmantojot SPSS:

1) cieto daļiņu skaita un masas izmaiņu novērtējums – lineārā korelācija, bezparametriskā korelācija.

2) Faktoranalīze.

3) Klāsteranalīze.

2.6. tabula

SPSS izmantotās statistiskās metodes un analizē izmantotie parametri

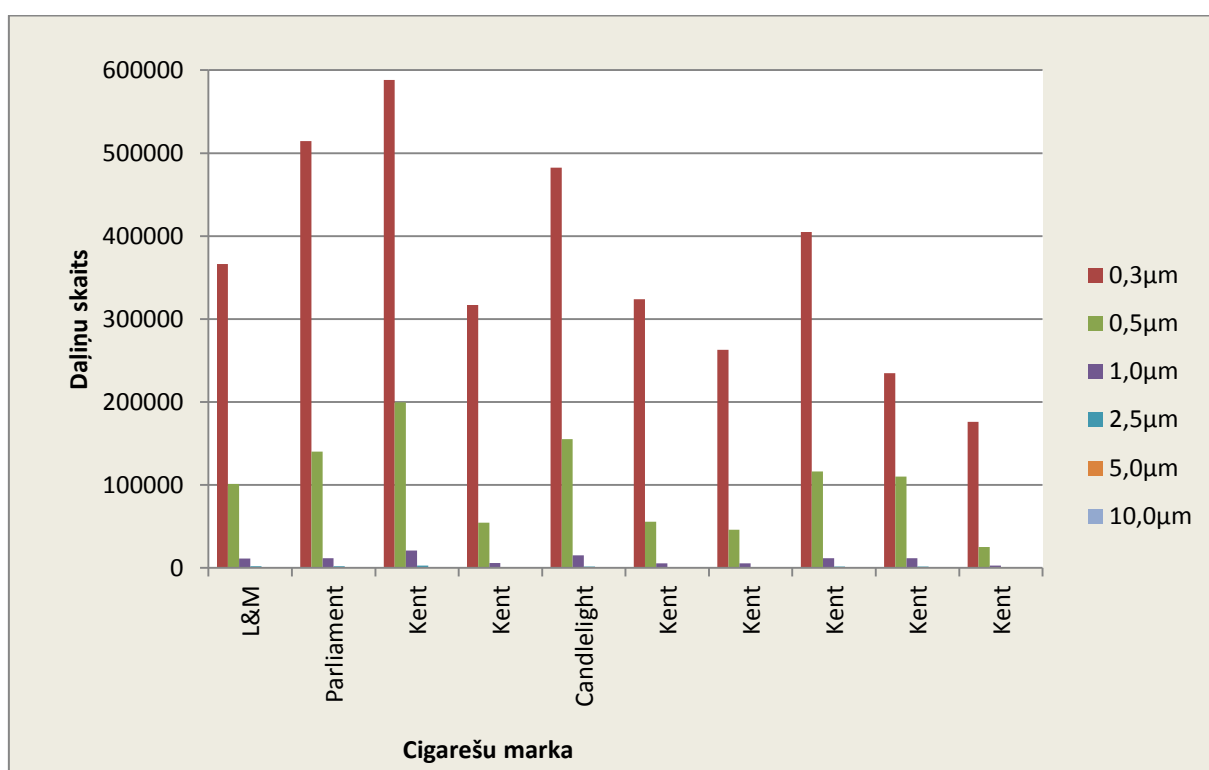
(izstrādājusi autore)

Statistiskā analīze	Parametri
Pīrsona koeficients	Daļiņu skaits: 0.3, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 10; daļiņu koncentrācijas: 0.3, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 10, kopējā koncentrācija (c_SUM); absolūtā temperatūra (AT), slapjā termometra temperatūra (WB), relatīvais mitrums (RH), rasas punkts (DP), marka, telpa, gadījums (case), ventilācija (ventilation)
Kendala rangu korelācijas koeficients	Daļiņu skaits: 0.3, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 10; daļiņu koncentrācijas: 0.3, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 10, c_SUM; AT, WB, RH, DP, marka, telpa, case, ventilācija
Spīrmena rangu korelācijas koeficients	Daļiņu skaits: 0.3, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 10; daļiņu koncentrācijas: 0.3, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 10, c_SUM; AT, WB, RH, DP, marka, telpa, case, ventilācija
Faktoru analīze ar daļiņu skaitu	Daļiņu skaits: 0.3, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 10; AT, WB, RH, DP, marka, telpa, case, ventilācija
Faktoru analīze ar daļiņu koncentrācijām	Daļiņu koncentrācijas: 0.3, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 10, c_SUM; AT, WB, RH, DP, marka, telpa, case, ventilācija
Hierarhiskā klāsteranalīze	Daļiņu koncentrācijas: 0.3, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 10, c_SUM; AT, WB, RH, DP, marka, telpa, case, ventilācija
T-tests starp dažādām cigarešu markām	Daļiņu koncentrācijas: 0.3, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 10, c_SUM; marka

2.6. tabulā ir aplūkojamas datu statistiskajā analizē izmantotās metodes un parametri. Telpa kā parametrs tiek izmantots, lai salīdzinātu dažādās koncentrācijas un daļiņu skaitu starp virtuvi un istabu, gadījums, kas apzīmēts ar "case", raksturo situāciju jeb fāzi, kas raksturo darbības ietekmējošos faktoros, savukārt ventilācija datu bāzē tika iekļauta un aprēķināta, izmantojot attiecīgos būvnormatīvus – gaisa apmaiņas biežums vismaz 60 m³/m² stundā atbilstoši virtuves kvadrāturai. Klāsteru analīzes mērķis ir novērojumu apvienošana/grupēšana, pamatojoties uz definētu līdzības principu, šī darba ietvaros izmantots Warda līdzības princips un kvadrātiskā Eiklīda attāluma metode.

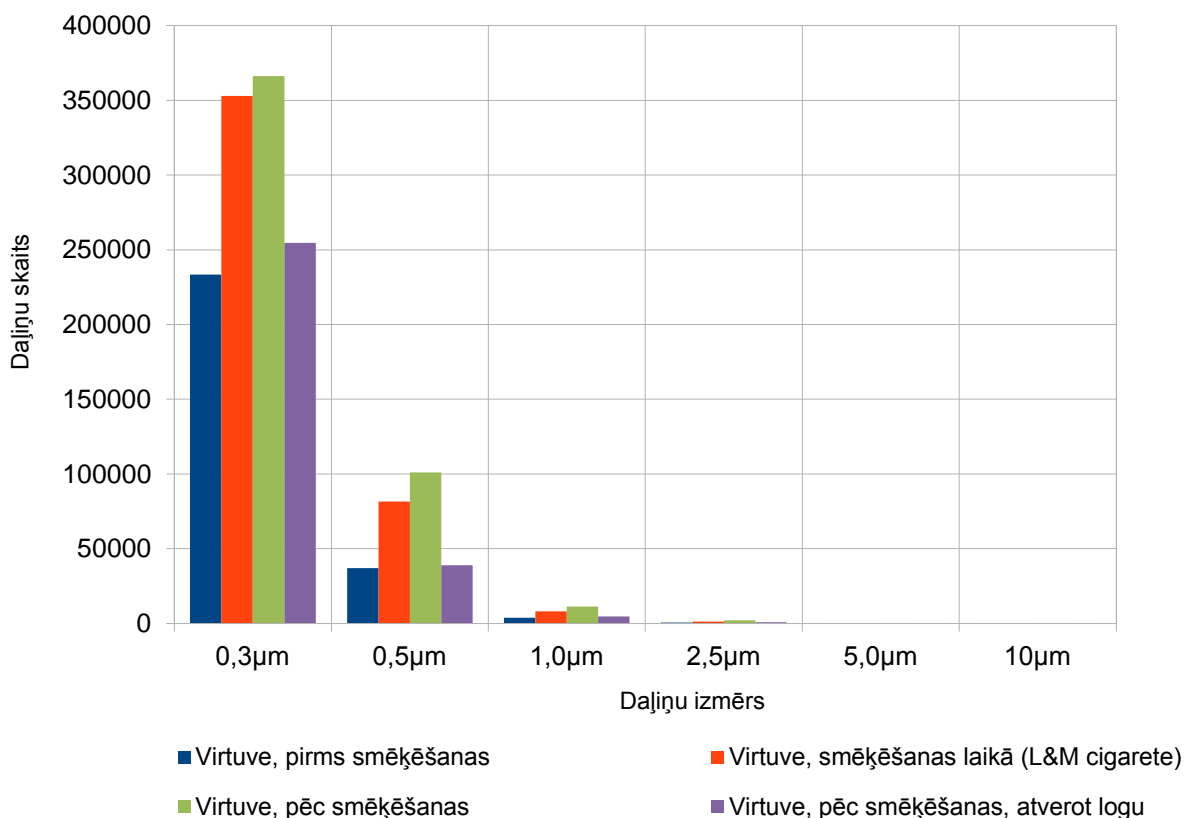
3. PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN DISKUSIJA

Pētījuma gaitā ar daļiņu skaitītāju tika iegūti dati par cieto daļiņu pieaugumu gaisā smēķēšanas laikā, kā arī par mikroklimatiskajiem rādītājiem. 6. un 7. pielikumā ir aplūkojama izveidotā datu bāze par iegūtajiem datiem ar daļiņu skaitītāju, tā papildināta ar pētījuma apstākļu kā kvalitatīvajiem rādītājiem. Galvenā pētījuma vieta bija dzīvokļa telpa (virtuve), iegūstot datus, kuri uzrāda vienādu smēķēšanas ietekmes tendenci, tomēr tika ievākti arī indikatīvi dati istabā – mērījumu rezultātu salīdzināšanai, kas ir aplūkojami 5.pielikumā. Rezultāti norāda tieši uz būtisku smalkāko (0,3 – 0,5 μm) daļiņu pieaugumu, kas apstiprina citos publicētos pētījumos norādīto faktu par emisijām cigarešu smēķēšanas laikā – visstraujāk palielinās daļiņu skaits 0,01 – 1,0 μm diapazonā.



