



**Kauno technologijos universitetas**

Cheminės technologijos fakultetas

**Sumažintos rizikos tabako produktų naudojimo poveikis  
patalpų oro kokybei**

Baigiamasis magistro projektas

---

**Karolina Keraitytė**

Projekto autorė

**Doc. Violeta Kaunelienė**

Vadovė

---

**Kaunas, 2019**



**Kauno technologijos universitetas**

Cheminės technologijos fakultetas

# **Sumažintos rizikos tabako produktų naudojimo poveikis patalpų oro kokybei**

Baigiamasis magistro projektas

Aplinkosaugos inžinerija (6211EX003)

---

**Karolina Keraitytė**

Projekto autorė

**Doc. Violeta Kaunelienė**

Vadovė

**Doc. Inga Stasiulaitienė**

Recenzentė

---

**Kaunas, 2019**



**Kauno technologijos universitetas**

Cheminės technologijos fakultetas

Karolina Keraitytė

## **Sumažintos rizikos tabako produktų naudojimo poveikis patalpų oro kokybei**

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Karolinos Keraitytės, baigiamasis projektas tema „Sumažintos rizikos tabako produktų naudojimo poveikis patalpų oro kokybei“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

---

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

---

(parašas)

Karolina Keraitytė. Sumažintos rizikos tabako produktų naudojimo poveikis patalpų oro kokybei. Magistro krypties studijų baigiamasis projektas/ vadovė doc. dr. Violeta Kaunelienė; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Aplinkos inžinerija.

Reikšminiai žodžiai: patalpų oro kokybė, tabaką kaitinanti sistema, nikotinas, viešosios vietos, aplinkos tabako dūmai, kietosios dalelės, aldehidai.

Kaunas, 2019. 61 p.

## Santrauka

**Įvadas:** Siekiant sumažinti su rūkymu susijusią riziką žmonių sveikatai tabaką kaitinanti sistema vis intensyviau keičia įprastus tabako gaminius. Tabaką kaitinanti sistema THS 2.2 (kitai žinoma kaip IQOS) – tai gana naujas produktas rinkoje, kuris apibūdinamas kaip sumažintos rizikos tabako produktas. IQOS kaitina tabaką iki 350 °C temperatūros be degimo proceso ir nesukelia jokių smilkstančios cigaretės dūmų emisijų ar pelenų. Tačiau tyrimų, kuriuose būtų atlikti THS 2.2 sistemos naudojimo poveikio viešųjų erdvių patalpų oro kokybei analizės, nėra. Todėl šio eksperimento metu atlikti matavimai esant kontroliuojamoms ir nekontroliuojamoms sąlygoms siekiant palyginti, kokia IQOS generuojama tarša lyginant su emisijomis, kurios įprastai susidaro viešose žmonių susibūrimo vietose.

**Metodai:** Tyrimas buvo atliktas viename naktiniame klube. Pirmojo etapo metu matavimai buvo atlikti, kai klubas nedirbo, o tyrime dalyvavo savanoriai, kurie rūkė IQOS. Antrajame etape matavimai atlikti klubo veikimo metu, kai matavimų sąlygos nebuvo kontroliuojamos siekiant nustatyti emisijas, kurios susidaro ir daro įtaką patalpų oro kokybei. Abiem atvejais matuotos kietųjų dalelių masės ir skaitinės koncentracijos, nikotinas, acetaldehidai, formaldehidai, 3-etenilpiridinas bei CO<sub>2</sub>.

**Rezultatai:** Esant kontroliuojamoms sąlygoms išmatuota nikotino koncentracija, kai IQOS naudoja 10 savanorių siekė 1,6 μg/m<sup>3</sup> (Z1) ir 2,1 μg/m<sup>3</sup> (Z2), 30 savanorių – 5,4 μg/m<sup>3</sup> (Z1) ir 3,7 μg/m<sup>3</sup> (Z2). Klubo veikimo metu užfiksuota ženkliai padidėjusi nikotino koncentracija dėl tretinio rūkymo – 5,1 μg/m<sup>3</sup> (Z2). Dalelių skaitinė fono koncentracija buvo 1·10<sup>4</sup> #/cm<sup>3</sup>, 10 savanorių 5·10<sup>4</sup> #/cm<sup>3</sup>, 30 savanorių 1·10<sup>5</sup> #/cm<sup>3</sup> ir klubo veikimo metu 1·10<sup>6</sup> #/cm<sup>3</sup> – 1·10<sup>7</sup> #/cm<sup>3</sup>. Pastebimas koncentracijų didėjimas keičiantis eksperimento sąlygoms.

**Išvados:** Tabaką kaitinančios sistemos naudojimo metu pastebėtas kietųjų dalelių masės ir skaitinės koncentracijų padidėjimus keičiant numatytas sąlygas, t. y. esant didesniai savanorių skaičiui, tačiau matavimų vertės buvo mažesnės lyginant su vertėmis, kurios buvo išmatuotos klubo veikimo metu. IQOS naudojimas reikšmingos įtakos turėjo tik nikotino ir acetaldehido koncentracijoms.

Karolina Keraitytė. Impact of Using Reduced Risk Tobacco Products on Indoor Air Quality. Master's Final Degree Project / supervisor doc. dr. Violeta Kaunelienė; Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Environmental Engineering.

Keywords: indoor air quality, tobacco heating system, nicotine, hospitality venues, environmental tobacco smoke, particulate matter, aldehydes.

Kaunas, 2019. 61 p.

## Summary

**Introduction:** In order to reduce the risks to human health associated with smoking, the tobacco heating system is increasingly replacing conventional tobacco products. THS 2.2 (also known as IQOS) is a new product on the market that is described as a low-risk tobacco product. IQOS heats the tobacco up to 350° C without burning and does not cause any emissions of insence cigarette or ash. However, there are no studies that analyze the impact of using THS system on indoor air quality in public places. Therefore, during this experiment, measurements were made under controlled and uncontrolled conditions to compare the THS system generated pollutants with emissions that normally occur at hospitality venues.

**Methods:** The study was performed in a nightclub. During the first part, the measurements were done when the club did not work, and the volunteers who smoked IQOS took part in the study. In the second part, measurements were performed during the club's operation, when the measurement conditions were not controlled to determine the emissions that are generated and affect indoor air quality. In both cases, particulate mass and numerical concentrations, nicotine, acetaldehyde, formaldehyde, 3-ethenylpyridine and CO<sub>2</sub> were measured.

**Results:** Under controlled conditions, the measured nicotine concentration when IQOS uses 10 volunteers was 1,6 µg/m<sup>3</sup> (Z1) and 2,1 µg/m<sup>3</sup> (Z2), 30 volunteers – 5,4 µg/m<sup>3</sup> (Z1) and 3,7 µg/m<sup>3</sup> (Z2). Significantly increased nicotine concentrations due to tertiary smoking were measured during the club in operation – 5,1 µg / m<sup>3</sup> (Z2). The number background concentration of the particles was 1·10<sup>4</sup> #/cm<sup>3</sup>, 10 volunteers 5·10<sup>4</sup> #/cm<sup>3</sup>, 30 volunteers 1·10<sup>5</sup> #/cm<sup>3</sup> and during club operation 1·10<sup>6</sup> #/cm<sup>3</sup> - 1·10<sup>7</sup> #/cm<sup>3</sup>. It is noticed that concentrations are increasing by changing experimental conditions.

**Conclusions:** During the use of the tobacco heating system, increases in particulate mass and number concentrations have been observed by changing the intended conditions, i. e. with a higher number of volunteers, the values of the measurements were lower compared to the values measured during club in operation. The use of IQOS had a significant effect only on nicotine and acetaldehyde concentrations.