3.1.attēls. Daļiņu skaita frakcionārais sadalījums - smēķēšanas laikā, izmantojot dažādas cigarešu markas (izstrādājusi autore)

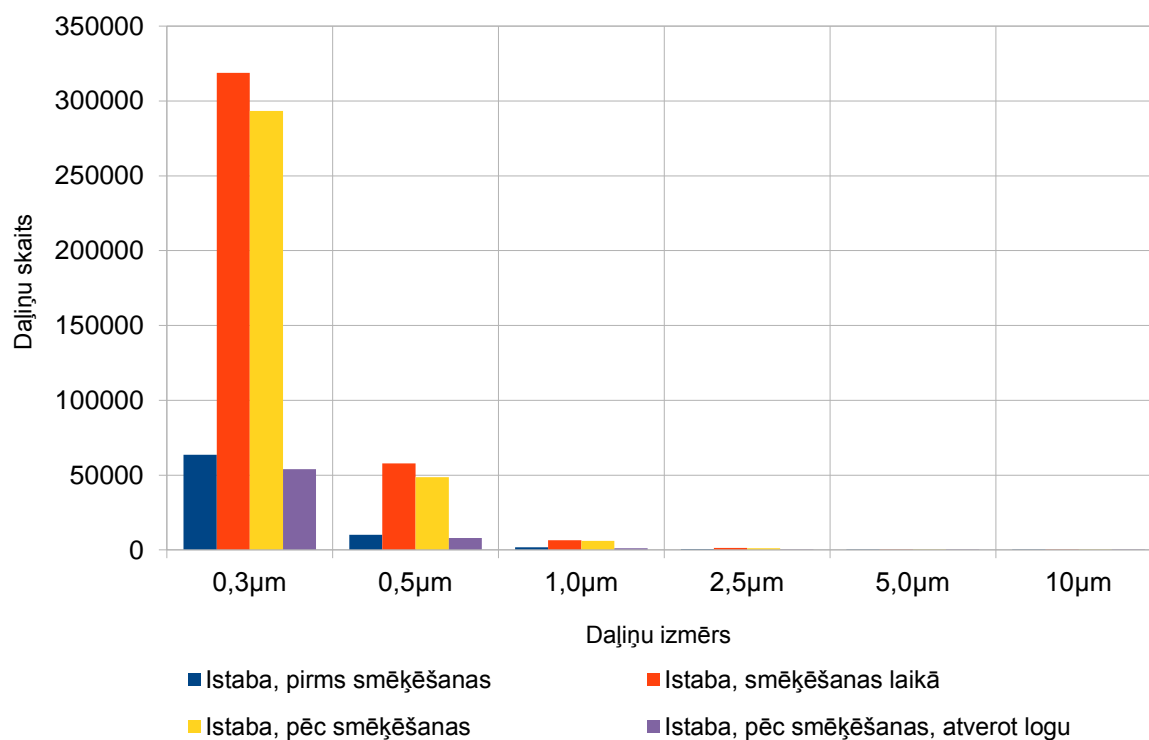
3.1. attēlā ir redzama daļiņu skaita atkarība no dažādām cigarešu markām, tomēr visvairāk pētījumos izmantotā Kent marka liecina, ka starp šiem rādītājiem nav saistības, jo mērījumi atšķiras un mainās atkarībā no citiem ietekmējošiem faktoriem.



3.2.attēls. Daļiņu skaita mērījumu rezultāti virtuvē 01.04.2014. (izstrādājusi autore)

No iegūtajiem indikatīvajiem datiem tika izveidotas stabīņveida diagrammas attiecīgi virtuves un istabas situācijām (3.2. un 3.3. attēls), kas uzskatāmi parāda, cik ļoti strauji palielinās cieto daļiņu daudzums iekštelpās smēķēšanas laikā. Visstraujāk pieaug tieši mazākā izmēra daļiņu apjomi, savukārt, lai gan arī rupjāko daļiņu skaits ir pieaudzis, tomēr to apjomi nenorāda uz būtiskām izmaiņām, kas radušās smēķēšanas ietekmē.

Rezultāti rāda, ka sīko daļiņu (diapazonā no 0,3 mikroniem līdz 0,5 mikroniem) skaits telpā palielinās līdz pat 6 reizēm, un tieši šīs sīkās daļiņas nonāk visdziļāk elpošanas traktā (alveolās), kur tās arī paliek, paaugstinot risku saslimt ar plaušu vēzi, kas saistīts ar kancerogēno vielu klātbūtni šajās daļiņās.

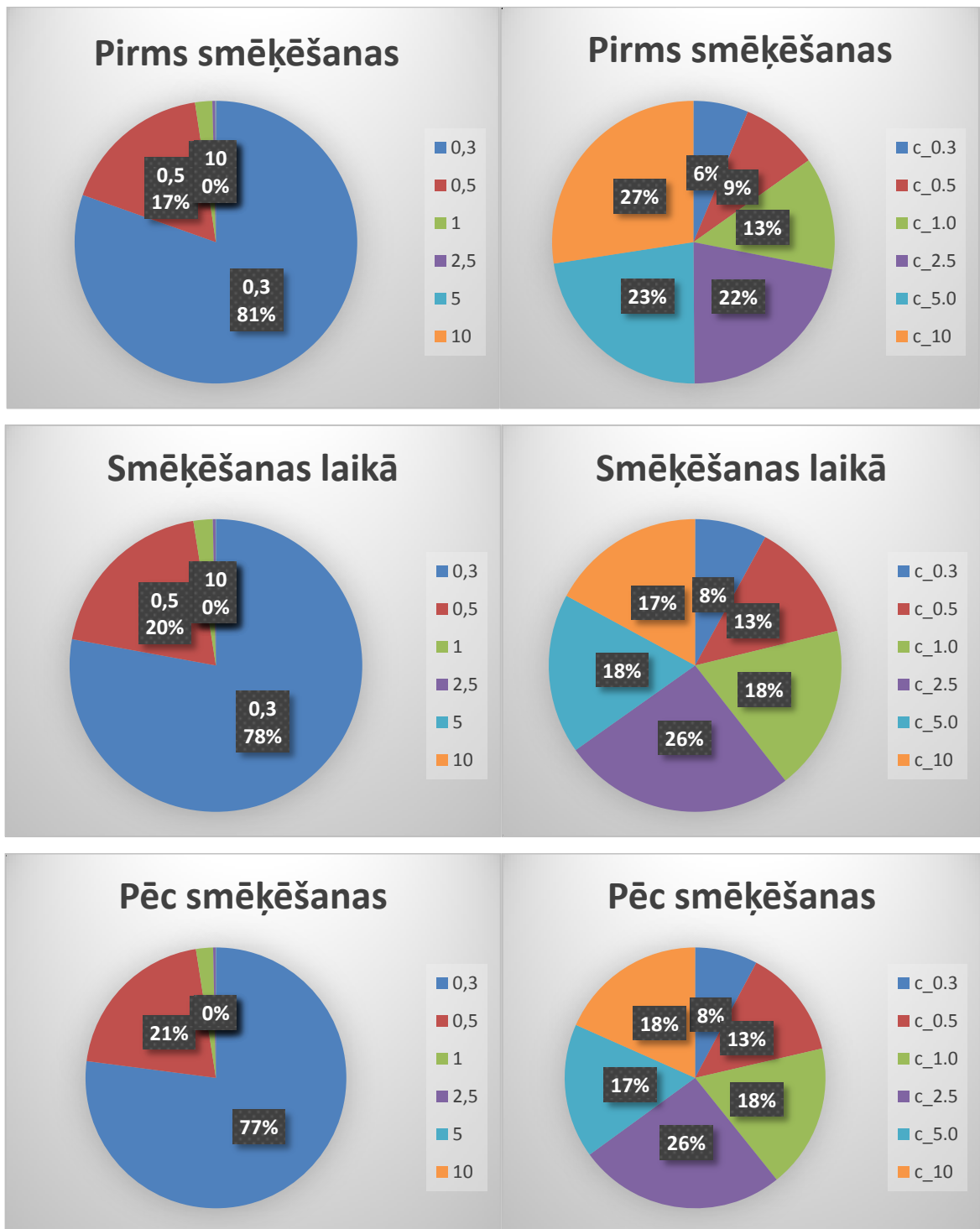


3.3.attēls. Daļiņu skaita mērījumu rezultāti istabā 01.04.2014. (izstrādājusi autore)

Virtuvē smalko daļiņu pieaugums nav tik straujš kā istabā, savukārt, tā kā pati telpa ir mazāka un sarežģītāka ir tās vēdināšana, kā arī augstāka ir cilvēku darbību ietekme (ēdiena gatavošana, biežāka smēķēšana u.c.), tad ilgāks laiks ir nepieciešams, lai šīs daļiņas spētu izkliedēties, tādējādi nodarot būtisku kaitējumu veselībai. Pretēji istabas situācijai virtuvē jau pirms smēķēšanas uzsākšanas daļiņu skaits ir aptuveni par četrām reizēm augstāks.

Lai novērtētu savstarpējo saistību starp dažādiem faktoriem gan kvantitatīvajiem, gan kvalitatīvajiem, tika veikta statistiskā analīze ar parametriskajām un bezparametriskajām metodēm. 8.pielikumā ir ar Pīrsona koeficientu iegūto rezultātu korelāciju matrica, kur var vērot, ka statistiski būtiski ($p > 0,01$) savā starpā ir gandrīz visi pētītie faktori. Tomēr visciešākā korelācija (negatīva) ir vērojama starp lielākajām daļiņām (5,0 μm un 10,0 μm) un cigarešu marku, kā arī telpa rupjāka daļiņām ir vairāk ietekmējošs faktors.

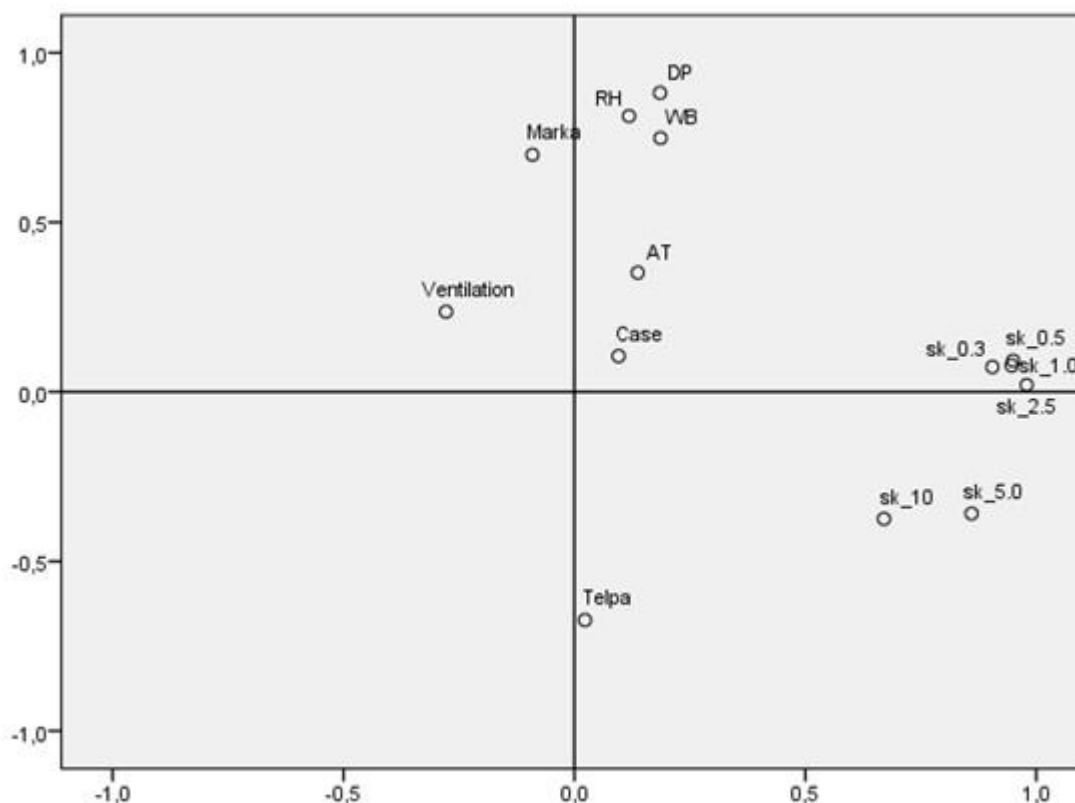
Līdzīgi kā ar Pīrsona koeficientu rezultāti cieši korelē savā starpā arī ar Spīrmena un Kendala rangu korelācijas koeficientiem veiktajā statistiskajā analīzē. Šie rezultāti arī norāda uz būtisku saistību rupjākajām daļiņām ar marku un telpu, tomēr sakarības nav tik ciešas. Var vērot arī telpas un gadījuma saistību ar meteoroloģiskajām pazīmēm, kas ietekmē mikroklimate veidošanos.