## Turinys

<b>Lentelių sąrašas</b> .....	<b>7</b>
<b>Paveikslų sąrašas</b> .....	<b>8</b>
<b>Santrumpų sąrašas</b> .....	<b>9</b>
<b>Įvadas</b> .....	<b>11</b>
<b>1. Literatūros apžvalga</b> .....	<b>13</b>
1.1. Tabaką kaitinanti sistema.....	13
1.1.1. THS 2.2 produkto apibūdinimas.....	13
1.1.2. THS 2.2 aerozolio cheminė sudėtis ir palyginimas su išpučiamais tradicinių cigarečių dūmais	14
1.1.3. THS <i>In vitro</i> toksikologija.....	15
1.2. THS 2.2 taršos palyginimas su kitų nikotino turinčių gaminių tarša.....	16
1.2.1. Cigaretės rūkymo metu išpučiami dūmai (angl. <i>mainstream smoke</i> ).....	16
1.2.2. Pasyvaus rūkymo dūmai (angl. <i>secondhand smoke</i> ) .....	18
1.3. Oro patalpų, kuriose rūkoma, kokybė realiomis sąlygomis.....	25
1.4. Skyriaus apibendrinimas.....	29
<b>2. Tyrimų metodika</b> .....	<b>30</b>
2.1. Analizės įranga ir metodika .....	31
2.2. Statistinė duomenų analizė .....	35
2.2.1. Dalelių dydžio pasiskirstymas .....	35
2.2.2. Dalelių koncentracijos laikinas svyravimas .....	35
2.2.3. Dalelių sklaidai darančių įtaką veiksnių regresinis modeliavimas.....	36
<b>3. Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas</b> .....	<b>37</b>
3.1. Aerozolio dalelių koncentracijos kitimas laike.....	37
3.2. Aerozolio skaitinė ir masės koncentracijos .....	40
3.3. Dalelių dydžio pasiskirstymas (PSD) .....	43
3.4. Dujiniai teršalai.....	45
3.4.1. Formaldehidas .....	45
3.4.2. Acetaldehidas .....	46
3.4.3. Nikotinas.....	47
3.4.4. 3-etenilpiridinas .....	48
<b>Išvados</b> .....	<b>50</b>
<b>Literatūros sąrašas</b> .....	<b>51</b>
<b>Priedai</b> .....	<b>56</b>
1 priedas. Eksperimento oro kokybės parametrai .....	56
2 priedas. Dalelių skaitinės koncentracijos kitimas laike.....	59
3 priedas. Dalelių dydžio pasiskirstymo grafikai .....	61

## Lentelių sąrašas

<b>1 lentelė.</b> Dervos, nikotino, CO ir TSNA koncentracijos pagrindiniuose cigarečių dūmuose (angl. <i>mainstream smoke</i> ) ir kiekvieno komponento pernešimo greitis IQOS (įprastų ir mentolio) ir įprastų cigarečių (3R4F ir 1R5F) [2].....	17
<b>2 lentelė.</b> THS 2.2 ir „Marlboro Gold“ įtaka patalpų oro kokybei [27].....	21
<b>3 lentelė.</b> Eksperimento rezultatai gauti naudojant rūkymo mašinas su nehomogenizuotais mėginiais [28] .....	22
<b>4 lentelė.</b> Realaus laiko parametrų ir validacijos metodai [29].....	36
<b>5 lentelė.</b> Suminė lentelė apibūdinanti oro kokybės parametrus esant kintančioms eksperimento sąlygoms skirtingomis dienomis .....	56

## Paveikslų sąrašas

<b>1 pav.</b> Trys THS 2.2 komponentai [36] .....	13
<b>2 pav.</b> Tradicinių cigarečių ir IQOS kietųjų dalelių sudėtis (mg), sukurta pagal „Health Canada Intense“ mašininio rūkymo sąlygas. Taip pat parodytos Kembridžo stiklo pluošto filtro padėklo nuotrauka, surinktos po cigarečių dūmų (kairėje) ir IQOS aerozolių (dešinėje) [32].....	15
<b>3 pav.</b> Apskaičiuotos submikroninės dalelės, kurių nominalus skersmuo yra 5,6-560 nm (vidutinės vertės iš trijų pakartojimų): įprastos dozės (grafikas) ir dydžio pasiskirstymas (%) skirtinguose kvėpavimo srityse normaliai kvėpuojančio vyro esančio ramybės būsenoje [30].....	19
<b>4 pav.</b> Vidutinė tabako dūmų tarša baruose ir restoranuose prieš ir po įstatymo priėmimo Šiaurės Dakotoje 2013 metais [4] .....	26
<b>5 pav.</b> Klubo „Mojo Lounge“, kuriame atlikti matavimai, schema.....	30
<b>6 pav.</b> Elektrinis žemo slėgio impaktorius ELPI+ [7] .....	31
<b>7 pav.</b> Nanodalelių skaitinės koncentracijos matuoklis, TSI 3910 Nanoscan Nanoparticle Sizer [39].	32
<b>8 pav.</b> Oro kokybės matuoklis IAQ – CALC [40].....	33
<b>9 pav.</b> Vidutinės skaitinės dalelių koncentracijos matavimas naudojant tabaką kaitinančią sistemą kontroliuojamomis sąlygomis antrąją dieną.....	37
<b>10 pav.</b> CO <sub>2</sub> koncentracijos grafikas kontroliuojamomis sąlygomis.....	38
<b>11 pav.</b> Vidutinė skaitinė dalelių koncentracija išmatuota klubo veikimo metu pirmąją dieną .....	39
<b>12 pav.</b> CO <sub>2</sub> koncentracija klubo veikimo metu esant nekontroliuojamoms sąlygoms.....	40
<b>13 pav.</b> Dalelių skaitinė (PNC) koncentracija I (Z1) ir II (Z2) zonose esant kontroliuojamoms ir nekontroliuojamoms sąlygoms.....	41
<b>14 pav.</b> Dalelių masės (PM <sub>2.5</sub> ) koncentracijos I (Z1) ir II (Z2) zonose esant kontroliuojamoms ir nekontroliuojamoms sąlygoms.....	41
<b>15 pav.</b> Dalelių masės (PM <sub>10</sub> ) koncentracijos I (Z1) ir II (Z2) zonose esant kontroliuojamoms ir nekontroliuojamoms sąlygoms.....	42
<b>16 pav.</b> Foninis dalelių dydžio pasiskirstymas (PSD) naudojant 10, 30 IQOS ir klubo veikimo metu.	43
<b>17 pav.</b> Dalelių dydžio pasiskirstymas naudojant tabaką kaitinančią sistemą ir klubo veikimo metu ..	44
<b>18 pav.</b> Masės dalelių dydžio pasiskirstymas .....	45
<b>19 pav.</b> Formaldehido koncentracija skirtingomis sąlygomis .....	46
<b>20 pav.</b> Acetaldehido koncentracija skirtingomis sąlygomis.....	47
<b>21 pav.</b> Nikotino koncentracija skirtingomis sąlygomis.....	48
<b>22 pav.</b> 3 – EP koncentracija esant skirtingoms sąlygoms .....	48
<b>23 pav.</b> Vidutinės skaitinės dalelių koncentracijos matavimas naudojant tabaką kaitinančią sistemą kontroliuojamomis sąlygomis pirmąją dieną .....	59
<b>24 pav.</b> Vidutinės skaitinės dalelių koncentracijos matavimas naudojant tabaką kaitinančią sistemą kontroliuojamomis sąlygomis trečiąją dieną.....	59
<b>25 pav.</b> Vidutinė skaitinė dalelių koncentracija išmatuota klubo veikimo metu antrąją dieną .....	60
<b>26 pav.</b> Vidutinė skaitinė dalelių koncentracija išmatuota klubo veikimo metu trečiąją dieną.....	60
<b>27 pav.</b> Dalelių dydžio pasiskirstymas (PSD) I – oje zonoje klubo veikimo metu ir naudojant 30 IQOS įrenginių .....	61
<b>28 pav.</b> Dalelių dydžio pasiskirstymas (PSD) II – oje zonoje klubo veikimo metu ir naudojant 30 IQOS įrenginių .....	61



## Santrumpų sąrašas

3-EP – 3-etenilpiridinas

3R4F – standartinė įprasta cigaretė.