3.4.attēls. Daļiņu skaita un masas koncentrāciju salīdzinājums (izstrādājusi autore)

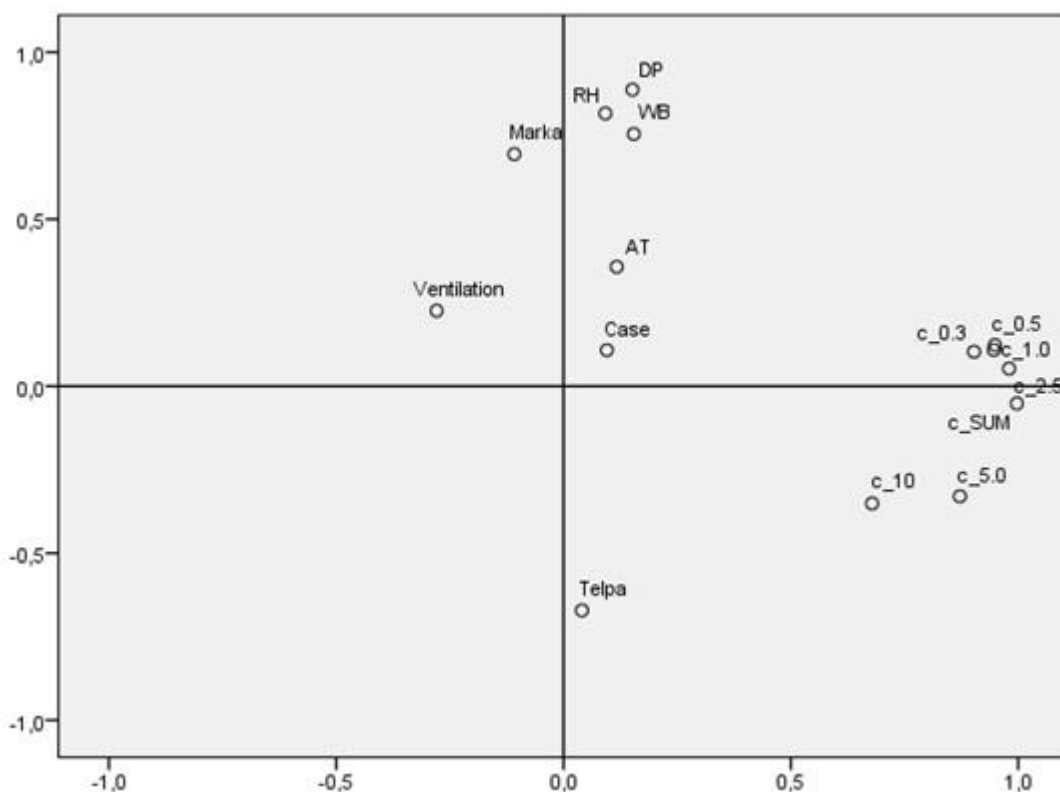
Salīdzinot daļiņu skaitu un masas koncentrācijas pirms, pēc un smēķēšanas laikā, tika izveidoti grafiki, kas norāda uz saistībām starp šiem diviem rādītājiem. 3.4. attēlā redzami grafiki ļauj spriest, ka smēķēšanas laikā un pēc visaugstāko masas koncentrāciju sasniedz $PM_{2.5}$ daļiņas (26 %), lai gan to skaits nebija vislielākais. 0,3 μm izmēra daļiņas veido lielāko apjomu, tomēr to koncentrācija ir vismazākā.

Lai precīzāk izprastu likumsakarības, tika veikta arī faktoru analīze, izmantojot atsevišķi daļiņu skaitu un daļiņu koncentrācijas, lai saprastu arī, vai izmantotais daļiņu koncentrāciju aprēķins ir bijis pietiekami rezultatīvs. Faktoranalīzes rezultāti ir līdzīgi gan daļiņu skaitam, gan koncentrācijām, ko varētu uzskatīt par apstiprinājumu, ka izmantotais aprēķinu algoritms daļiņu masas noteikšanai ir korekts.



3.5.attēls. Faktoranalīze, izmantojot daļiņu skaitu (izdruka no SPSS programmas)

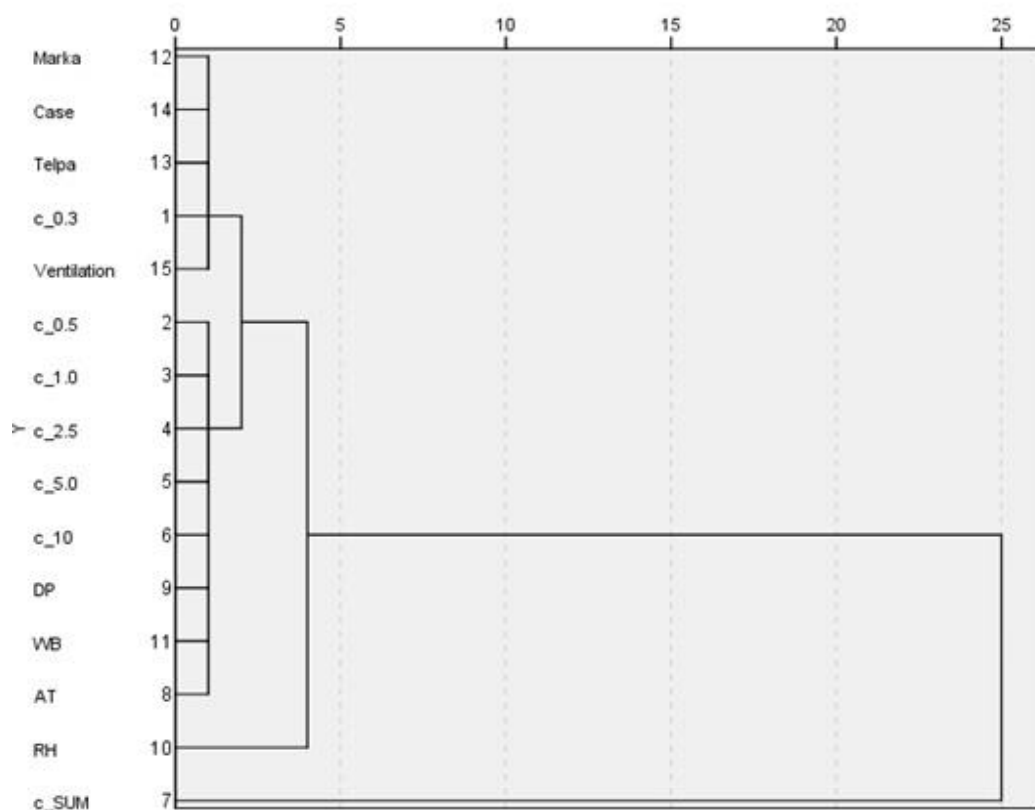
3.5. attēlā ir aplūkojami rezultāti no faktoranalīzes ar diviem izdalītajiem komponentiem, kas norāda, ka savstarpēji izdalās rupjākās daļiņas (5,0 μm un 10,0 μm) un smalkākās (0,3 – 2,5 μm), tomēr nav vērojama ietekme ne no mikroklimatiskajiem faktoriem, ne arī kvalitatīvajiem datiem – marku, telpu, gadījumu, kā arī ventilāciju. Šādus rezultātus uzrādīja arī veiktā korelāciju analīze ar dažādiem korelācijas koeficientiem.



3.6.attēls. **Faktoranalīze, izmantojot daļiņu koncentrācijas** (izdruka no SPSS programmas)

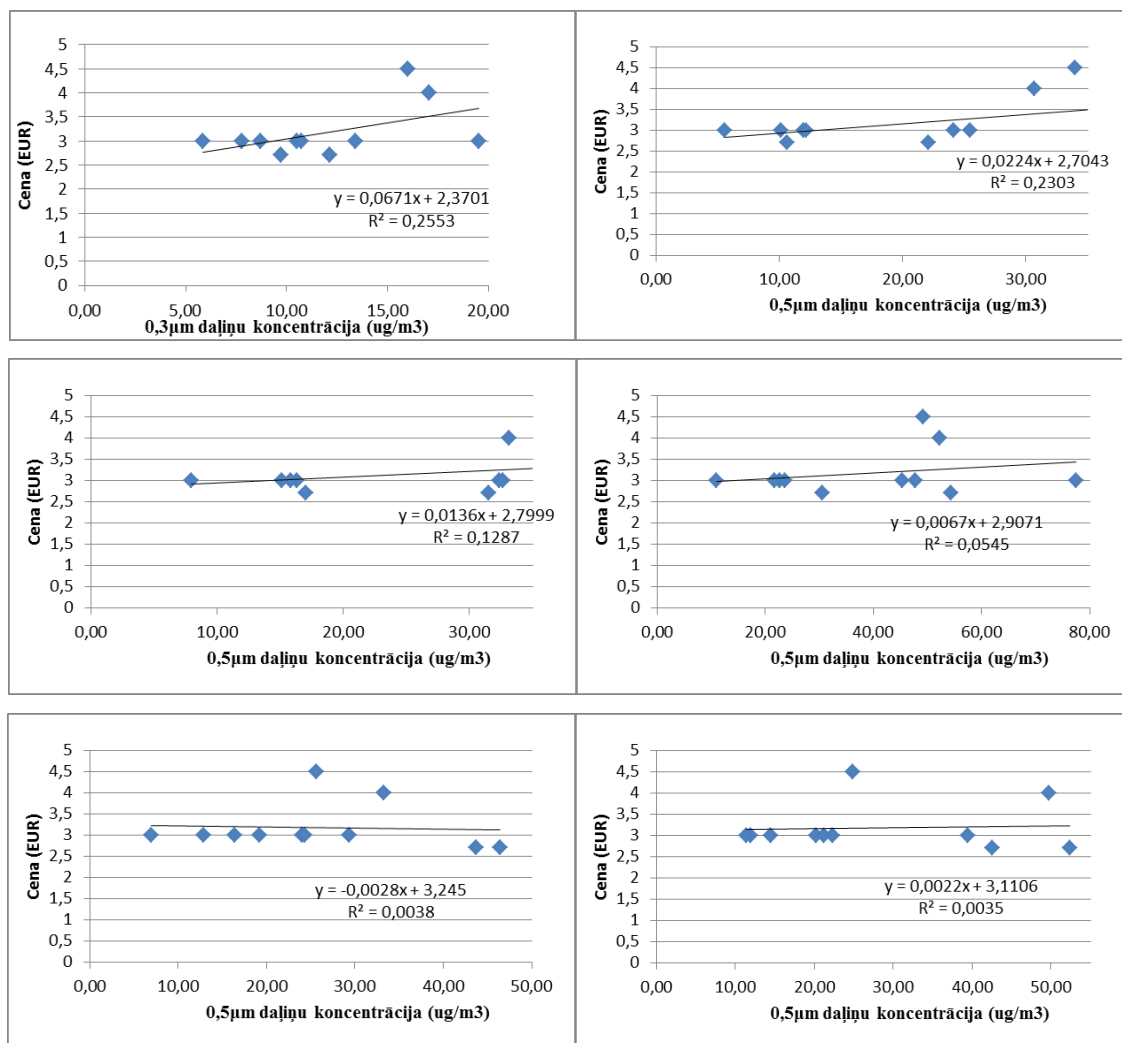
Līdzīgi kā ar daļiņu skaitu faktoranalīzes rezultāti ir arī koncentrācijām, kas ir aplūkojami 3.6. attēlā. Atsevišķi izdalās rupjākās un smalkākās daļiņas, bet būtiskas saistības ar citiem faktoriem nav novērojamas.

Hierarhiskās klāsteranalīzes rezultāti, kas aplūkojami 3.7. attēlā, norāda uz smalkāko daļiņu (0,3 μm) saikni ar ventilāciju, telpu, gadījumu un marku, kas ir arī pati kaitīgākā frakcija cilvēka veselībai. Lai gan korelāciju testi nenorādīja tik būtiskas saistības, tomēr tika veikti T-testi ar neatkarīgiem mainīgajiem, pārbaudot tieši cigarešu markas un daļiņu koncentrāciju atkarības. Tika veikta analīze starp visām cigarešu markām, tomēr šo testu rezultāti gan neuzrādīja nekādas saistības, kas norādītu, ka marka ietekmē daļiņu skaitu. Šie rezultāti kopumā arī ir novērtējami kā līdzīgi ar citiem statistiskās analīzes metodēm veiktajiem, tomēr izdalās smalkākās daļiņas un to likmsakarības ar kvalitatīvajiem rādītājiem, tādējādi ļaujot detalizētāk novērtēt smēķēšanas ietekmes.



3.7.attēls. Klāsteranalīzes dendrogramma (izdrukta no SPSS programmas)

Pētījuma laikā tika veikts viens izņēmuma gadījums, kurš nav iekļauts pilnā analīzē, jo iegūtie dati nav salīdzināmi ar citiem mērījumiem, - divu smēķētāju vienlaicīgas smēķēšanas ietekme pie atvērta loga virtuves apstākļos. Šie dati ir aplūkojami 5.pielikumā ar mērījumu numuriem 12.1. – 12.4. Ir novērojama daļiņu skaita samazināšanās, kas ir pilnīgi pretēji visām citām situācijām. Šis gadījums ir veikts desmit minūtes pēc iepriekšējas smēķēšanas reizes, tādējādi ir novērojamas augstas daļiņu koncentrācijas jau situācijas sākumā. Kad uzsākta smēķēšana, tad logs ir ticis atvērts, kas varētu būt galvenais skaidrojums, kāpēc koncentrācijas ir strauji samazinājušās, ļaujot saskatīt saistību starp apstākļiem, kādos tiek smēķēts.



3.8.attēls. Daļiņu koncentrāciju atkarības no cenas (izdruka no SPSS programmas)

Lai noskaidrotu ne tikai cigarešu markas ietekmi cieto daļiņu emisiju veidošanā, tika izanalizēta daļiņu koncentrāciju atkarība no cigarešu markas vidējām cenām, kas ir aplūkojama 3.8.attēlā. Tika konstatēts, ka cena neietekmē daļiņu skaitu, kas nozīmē, ka dārgākas cigaretes nav kvalitatīvākas jeb tādas, kas rada mazāk kaitīgo izmešu smēķēšanas laikā, tomēr pārbaudīt apgalvojuma pilnīgu patiesumu būtu iespējams tikai pēc daļiņu ķīmiskām analīzēm.

Ventilācijas būtiska ietekme uz daļiņu skaita izmaiņām netika novērota rezultātos, kas veikti ar statistiskās analīzes programmu IBM SPSS, tomēr 3.2. un 3.3. attēlā redzamajos grafikos, var novērot, ka, atverot logu, daļiņu skaits samazinās. Šādi dati liecina, ka ventilācija pētījuma vietā nav pietiekami efektīva, nespējot novērst smēķēšanas kaitīgo ietekmi.

SECINĀJUMI

1. Latvijā noteiktie smēķēšanas ierobežojumi nav saistoši privātām dzīvojamām telpām, pašlaik nav noteikti iekštelpu gaisa kvalitātes normatīvi un pasīvās smēķēšanas ietekme uz nesmēķētāju, grūtnieču, bērnu un citu jutīgo grupu netiek kontrolēta un ierobežota.
2. Smēķēšana iekštelpās būtiski ietekmē cieto daļiņu fracionāro sastāvu un koncentrāciju gaisā – vidējais cieto daļiņu skaita palielinājuma faktors ir robežās no 1.3 – 3.2, bet koncentrācijas palielinājums ir divkārtšs.
3. Dabiskā tīrā vidē, iekštelpu gaisa piesārņojuma līmeni nosaka lielākās daļiņas, putekļi ar izmēru 5-10 mikroni, savukārt smēķēšanas ietekmē būtiski palielinās smalkāko daļiņu (līdz 2,5 mikroniem) īpatsvars un tās nosaka kopējo piesārņojuma līmeni.
4. Dabiskās ventilācijas izmantošana, kas ierīkota dzīvoklī atbilstoši Būvnormatīvu prasībām, smēķēšanas laikā un pēc tās ir neefektīva un praktiski nesamazina smēķēšanas aerosolu skaitu un koncentrāciju, kas nozīmē - telpām, kurās tiek smēķēts nepieciešamas stingrākas prasības ventilācijai.
5. Dažādu cigarešu marku testēšanas rezultāti pierādīja, ka neatkarīgi no cenas un izvēlētās markas, aerosolu piesārņojuma līmenis ir līdzvērtīgs.
6. Pētījumā konstatēts, ka Pasaules Veselības Organizācijas rekomendētais gaisa kvalitātes robežlielums tika pārsniegts jau pirms smēķēšanas, savukārt smēķēšanas laikā un pēc tās normatīva pārsniegšana ir pat 3 - 4 reizes.

IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAKSTS

Publicētie avoti

Brook, R. D., Franklin, B., Cascio, W., Hong, Y., Howard, G., Lipsett, M., Luepker, M., Mittleman, M., Samet, J., Smith, S. C., Tager, I. 2004. Air Pollution and Cardiovascular Disease. *Circulation*. 109 (21), 2655 – 2671.

Bruce, N., Perez-Padilla, R., Albalak, R. 2000. Indoor air pollution in developing countries: a major environmental and public health challenge. *Environment and health*. 78 (9), 1078 – 1092.

Chaloulakou, A., Mavroidis, I. 2002. Comparison of indoor and outdoor concentrations of CO at a public school. Evaluation of an indoor air quality model. *Atmospheric Environment*. 36 (11), 1769 – 1781.

Cheng, Y.-H., Lin, Y.-L. 2010. Measurement of Particle Mass Concentrations and Size Distributions in an Underground Station. *Aerosol and Air Quality Research*. 10 (1), 22 – 29.

Eglīte, M. 2012. *Darba medicīna*. Rīga, RSU.

Eglīte, I., Cīrule, L., Mustapa, L., Vilmane, A. (red.) 2004. Gaisa kvalitāte telpās. *Ergonomika darbā*. Rīga, Labklājības ministrija, 127. – 132.

Etzel, R. A. 2007. Indoor and outdoor air pollution: Tobacco smoke, , moulds and diseases in infants and children. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 210 (5), 611 – 616.

European Commission. 2013. *Report on the implementation of the Council Recommendation of 30 November 2009 on Smoke-free Environments (2009/C 296/02)*. Brussels.

European Federation of Allergy and Airways Diseases Patients Associations. 2004. *Towards Healthy Air in Dwellings in Europe. The THADE Report*. Brussels, EFA.

Fernandez, L. Z., Alvarez, R. F., Gonzalez-Barcala, F. J., Portal, J. A. R. 2012. Indoor air contaminants and their impact on respiratory pathologies. *Archivos de Bronconeumologia*. 49 (1), 22 – 27.

Franklin, P. J. 2007. Indoor air quality and respiratory health of children. *Pediatric Respiratory Reviews*. 8 (4), 281 – 286.

Gallego, E., Roca, X., Perales, J., F., Guardino, X. 2009. Determining indoor air quality and indentifying the origin of odour episodes in indoor environments. *Journal of Environmental Sciences*. 21 (3), 333 – 339.

Geiss, O., Kotzias, D. 2007. *Tobacco, Cigarettes an Cigarette Smoke: An Overview*. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.

Hublet, A., De Baquer, D., Valimaa, R., Godeau, E., Schmid, H., Rahav, G., Maes, L. 2006. Smoking trends among adolescents from 1990 to 2002 in ten European countries and Canada. *BMC Public Health*. 6 (280).

Jantunen, M., Oliveira Fernandes, E., Carrer, P. 2011. *Promoting actions for healthy indoor air (IAIAQ)*. European Commission Directorate General for Health and Consumers, Luxembourg.

- Jarvis, D. J., Adamkiewicz, G., Heroux, M. E., Rapp, R., Kelly, F. J. 2010. Nitrogen dioxide. *WHO guidelines for indoor air pollutants: selected pollutants*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.
- Jelle, B. P. 2012. Development of a model for radon concentration in indoor air. *Science of the Total Environment*. 416 (1), 343 – 350.
- Kaden, D. A., Mandin, C., Nielsen, G. D., Wolkoff, P. 2010. Formaldehyde. *WHO guidelines for indoor air pollutants: selected pollutants*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.
- Kļaviņš, M. 2009. *Vides piesārņojums un tā iedarbība*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 61. – 102.
- Kļaviņš, M., Zaļoksnis, J. 2005. *Ekotoksikoloģija*. Rīga, LU, 235. – 257.
- Kreuzer, M., McLaughlin, J. 2010. Radon. *WHO guidelines for indoor air pollutants: selected pollutants*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.
- Kruše, P., Kruše, M., Althaus, D., Gabriēls, I. 1995. *Ekoloģiskā būvniecība*. Rīga, Preses nams, 246. – 259.
- Lee, T. G., Biasio D. D., Santini, A. 1996. HVAC and Ventilation Strategies. *Health and the Built Environment: Indoor Air Quality, Vital Signs Curriculum Material Project*. Canada, University of Calgary.
- Liang, W., Yang, X. 2013. Indoor formaldehyde in real buildings: Emission source identification, overall emission rate estimation, concentration increase and decay patterns. *Building and Environment*. 69 (1), 114 – 120.
- Penney, D., Benignus, V., Kephelopoulos, S., Kotzias, D., Kleinman, M., Verrier, A. 2010. Carbon monoxide. *WHO guidelines for indoor air pollutants: selected pollutants*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.
- Reddy, M. K., Sumathi, M. 2011. Air Quality Status of Respirable Particulate Levels at Selected Traffic Junctions along the Section of Lateral Highway in Hyderabad. *Journal of Environmental Protection*. 2 (5), 662 – 667.
- Slimību profilakses un kontroles centrs. 2013. *Smēķēšanas izplatība un sekas Latvijā 2012.gadā*. Rīga.
- TSI Incorporated. 2012. *Live - time counting*. USA.
- Turiel, I. 1985. *Indoor air quality and human health*. New York, Taylor & Francis, 1 – 11.
- Webb, P. 2000. *A Primer on Particle Sizing by Static Laser Light Scattering*.
- World Health Organization. 2000. *Air Quality Guidelines for Europe*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.
- World Health Organization. 2009. *WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.
- World Health Organization. 2013. *Health effects of particulate matter*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.
- World Health Organization. 2014. *WHO indoor air quality guidelines: household fuel combustion*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.