ATD – aplinkos tabako dūmai (angl. *ETS – environmental tobacco smoke*).

BC – juodoji anglis (angl. *black carbon*).

CO – anglies monoksidas (angl. *carbon oxide*).

EC – elektroninės cigaretės (angl. *electronic cigarettes*).

ECIG – elektroninė cigaretė (angl. *electronic cigarette*).

FPM – fluorescencinės kietosios dalelės (angl. *fluorescent particulate matter*).

GC/MS – dujų chromatografija/masių spektrometrija.

GVP – dujų-garų fazė (angl. *gas/vapor phase*).

HPHC – kenksmingos ir potencialiai kenksmingos sudėtinės dalys (angl. *harmful and potentially harmful constituents*).

HPLC – aukšto efektyvumo skysčių chromatografija (angl. *high performance liquid chromatography*).

IAQ – aplinkos oro kokybė (angl. *indoor air quality*).

KD – kietosios dalelės.

KTU – Kauno technologijos universitetas.

LOJ – lakieji organiniai junginiai.

OC – organinė anglis (angl. *organic carbon*).

ON – klubo veikimo metu.

PAH – policikliniai aromatiniai angliavandeniliai (angl. *polycyclic aromatic hydrocarbon*).

PM – dalelių masės koncentracija (angl. *particle mass concentration*).

PMI – Philip Morris International.

PNC – dalelių skaitinė koncentracija (angl. *particle number concentration*).

Ppm – milijoninės dalys – matavimo vienetas (angl. *parts per million*).

PSD – dalelių dydžio pasiskirstymas (angl. *particle size distribution*).

RH - drėgnumas (angl. *real humidity*).

RSP – įkvepiamos suspenduotos kietosios dalelės (angl. *respiratory suspended particulate*).

SHS – pasyvus rūkymas (angl. *secondhand smoke*).

SMP – submikroninės dalelės (angl. *submicron particles* ).

THS – tabaką kaitinanti sistema (angl. *tobacco heating system*). Kitaip vadinama IQOS.

UVPM – ultravioletinės kietosios dalelės (angl. *ultraviolet particulate matter*).

WHO – Pasaulio sveikatos organizacija (angl. „*World Health Organisation*“).

## Išvadas

### *Aktualumas*

Patalpų oro kokybė yra vienas svarbiausių parametrų užtikrinančių tinkamą ir nekenksmingą aplinką žmonėms. Remiantis atliktais tyrimais maždaug apie 90 % laiko žmonės praleidžia patalpose – namuose, biuruose, mokyklose, parduotuvėse ir kt., todėl labai svarbu koku oru žmonės kvėpuoja.