Zatonski, W., Przewozniak, K., Sulkowska, U., West, R., Wojtyl, A. 2012. Tobacco smoking in countries of the European Union. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 19 (2), 181 – 192.

Elektroniskie resursi

Abusalah, A., Gavana, M., Haidich, A.-B., Smyrnakis, E., Papadakis, N., Papanikolaou, A., Benos, A. 2011. *Low Birth Weight and Prenatal Exposure to Indoor Pollution from Tobacco Smoke and Wood Fuel Smoke: A Matched Case-Control Study in Gaza Strip*. New York, Springer US. Sk. 10.04.2014. Pieejams: <http://rd.springer.com/article/10.1007%2Fs10995-011-0851-4#page-1>

Atsauce tekstā (Abusalah et al., 2011)

Al-sarraf, A. A., Yassin, M. F., Bouhamra, W. 2013. *Experimental and computational study of particulate matter of secondhand smoke in indoor environment*. Berlin, Springer Berlin – Heidelberg. Sk. 08.04.2014. Pieejams: <http://rd.springer.com/article/10.1007%2Fs13762-013-0414-x#page-1>

Atsauce tekstā (Al-sarraf et al., 2013)

BreathPureAir [S.a.] *Optical Particle Counters*. Sk. 06.05.2015. Pieejams: <http://www.particlecounters.org/optical/>

Atsauce tekstā (BreathPureAir, S. a.)

Būvniecības likums. Pieņemts 09.07.2013. Latvijas Republikas Saeima.

Atsauce tekstā (Būvniecības likums, 2013)

Chatzidiakou, L., Pathan, A., Summerfield, A., Mumovic, D. 2012. *Environmental Behavioral Factors Affecting Residential Air Conditioning Use in Athens and London*. New York, Springer New York. Sk. 06.04.2014. Pieejams: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4419-0745-5_7

Atsauce tekstā (Chatzidiakou et al., 2012)

Cothorn, C. R. 1990. *Indoor air radon*. New York, Springer New York. Sk. 06.04.2014. Pieejams: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4612-3340-4_1#page-1

Atsauce tekstā (Cothorn, 1990)

Darba aizsardzības prasības darba vietās. Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikumi Nr.359. Pieņemti 28.04.2009.

Atsauce tekstā (Darba aizsardzības prasības..., 2009)

Diezemann, N. [S.a.] *Smoking bans in the EU*. Sk. 05.05.2015. Pieejams: http://www.eurotopics.net/en/home/presseschau/archiv/magazin/gesellschaft-verteilerseite/rauchverbot_2007_02/debatte_rauchverbot/

Atsauce tekstā (Diezemann, S. a.)

Google Maps 2015. *Kartes dati*. 06.05.2015. Pieejams: <https://www.google.lv/maps/@56.9375981,24.1230863,13z>

Atsauce tekstā (Google Maps, 2015)

Imperial Tobacco 2015. *What`s in our products?* Sk. 05.05.2015. Pieejams: <http://www.imperial-tobacco.com/index.asp?page=614>

Atsauce tekstā (Imperial Tobacco, 2015)

Lazaridis, M. 2011. *Indoor Air Pollution*. Houten, Springer Netherlands. Sk. 06.04.2014. Pieejams: http://rd.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-0162-5_8#page-1
Atsauce tekstā (Lazaridis, 2011)

Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 231-03 "Dzīvojamo un publisko ēku apkure un ventilācija". Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikumi Nr.534. Pieņemti 23.09.2003. Atsauce tekstā (Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 231-03..., 2003)

Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 211-08 „Daudzstāvu daudzdzīvokļu dzīvojamie nami”. Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikumi Nr.102. Pieņemti 03.02.2009. Atsauce tekstā (Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 211-08..., 2009)

Noteikumi par gaisa kvalitāti. Pieņemti 03.11.2009. Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikumi Nr.1290. Atsauce tekstā (Noteikumi par gaisa..., 2009)

Optical Particle Counter. [S. a.] *Light Scattering Principles*. Sk. 06.05.2015. Pieejams: <http://aerosol.ees.ufl.edu/opc/section02.html>
Atsauce tekstā (Optical Particle Counter, S. a.)

Par tabakas izstrādājumu realizācijas, reklāmas un lietošanas ierobežošanu. Pieņemts 18.12.1996. Latvijas Republikas Saeima. Atsauce tekstā (Par tabakas izstrādājumu realizācijas..., 1996)

Particle Measuring Systems. 2011. *Basic Guide to Particle Counters and Particle Counting*. United States. Sk. 14.04.2014. Pieejams: http://medibim.com.tr/tr/images/Particle_Counting_basicguide.pdf
Atsauce tekstā (Particle Measuring Systems, 2011)

RigaRealEstate [Bez dat.] *Standarta projektu plāni*. Sk. 06.05.2015. Pieejams: http://www.rigarealestate.lv/lat/projektu_plani/?doc=32
Atsauce tekstā (RigaRealEstate, bez dat.)

Rodgman, A., Perfetti, T. A. 2008. *The chemical composition of tobacco. The Chemical Components of Tobacco Smoke*. Sk. 06.04.2014. Pieejams: http://books.google.lv/books?id=RiwSYFgZ2fEC&pg=PA1302&lpg=PA1302&dq=cigarettes+components+scientific+illustration&source=bl&ots=Kb1vPLNHCU&sig=VsmPHSNARb-aJgoQTDbvIewaJ_k&hl=lv&sa=X&ei=CFpUU9TJFIXnywOs04HICQ&ved=0CFQQ6AEwBQ#v=onepage&q=cigarettes%20components%20scientific%20illustration&f=false
Atsauce tekstā (Rodgman and Perfetti, 2008)

Ten Hacken, N. H. T., Postma, D. S. 2006. *Pulmonary Effects of Cigarette Smoke in Humans*. Berlin, Springer Berlin – Heidelberg. Sk. 10.04.2014. Pieejams: http://rd.springer.com/chapter/10.1007/3-540-32232-9_12
Atsauce tekstā (Ten Hacken, 2006)

Wu, F., Chen, Y., Parvez, F., Segers, S., Argos, M., Islam, T., Ahmed, A., Rakibuz-Zaman, M., Hasan, R., Sarwar, G., Ahsan, H. 2013. *A Prospective Study of Tobacco Smoking and Mortality in Bangladesh*. Sk. 10.04.2014. Pieejams: <http://www.plosone.org/article/fetchObject.action?uri=info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0058516&representation=PDF>
Atsauce tekstā (Wu et al., 2013)

Zemann, A. 2011. *Components of a cigarette*. Weinheim, Wiley. Sk. 06.04.2014. Pieejams: <http://www.google.lv/books?hl=lv&lr=&id=8apWOtICB6MC&oi=fnd&pg=PA2010&dq=cig>

arette+smoke+toxicity+linking+individual+chemicals+to+human+diseases&ots=SDqdexrZU
q&sig=DOpCWqvE7Ay8sH-
nU2oam_bl_7E&redir_esc=y#v=onepage&q=cigarette%20smoke%20toxicity%20linking%2
0individual%20chemicals%20to%20human%20diseases&f=false
Atsauce tekstā (Zemann, 2011)

Iekštelpu gaisa piesārņotāji, to avoti un ietekmes (izstrādājusi autore, balstoties uz literatūras avotiem Turiel, 1985 un Fernandez et al., 2012)

Avoti		Piesārņotāji	Ietekme uz veselību
Āra gaiss	Stacionārie avoti	Sēra dioksīds, ozons, gaisā emitētās cietās daļiņas, tvana gāze, ogļūdeņraži	Elpceļu iekaisumi, infekcijas, kairinājums, plaušu audu bojājumi, vēzis, sirds un asinsvadu slimības,
	Transportslīdzekļi	Tvana gāze, svins, slāpekļa oksīdi	Kardiovaskulārās slimības, galvassāpes, acu kairinājums, elpceļu iekaisumi, bronhu kairinājums
	Augsne	Radons, mikroorganismi	Plaušu bojājumi, plaušu vēzis
Iekštelpu gaiss			
<i>Celtniecības materiāli</i>	Akmens, cements, betons	Radons	Plaušu bojājumi, plaušu vēzis
	Koka izstrādājumi	Formaldehīds, gaistošie organiskie savienojumi	Acu, deguna, rīkles kairinājums, galvassāpes, alerģiskas reakcijas, vēzis
	Izolācijas materiāli	Formaldehīds, stikla šķiedras	Acu, deguna, rīkles kairinājums, galvassāpes, alerģiskas reakcijas, vēzis
	Ugunsdrošības izolācija	Azbests	Ādas kairinājums, azbestoze, plaušu vēzis, mezotelioma, cita veida karcinogēnas slimības
	Krāsas (krāsas virsmas)	Gaistošie organiskie savienojumi, svins	Nervu un smadzeņu bojājumi, jo īpaši bērniem, anēmija, nieru bojājumi, kardiovaskulārās slimības, augšanas traucējumi
<i>Iekārtas un mēbeles</i>	Apkures sistēma, krāsns/plīts	Tvana gāze, oglekļa dioksīds, slāpekļa oksīdi, gaistošie organiskie savienojumi, gaisā emitētās cietās daļiņas	Galvassāpes, slikta dūša, stenokardija, koncentrēšanās spēju zudums, pie augstām koncentrācijām – letāli gadījumi

	Fotokopēšanas iekārtas	Ozons	Elpceļu (plaušu) kairinājums un iekaisums, alerģiskas reakcijas (astma u.c.), plaušu bojājumi
	Ventilācijas sistēma	Mikroorganismi	Alerģiskas reakcijas, astma, acu, deguna un rīkles kairinājums, dažādas infekciju slimības
	Ūdens apgādes sistēma	Radons	Plaušu bojājumi, plaušu vēzis
Cilvēka organisms	Vielmaiņas aktivitāte	Oglekļa dioksīds, ūdens tvaiks, smakas	Pašsajūtas izmaiņas
	Bioloģiskā aktivitāte	Mikroorganismi	Alerģiskas reakcijas, astma, acu, deguna un rīkles kairinājums, dažādas infekciju slimības
Cilvēka darbības	Smēķēšana	Tvana gāze, sēra dioksīds, slāpekļa oksīds, nikotīns, formaldehīds u.c.	Elpceļu kairinājums, bronhīts, pneimonija, vidusauss iekaisums, plaušu bojājumi, paaugstināts elpceļu infekciju risks, astma, plaušu vēzis, emfizēma, sirds slimības, galvassāpes u.c.
	Telpu dezodoranti	Fluorogļūdeņraži, smarža	Alerģiskas reakcijas, plaušu, acu, deguna, rīkles kairinājums
	Tīrīšanas līdzekļi	Gaistošie organiskie savienojumi, smarža	Plaušu kairinājums, acu, deguna, rīkles kairinājums
	Brīvā laika/mākslas aktivitātes	Gaistošie organiskie savienojumi, smarža	Acu, deguna, rīkles kairinājums, plaušu kairinājums

**Galveno ķīmisko vielu/savienojumu un to koncentrāciju apkopojums tiešo dūmu tvaiku fāzē,
neizmantojot filtru (Geiss and Kotzias, 2007)**

Sastāvdaļa	Koncentrācija/Cigarete (% no kopējām izplūdēm)	Sastāvdaļa	Koncentrācija/Cigarete (% no kopējām izplūdēm)
Slāpekļis	120-280 mg (56-64 %)	Metilformiāts (C ₂ H ₄ O ₂)	20-30 µg
Skābeklis	50-70 mg (11-14 %)	Citas gaistošas skābes	5-10 µg
Oglekļa dioksīds	45-65 mg (9-13 %)	Formaldehīds	20-100 µg
Oglekļa monoksīds	14-23 mg (2-5 %)	Acetaldehīds	400-1400 µg
Ūdens	7-12 mg (1.5-2.5 %)	Akroleīns	60-140 µg
Argons	5 mg (1 %)	Citi gaistošie aldehīdi	80-140 µg
Ūdeņradis	0.5-1.0 mg	Acetons	100-650 µg
Amonjaks	10-130 µg	Citi gaistošie ketoni	50-100 µg
Slāpekļa oksīdi NO _x	100-680 µg	Metanols	80-100 µg
Ciānūdeņražskābe	400-500 µg	Citi gaistošie alkoholi	10-30 µg
Sērūdeņradis	20-90 µg	Acetonitrils jeb metilcianīds	100-150 µg
Metāns	1.0-2.0 mg	Citi gaistošie nitrili	50-80 µg
Citi gaistošie alkāni	1.0-1.6 mg	Furāns	20-40 µg
Gaistošie alkēni	0.4-0.5 mg	Citi gaistošie furāni	45-125 µg
Izoprēns	0.2-0.4 mg	Piridīns	20-200 µg
Butadiēns	25-40 µg	Pikolīni	15-80 µg
Acetilēns	20-35 µg	3-vinilpiridīns	7-30 µg
Benzols	6-70 µg	Citi gaistošie piridīni	20-60 µg
Toluols	5-90 µg	Pirols	0.1-10 µg
Stirols	10 µg	Pirolidīns	10-18 µg
Citi aromātiskie ogļūdeņraži	15-35 µg	N- metilpirolidīns	2.0-3.0 µg
Metānskābe	200-600 µg	Citi gaistošie pirazīni	3.0-8.0 µg
Etānskābe	300-1700 µg	Metilamīns	4-10 µg
Propionskābe	100-300 µg	Alifātiskie amīni	3-10 µg

3. PIELIKUMS

Galveno ķīmisko vielu/savienojumu un to koncentrāciju apkopojums tiešo dūmu cietajā fāzē, neizmantojot filtru (Geiss and Kotzias, 2007)

Sastāvdaļa	µg/Cig.	Sastāvdaļa	µg/Cig.
Nikotīns	100-3000	Skopoletīns	15-30
Nornikotīns	5-150	Citi polifenoli	
Anatabīns	5-15	Ciclotēni	40-70
Anabasīns	5-12	Hinoni	0.5
Citi tabakā esošie alkaloīdi		Solanesols	600-1000
Dipiridīli	10-30	Neofitadiēni	200-350
n-Hetriakontāns	100	Limonēns	30-60
Kopējie negaistošie ogļūdeņraži	300-400	Citi terpēni	
Naftalīns	2-4	Palmitīnskābe	100-150
Naftalīni	3-6	Stearīnskābe	50-75
Fenantrēns	0.2-0.4	Oleīnskābe	40-110
Antracēns	0.05-0.1	Linolskābe	150-250
Fluorēns	0.6-1.0	Linolēnskābe	150-250
Pirēni	0.3-0.5	Pienskābe	60-80
Fluorantēni	0.3-0.45	Indols	10-15
Policikliskais aromātiskais ogļūdeņradis	0.1-0.25	Skatols	12-16
Fenols	80-160	Citi indoli	
Citi fenoli	60-180	Hinolīni	2-4
Katehols	200-400	Citi aza-arēni	
Citi kateholi	100-200	Benzofurāni	200-300
Citi dihidrobenzoli	200-400		

Mērījumu protokola paraugs (izstrādājusi autore)

MĒRĪJUMU PROTOKOLS

- 1) Mērījumu vietas raksturojums (logi, balkoni, durvis, ventilācijas/kondicionēšanas sistēmas, telpas izmantošana, platība, datums, laiks u.c.):
- 2) Smēķētāja cigarešu marka:
- 3) Smēķēšanas aptuvenais biežums attiecīgajā telpā:

Mērījumi:

1.situācija (pirms smēķēšanas)*2.situācija* (smēķēšanas laikā)

0,3 μm		0,3 μm	
0,5 μm		0,5 μm	
1,0 μm		1,0 μm	
2,5 μm		2,5 μm	
5,0 μm		5,0 μm	
10 μm		10 μm	
AT (°C)		AT (°C)	
DP (°C)		DP (°C)	
WB (°C)		WB (°C)	
RH (%)		RH (%)	
Laiks		Laiks	
Datums		Datums	

3.situācija (pēc smēķēšanas)*4.situācija* (pēc smēķēšanas, vēdinot telpu)

0,3 μm		0,3 μm	
0,5 μm		0,5 μm	
1,0 μm		1,0 μm	
2,5 μm		2,5 μm	
5,0 μm		5,0 μm	
10 μm		10 μm	
AT (°C)		AT (°C)	
DP (°C)		DP (°C)	
WB (°C)		WB (°C)	
RH (%)		RH (%)	
Laiks		Laiks	
Datums		Datums	

Indikatīvie mērījumu rezultāti virtuvē (izstrādājusi autore)

	Pirms smēķēšanas virtuvē	Smēķēšanas laikā virtuvē	Pēc smēķēšanas virtuvē	Pēc smēķēšanas virtuvē, atverot logu
0,3 μm	233502	352952	366273	254547
0,5 μm	36876	81446	101113	38928
1,0 μm	3827	8120	11345	4594
2,5 μm	548	1142	1985	709
5,0 μm	70	102	212	77
10 μm	30	34	82	31
AT (°C)	18,5	20,4	21,4	21,8
DP (°C)	6,7	8,2	9,0	8,9
WB (°C)	12,5	14,0	14,7	14,9
RH (%)	46,2	45,5	45,1	43,9
Laiks	21:58	22:03	22:09	22:16
Datums	01.04.2014.	01.04.2014.	01.04.2014.	01.04.2014.

Indikatīvie mērījumu rezultāti istabā (izstrādājusi autore)

	Pirms smēķēšanas virtuvē	Smēķēšanas laikā virtuvē	Pēc smēķēšanas virtuvē	Pēc smēķēšanas virtuvē, atverot logu
0,3 μm	63632	318851	293439	53971
0,5 μm	10216	57759	48636	7970
1,0 μm	1731	6515	6127	1165
2,5 μm	520	1350	1119	269
5,0 μm	113	196	200	53
10 μm	71	107	101	41
AT (°C)	23,1	22,6	22,8	22,5
DP (°C)	9,6	8,2	8,5	7,4
WB (°C)	15,7	15,0	15,2	14,7
RH (%)	42,3	39,9	40,2	38,0
Laiks	22:40	22:43	22:48	22:53
Datums	01.04.2014.	01.04.2014.	01.04.2014.	01.04.2014.

5. PIELIKUMS

Mērījumu datu bāze daļiņu skaitam un koncentrācijām (izstrādājusi autore)

Mērījuma Nr./ Pazīme	0,3µm	0,5µm	1,0µm	2,5µm	5,0µm	10,0µm	c_0,3µm, ug/m3	c_0,5µm, ug/m3	c_1,0µm, ug/m3	c_2,5µm, ug/m3	c_5,0µm, ug/m3	c_10,0µm, ug/m3	c_SUM
1.1.	233502	36876	3827	548	70	30	7,75	8,07	10,64	14,99	15,32	15,56	72,32
1.2.	352952	81446	8120	1142	102	34	11,72	17,82	22,57	31,23	22,32	17,63	123,29
1.3.	366273	101113	11345	1985	212	82	12,16	22,12	31,53	54,29	46,38	42,53	209,01
1.4.	254547	38928	4594	709	77	31	8,45	8,52	12,77	19,39	16,85	16,08	82,05
2.1.	63632	10216	1731	520	113	71	2,11	2,24	4,81	14,22	24,72	36,82	84,93
2.2.	318851	57759	6515	1350	196	107	10,58	12,64	18,11	36,92	42,88	55,49	176,63
2.3.	293439	48636	6127	1119	200	101	9,74	10,64	17,03	30,60	43,76	52,38	164,16
2.4.	53971	7970	1165	269	53	41	1,79	1,74	3,24	7,36	11,60	21,26	46,99
3.1.	15416	3572	991	320	84	52	0,51	0,78	2,75	8,75	18,38	26,97	58,15
3.2.	303396	49280	4876	958	115	71	10,07	10,78	13,55	26,20	25,16	36,82	122,59
3.3.	514510	140311	11927	1910	152	96	17,08	30,70	33,15	52,24	33,26	49,79	216,21
3.4.	77771	8671	1254	353	72	53	2,58	1,90	3,49	9,65	15,75	27,49	60,86
4.1.	19875	3130	684	202	33	25	0,66	0,68	1,90	5,52	7,22	12,97	28,96
4.2.	222644	31713	4233	654	47	31	7,39	6,94	11,77	17,89	10,28	16,08	70,34
4.3.	588178	199639	21027	2831	134	76	19,52	43,68	58,44	77,43	29,32	39,42	267,81

4.4.	348216	61406	6177	1025	68	30	11,56	13,44	17,17	28,03	14,88	15,56	100,63
5.1.	120166	16835	2252	334	33	15	3,99	3,68	6,26	9,13	7,22	7,78	38,07
5.2.	278872	50413	6199	848	59	21	9,26	11,03	17,23	23,19	12,91	10,89	84,51
5.3.	316745	54690	5866	867	75	28	10,51	11,97	16,30	23,71	16,41	14,52	93,43
5.4.	288725	47393	5771	839	68	30	9,58	10,37	16,04	22,95	14,88	15,56	89,38
6.1.	104299	15383	2097	327	18	6	3,46	3,37	5,83	8,94	3,94	3,11	28,65
6.2.	174163	25802	2992	477	36	14	5,78	5,65	8,32	13,05	7,88	7,26	47,93
6.3.	482306	155107	15137	1797	117	48	16,01	33,94	42,07	49,15	25,60	24,89	191,66
6.4.	318655	58834	6173	954	58	23	10,58	12,87	17,16	26,09	12,69	11,93	91,32
7.1.	131052	16833	1850	337	62	29	4,35	3,68	5,14	9,22	13,57	15,04	51,00
7.2.	440130	130860	13650	1799	131	65	14,61	28,63	37,94	49,20	28,66	33,71	192,75
7.3.	323821	55823	5707	828	59	23	10,75	12,21	15,86	22,65	12,91	11,93	86,31
7.4.	293451	47678	4412	703	72	33	9,74	10,43	12,26	19,23	15,75	17,11	84,53
8.1.	34416	5494	621	191	40	30	1,14	1,20	1,73	5,22	8,75	15,56	33,60
8.2.	206560	36245	4526	711	54	22	6,86	7,93	12,58	19,45	11,81	11,41	70,04
8.3.	262962	46218	5447	795	88	39	8,73	10,11	15,14	21,74	19,25	20,23	95,20
8.4.	99271	13109	1437	229	29	19	3,30	2,87	3,99	6,26	6,35	9,85	32,62
9.1.	15328	3928	924	433	128	70	0,51	0,86	2,57	11,84	28,01	36,30	80,09
9.2.	654517	241142	22046	3024	237	76	21,72	52,76	61,28	82,70	51,85	39,42	309,74

9.3.	404756	116339	11633	1746	110	43	13,43	25,45	32,33	47,75	24,07	22,30	165,34
9.4.	169618	23592	2372	480	51	18	5,63	5,16	6,59	13,13	11,16	9,34	51,01
10.1.	116548	14723	1534	310	39	19	3,87	3,22	4,26	8,48	8,53	9,85	38,22
10.2.	347791	69615	8280	1136	125	47	11,54	15,23	23,01	31,07	27,35	24,38	132,58
10.3.	234596	110232	11732	1659	111	41	7,79	24,12	32,61	45,37	24,29	21,26	155,44
10.4.	205832	31443	3815	519	47	22	6,83	6,88	10,60	14,19	10,28	11,41	60,20
11.1.	116684	16199	1812	267	35	25	3,87	3,54	5,04	7,30	7,66	12,97	40,38
11.2.	548888	196569	23738	3020	197	41	18,22	43,01	65,98	82,60	43,10	21,26	274,17
11.3.	175929	25398	2872	399	32	22	5,84	5,56	7,98	10,91	7,00	11,41	48,70
11.4.	176872	27714	3396	527	32	15	5,87	6,06	9,44	14,41	7,00	7,78	50,57
12.1.	564353	185257	19283	2660	184	56	18,73	40,53	53,60	72,75	40,26	29,04	254,91
12.2.	482321	152118	16423	2159	129	51	16,01	33,28	45,65	59,05	28,22	26,45	208,66
12.3.	373019	82696	9207	1287	79	28	12,38	18,09	25,59	35,20	17,28	14,52	123,07
12.4.	254142	42126	4818	739	51	25	8,44	9,22	13,39	20,21	11,16	12,97	75,38

7.PIELIKUMS

Mērījumu datu bāze meteoroloģiskajiem, kvalitatīvajiem un ventilācijas datiem (izstrādājusi autore)

Mērījuma Nr./ Pazīme	AT	DP	RH	WB	Cigarešu marka	Telpa	Gadījums	Cena (EUR)	Ventilācija m ³ /(m ² *h)
1.1.	18,5°C	6,7°C	46,20%	12,5°C	L&M	Virtuve	Pirms smēķēšanas	2,7	0
1.2.	20,4°C	8,2°C	45,50%	14,0°C	L&M	Virtuve	Smēķēšanas laikā	2,7	0
1.3.	21,4°C	9,0°C	45,10%	14,7°C	L&M	Virtuve	Pēc smēķēšanas	2,7	0
1.4.	21,8°C	8,9°C	43,90%	14,9°C	L&M	Virtuve	Atvērts logs	2,7	44,8
2.1.	23,1°C	9,6°C	42,30%	15,7°C	L&M	Istaba	Pirms smēķēšanas	2,7	0
2.2.	22,6°C	8,2°C	39,90%	15,0°C	L&M	Istaba	Smēķēšanas laikā	2,7	0
2.3.	22,8°C	8,5°C	40,20%	15,2°C	L&M	Istaba	Pēc smēķēšanas	2,7	0
2.4.	22,5°C	7,4°C	38,00%	14,7°C	L&M	Istaba	Atvērtas balkona durvis 45° leņķī	2,7	2,2
3.1.	25,1°C	16,5°C	59,00%	19,5°C	Parliament	Virtuve	Pirms smēķēšanas	4	0
3.2.	25,9°C	17,4°C	59,70%	20,3°C	Parliament	Virtuve	Smēķēšanas laikā	4	0
3.3.	26,3°C	17,7°C	59,20%	20,6°C	Parliament	Virtuve	Pēc smēķēšanas	4	0
3.4.	26,8°C	18,1°C	59,20%	21,0°C	Parliament	Virtuve	Atvērts logs	4	44,8
4.1.	25,1°C	16,5°C	59,00%	19,5°C	Kent	Virtuve	Pirms smēķēšanas	3	0
4.2.	27,1°C	18,2°C	58,40%	21,2°C	Kent	Virtuve	Smēķēšanas laikā	3	0

4.3.	27,2°C	18,3°C	58,50%	21,3°C	Kent	Virtuve	Pēc smēķēšanas	3	0
4.4.	27,4°C	18,4°C	58,10%	21,4°C	Kent	Virtuve	Atvērts logs	3	44,8
5.1.	21,5°C	14,2°C	63,30%	17,0°C	Kent	Virtuve	Pirms smēķēšanas	3	0
5.2.	21,0°C	13,9°C	64,20%	16,7°C	Kent	Virtuve	Smēķēšanas laikā	3	0
5.3.	21,0°C	14,0°C	64,60%	16,7°C	Kent	Virtuve	Pēc smēķēšanas	3	0
5.4.	21,0°C	14,0°C	64,30%	16,7°C	Kent	Virtuve	Atvērts logs	3	44,8
6.1.	20,3°C	13,7°C	65,90%	16,3°C	Candlelight - Cherry aroma (ilgāk deg)	Virtuve	Pirms smēķēšanas	4,5	0
6.2.	20,4°C	13,8°C	66,10%	16,4°C	Candlelight - Cherry aroma (ilgāk deg)	Virtuve	Smēķēšanas laikā	4,5	0
6.3.	20,7°C	14,0°C	65,80%	16,6°C	Candlelight - Cherry aroma (ilgāk deg)	Virtuve	Pēc smēķēšanas	4,5	0
6.4.	20,7°C	13,8°C	64,90%	16,5°C	Candlelight - Cherry aroma (ilgāk deg)	Virtuve	Atvērts logs	4,5	44,8
7.1.	22,6°C	9,3°C	43,00%	15,4°C	Kent	Virtuve	Pirms smēķēšanas	3	0
7.2.	22,3°C	9,3°C	43,60%	15,2°C	Kent	Virtuve	Smēķēšanas laikā	3	0
7.3.	21,9°C	8,5°C	42,40%	14,8°C	Kent	Virtuve	Pēc smēķēšanas	3	0
7.4.	21,2°C	8,2°C	43,40%	14,3°C	Kent	Virtuve	Atvērts logs	3	44,8
8.1.	23,3°C	9,1°C	40,60%	15,6°C	Kent	Virtuve	Pirms smēķēšanas	3	0
8.2.	22,7°C	8,7°C	40,80%	15,2°C	Kent	Virtuve	Smēķēšanas laikā	3	0
8.3.	22,6°C	8,8°C	41,50%	15,2°C	Kent	Virtuve	Pēc smēķēšanas	3	0
8.4.	22,5°C	8,5°C	40,80%	15,0°C	Kent	Virtuve	Atvērts logs	3	44,8
9.1.	20,4°C	13,2°C	63,60%	16,1°C	Kent	Virtuve	Pirms smēķēšanas	3	0

9.2.	20,4°C	13°C	62,50%	16°C	Kent	Virtuve	Smēķēšanas laikā	3	0
9.3.	20,7°C	13°C	61,50%	16,1°C	Kent	Virtuve	Pēc smēķēšanas	3	0
9.4.	20,6°C	12,4°C	59,50%	15,8°C	Kent	Virtuve	Atvērts logs	3	44,8
10.1.	21,7°C	13,4°C	59,30%	16,7°C	Kent	Virtuve	Pirms smēķēšanas	3	0
10.2.	21,8°C	13,5°C	59,30%	16,8°C	Kent	Virtuve	Smēķēšanas laikā	3	0
10.3.	21,7°C	13°C	57,80%	16,5°C	Kent	Virtuve	Pēc smēķēšanas	3	0
10.4.	21,8°C	13,1°C	58%	16,6°C	Kent	Virtuve	Atvērts logs	3	44,8
11.1.	21°C	12,4°C	58,10%	15,9°C	Kent	Virtuve	Pirms smēķēšanas	3	0
11.2.	21,2°C	12,6°C	58%	16,1°C	Kent	Virtuve	Smēķēšanas laikā	3	0
11.3.	21°C	12°C	56,60%	15,8°C	Kent	Virtuve	Pēc smēķēšanas	3	0
11.4.	21°C	12°C	56,60%	15,8°C	Kent	Virtuve	Atvērts logs	3	44,8
12.1.	22,4°C	12,2°C	52,50%	16,4°C	Kent+Vogue	Virtuve	Pirms smēķēšanas	-	-
12.2.	22,2°C	11,5°C	51,00%	16,1°C	Kent+Vogue	Virtuve	Smēķēšanas laikā (atvērts logs)	-	-
12.3.	22,4°C	11,7°C	50,80%	16,2°C	Kent+Vogue	Virtuve	Pēc smēķēšanas (atvērts logs)	-	-
12.4.	22,2°C	11,2°C	49,80%	15,9°C	Kent+Vogue	Virtuve	Atvērts logs	-	-

Korelāciju matrica, izmantojot Pīrsona korelācijas koeficientu (izdruka no SPSS programmas)

	sk_0.3	sk_0.5	sk_1.0	sk_2.5	sk_5.0	sk_10	c_0.3	c_0.5	c_1.0	c_2.5	c_5.0	c_10	c_SUM	AT	DP	RH	WB	Marka	Telpa	Case	Ventilation
sk_0.3	1	,929**	,915**	,913**	,664**	,416**	1,000**	,929**	,915**	,913**	,664**	,416**	,891**	-,001	,112	,130	,077	,053	-,140	,264	-,102
sk_0.5	,929**	1	,988**	,977**	,709**	,441**	,929**	1,000**	,988**	,977**	,709**	,441**	,945**	-,002	,149	,175	,099	,095	-,148	,136	-,211
sk_1.0	,915**	,988**	1	,985**	,717**	,424**	,915**	,988**	1,000*	,985**	,717**	,424**	,945**	-,009	,136	,163	,086	,090	-,129	,126	-,219
sk_2.5	,913**	,977**	,985**	1	,801**	,543**	,913**	,977**	,985**	1,000**	,801**	,543**	,980**	,042	,135	,125	,108	-,007	-,055	,128	-,230
sk_5.0	,664**	,709**	,717**	,801**	1	,857**	,664**	,709**	,717**	,801**	1,000**	,857**	,890**	,034	-,075	-,121	-,036	-,393**	,304*	-,017	-,306*
sk_10	,416**	,441**	,424**	,543**	,857**	1	,416**	,441**	,424**	,543**	,857**	1,000**	,687**	,322*	,015	-,217	,156	-,534**	,492**	-,041	-,302*
c_0.3	1,000**	,929**	,915**	,913**	,664**	,416**	1	,929**	,915**	,913**	,664**	,416**	,891**	-,001	,112	,129	,077	,053	-,140	,264	-,102
c_0.5	,929**	1,000*	,988**	,977**	,709**	,441**	,929**	1	,988**	,977**	,709**	,441**	,945**	-,002	,149	,175	,099	,095	-,148	,136	-,211
c_1.0	,915**	,988**	1,000*	,985**	,717**	,424**	,915**	,988**	1	,985**	,717**	,424**	,945**	-,009	,136	,163	,086	,090	-,129	,126	-,219

c_2.5	,913**	,977**	,985**	1,000*	,801**	,543**	,913**	,977**	,985**	1	,801**	,543**	,980**	,042	,135	,125	,108	-,007	-,055	,128	-,230
c_5.0	,664**	,709**	,717**	,801**	1,000*	,857**	,664**	,709**	,717**	,801**	1	,857**	,890**	,034	-,075	-,121	-,036	-,393**	,304*	-,017	-,306*
c_10	,416**	,441**	,424**	,543**	,857**	1,000**	,416**	,441**	,424**	,543**	,857**	1	,687**	,322*	,015	-,217	,156	-,534**	,492**	-,041	-,302*
c_SUM	,891**	,945**	,945**	,980**	,890**	,687**	,891**	,945**	,945**	,980**	,890**	,687**	1	,074	,093	,052	,096	-,126	,061	,098	-,266
AT	-,001	-,002	-,009	,042	,034	,322*	-,001	-,002	-,009	,042	,034	,322*	,074	1	,574**	-,039	,835**	-,130	,061	,074	,036
DP	,112	,149	,136	,135	-,075	,015	,112	,149	,136	,135	-,075	,015	,093	,574*	1	,795**	,929**	,386**	-,371*	,002	,061
RH	,130	,175	,163	,125	-,121	-,217	,129	,175	,163	,125	-,121	-,217	,052	-,039	,795**	1	,516**	,579**	-,475**	-,050	,043
WB	,077	,099	,086	,108	-,036	,156	,077	,099	,086	,108	-,036	,156	,096	,835*	,929**	,516**	1	,199	-,214	,039	,056
Marka	,053	,095	,090	-,007	-,393**	-,534**	,053	,095	,090	-,007	-,393**	-,534**	-,126	-,130	,386**	,579**	,199	1	-,587**	,000	,096

Telpe	-,140	-,148	-,129	-,055	,304*	,492**	-,140	-,148	-,129	-,055	,304*	,492**	,061	,061	-,371*	-,475**	-,214	-,587**	1	,000	-,163
Case	,264	,136	,126	,128	-,017	-,041	,264	,136	,126	,128	-,017	-,041	,098	,074	,002	-,050	,039	,000	,000	1	,732**
Ventilat ion	-,102	-,211	-,219	-,230	-,306*	-,302*	-,102	-,211	-,219	-,230	-,306*	-,302*	-,266	,036	,061	,043	,056	,096	-,163	,732**	1

** p=0,01

* p=0,05

Korelāciju matrica, izmantojot Kendala un Spīrmena rangi korelācijas koeficientu (izdruka no SPSS programmas)

	sk_0.3	sk_0.5	sk_1.0	sk_2.5	sk_5.0	sk_10	c_0.3	c_0.5	c_1.0	c_2.5	c_5.0	c_10	c_SUM	AT	DP	RH	WB	Marka	Telpa	Case	Ventilation
	Kendala rangi korelācijas koeficients																				
sk_0.3	1	,930**	,871**	,803**	,486**	,317**	,998**	,932**	,871**	,803**	,486**	,317**	,736**	-,069	,025	,067	,001	,014	-,103	,210	-,103
sk_0.5	,930**	1	,932**	,848**	,496**	,321**	,934**	,999**	,932**	,848**	,496**	,321**	,751**	-,097	,025	,084	,005	,040	-,108	,195	-,130
sk_1.0	,871**	,932**	1	,869**	,503**	,313**	,871**	,932**	1,000**	,869**	,503**	,313**	,746**	-,090	,037	,080	,029	,031	-,072	,183	-,146
sk_2.5	,803**	,848**	,869**	1	,613**	,420**	,807**	,849**	,869**	1,000**	,613**	,420**	,856**	-,043	,033	,054	,020	-,068	-,005	,171	-,157
sk_5.0	,486**	,496**	,503**	,613**	1	,739**	,489**	,498**	,503**	,613**	1,000**	,739**	,734**	,087	-,015	-,038	-,030	-,334**	,196	-,001	-,245
sk_10	,317**	,321**	,313**	,420**	,739**	1	,318**	,323**	,313**	,420**	,739**	1,000**	,561**	,251*	,004	-,141	,004	-,449**	,325*	-,012	-,226
c_0.3	,998**	,934**	,871**	,807**	,489**	,318**	1	,936**	,871**	,807**	,489**	,318**	,737**	-,069	,027	,069	,003	,016	-,103	,210	-,103
c_0.5	,932**	,999**	,932**	,849**	,498**	,323**	,936**	1	,932**	,849**	,498**	,323**	,752**	-,096	,023	,083	,004	,040	-,108	,196	-,130
c_1.0	,871**	,932**	1,000**	,869**	,503**	,313**	,871**	,932**	1	,869**	,503**	,313**	,746**	-,090	,037	,080	,029	,031	-,072	,183	-,146

c_2.5	,803**	,848**	,869**	1,000**	,613**	,420**	,807**	,849**	,869**	1	,613**	,420**	,856**	-,043	,033	,054	,020	-,068	-,005	,171	-,157
c_5.0	,486**	,496**	,503**	,613**	1,000**	,739**	,489**	,498**	,503**	,613**	1	,739**	,734**	,087	-,015	-,038	-,030	-,334**	,196	-,001	-,245
c_10	,317**	,321**	,313**	,420**	,739**	1,000**	,318**	,323**	,313**	,420**	,739**	1	,561**	,251*	,004	-,141	,004	-,449**	,325*	-,012	-,226
c_SUM	,736**	,751**	,746**	,856**	,734**	,561**	,737**	,752**	,746**	,856**	,734**	,561**	1	,030	,029	,007	,007	-,164	,072	,140	-,170
AT	-,069	-,097	-,090	-,043	,087	,251*	-,069	-,096	-,090	-,043	,087	,251*	,030	1	,150	-,338**	,266*	-,278*	,202	,036	,002
DP	,025	,025	,037	,033	-,015	,004	,027	,023	,037	,033	-,015	,004	,029	,150	1	,527**	,902**	,278*	-,316*	-,032	-,024
RH	,067	,084	,080	,054	-,038	-,141	,069	,083	,080	,054	-,038	-,141	,007	-,338**	,527**	1	,412**	,436**	-,392**	-,065	-,037
WB	,001	,005	,029	,020	-,030	,004	,003	,004	,029	,020	-,030	,004	,007	,266*	,902**	,412**	1	,239*	-,258*	-,048	-,034
Marka	,014	,040	,031	-,068	-,334**	-,449**	,016	,040	,031	-,068	-,334**	-,449**	-,164	-,278*	,278*	,436**	,239*	1	-,495**	,000	,020
Telpa	-,103	-,108	-,072	-,005	,196	,325*	-,103	-,108	-,072	-,005	,196	,325*	,072	,202	-,316*	-,392**	-,258*	-,495**	1	,000	-,041
Case	,210	,195	,183	,171	-,001	-,012	,210	,196	,183	,171	-,001	-,012	,140	,036	-,032	-,065	-,048	,000	,000	1	,698**
Ventilation	-,103	-,130	-,146	-,157	-,245	-,226	-,103	-,130	-,146	-,157	-,245	-,226	-,170	,002	-,024	-,037	-,034	,020	-,041	,698**	1
Spīrmena rangu korelācijas koeficients																					
sk_0.3	1	,979**	,962**	,939**	,642**	,423**	1,000**	,980**	,962**	,939**	,642**	,423**	,883**	-,083	,042	,096	,010	,017	-,125	,301*	-,132

sk_0.5	,979**	1	,990**	,960**	,654**	,419**	,980**	1,000**	,990**	,960**	,654**	,419**	,895**	-,120	,052	,118	,028	,052	-,131	,285	-,165
sk_1.0	,962**	,990**	1	,970**	,670**	,429**	,962**	,990**	1,000**	,970**	,670**	,429**	,902**	-,115	,063	,122	,044	,039	-,087	,267	-,186
sk_2.5	,939**	,960**	,970**	1	,794**	,578**	,940**	,960**	,970**	1,000**	,794**	,578**	,966**	-,052	,064	,090	,037	-,088	-,006	,253	-,195
sk_5.0	,642**	,654**	,670**	,794**	1	,898**	,643**	,655**	,670**	,794**	1,000**	,898**	,903**	,119	-,035	-,076	-,046	-,413**	,237	,016	-,301*
sk_10	,423**	,419**	,429**	,578**	,898**	1	,421**	,420**	,429**	,578**	,898**	1,000**	,736**	,350*	-,007	-,212	-,003	-,552**	,389**	-,012	-,269
c_0.3	1,000**	,980**	,962**	,940**	,643**	,421**	1	,980**	,962**	,940**	,643**	,421**	,883**	-,085	,044	,099	,012	,019	-,125	,302*	-,132
c_0.5	,980**	1,000**	,990**	,960**	,655**	,420**	,980**	1	,990**	,960**	,655**	,420**	,896**	-,119	,051	,116	,027	,052	-,131	,285	-,165
c_1.0	,962**	,990**	1,000**	,970**	,670**	,429**	,962**	,990**	1	,970**	,670**	,429**	,902**	-,115	,063	,122	,044	,039	-,087	,267	-,186
c_2.5	,939**	,960**	,970**	1,000**	,794**	,578**	,940**	,960**	,970**	1	,794**	,578**	,966**	-,052	,064	,090	,037	-,088	-,006	,253	-,195
c_5.0	,642**	,654**	,670**	,794**	1,000**	,898**	,643**	,655**	,670**	,794**	1	,898**	,903**	,119	-,035	-,076	-,046	-,413**	,237	,016	-,301*
c_10	,423**	,419**	,429**	,578**	,898**	1,000**	,421**	,420**	,429**	,578**	,898**	1	,736**	,350*	-,007	-,212	-,003	-,552**	,389**	-,012	-,269
c_SUM	,883**	,895**	,902**	,966**	,903**	,736**	,883**	,896**	,902**	,966**	,903**	,736**	1	,044	,041	,015	,023	-,201	,087	,216	-,215
AT	-,083	-,120	-,115	-,052	,119	,350*	-,085	-,119	-,115	-,052	,119	,350*	,044	1	,227	-,440**	,312*	-,340*	,240	,042	,006
DP	,042	,052	,063	,064	-,035	-,007	,044	,051	,063	,064	-,035	-,007	,041	,227	1	,749**	,975**	,357*	-,380*	-,049	-,029
RH	,096	,118	,122	,090	-,076	-,212	,099	,116	,122	,090	-,076	-,212	,015	-,440**	,749**	1	,670**	,531**	-,473**	-,085	-,045

WB	,010	,028	,044	,037	-,046	-,003	,012	,027	,044	,037	-,046	-,003	,023	,312*	,975**	,670**	1	,322*	-,309*	-,062	-,040	
Marka	,017	,052	,039	-,088	-,413**	-,552**	,019	,052	,039	-,088	-,413**	-,552**	-,201	-,340*	,357*	,531**	,322*	1	-,523**	,000	,022	
Telpa	-,125	-,131	-,087	-,006	,237	,389**	-,125	-,131	-,087	-,006	,237	,389**	,087	,240	-,380*	-	-,473**	-,309*	-,523**	1	,000	-,041
Case	,301*	,285	,267	,253	,016	-,012	,302*	,285	,267	,253	,016	-,012	,216	,042	-,049	-,085	-,062	,000	,000	1	,772**	
Ventilation	-,132	-,165	-,186	-,195	-,301*	-,269	-,132	-,165	-,186	-,195	-,301*	-,269	-,215	,006	-,029	-,045	-,040	,022	-,041	,772**	1	

** p=0,01

* p=0,05