Oro kokybę patalpose lemia keletas veiksnių, vienas jų – teršiančių medžiagų buvimas. Pagrindiniai patalpų oro taršos šaltiniai: lauko oro patekimas per duris, langus, ventiliaciją; emisijos iš statybinių medžiagų, baldų ir įrangos; šildymo ir vėdinimo sistemos; gyventojai; buityje atliekami veiksmai (maisto gaminimas, tvarkymasis ir kt.) ir, kai patalpose rūkoma, aplinkos tabako dūmai (angl. *environmental tobacco smoke* (ATD)). ATD apibrėžiamas kaip įsisenėjęs ir susilpnėjęs rūkančiojo žmogaus iškvėptų dūmų (angl. *mainstream smoke*) ir smilkstančios cigaretės (angl. *sidestream smoke*) dūmų mišinys. Visuomenės sveikatos specialistai teigia, kad ATD poveikis sukelia ligas, tokias kaip plaučių vėžys ir širdies ligos nerūkantiems suaugusiesiems bei astmą, kvėpavimo sutrikimus, kosulį ir staigias mirtis vaikams. ATD žymenys gali būti nespecifiniai. Nikotinas, 3 – etenilpiridinas ir solanesolas laikomi specifiniais ATD žymenimis. Nespecifiniai ATD žymenys taip pat gali būti išskirti ir iš kitų šaltinių – baldų, grindų ar kitų degimo šaltinių. Tarp jų yra įkvepiamos aerosolio dalelės, anglies monoksidas, azoto oksidas ir kai kurie organiniai junginiai (benzenas, toluenas, karbonilai) [28].

Siekiant sumažinti riziką sveikatai pastaruoju metu daug dėmesio skiriama tradicinių cigarečių alternatyvoms – sumažintos rizikos nikotino turintiems produktams [14]. Vienas iš tokių gaminių, tai tabaką kaitinanti sistema (THS 2.2), kuri tabako nedegina, o tik kaitina, todėl nesusidaro dūmai ir pelenai. Taip pat nėra ir smilkstančio tabako dūmų (angl. *sidestream smoke*). Viena iš didžiausių tabako kompanijų pasaulyje *Philip Morris International* (PMI) gamina THS produktus, kurių paskirtis yra ženkliai sumažinti riziką sveikatai dėl toksiškų arba potencialiai kenksmingų junginių susidarymo įkvepiamajame aerosolyje, tačiau tuo pat metu išsaugant skonį, jutimo savybes, nikotino gavimą ir kitas įprastas cigaretės charakteristikas [36].

### *Darbo tikslas*

Ištirti ir įvertinti sumažintos tabako rizikos produkto IQOS įtaką patalpų oro kokybei realioje aplinkoje esant nekontroliuojamoms sąlygoms.

### *Hipotezė*

Tabaką kaitinančios sistemos naudojimas „realiomis sąlygomis“ gali sukelti statistiškai reikšmingą patalpų oro taršos padidėjimą, kuris gali viršyti WHO (angl. *World Health Organisation*) rekomenduojamas nikotino, formaldehido ir kitų junginių vertes.

### *Tyrimo objektas*

Sumažintos rizikos tabako produkto IQOS naudojimo įtaka patalpų oro kokybei.

### *Uždaviniai:*

1. Atlikti literatūros analizę ir išnagrinėti sumažintos tabako rizikos produkto THS 2.2 įtaką patalpų oro kokybei restoranuose, klubuose ir kitose viešose erdvėse lyginant su kitais tabako gaminiais – įprastomis cigaretėmis, elektroninėmis cigaretėmis, kaljanais.

2. Atlikti patalpų oro kokybės tyrimus „Mojo Lounge“ klube: išmatuoti nikotino, aldehydų, CO<sub>2</sub> bei PNC, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> koncentracijas.
3. Remiantis gautais rezultatais pateikti darbo išvadas apie tabaką kaitinančios sistemos generuojamos taršos lygius.

### **Pastaba**

Šis eksperimentinis tyrimas atliktas siekiant įvertinti įtaką patalpų oro kokybei. Citotoksiškumas ir galima rizika žmonių sveikatai nebuvo vertinama.

### **Atsakomybė**

Šį tyrimą finansavo „Tyrėjų inicijuota studija“, kurią paskyrė „Philip Morris Products SA“ (IIS.PMI.2017.16). Tyrimo protokolas buvo parengtas tyrėjo, kuris atliko tyrimą. „Philip Morris Products SA“ nedalyvavo vadovaujant eksperimentiniam tyrimui, duomenų apdorojimo procese ir rankraščio rašyme.

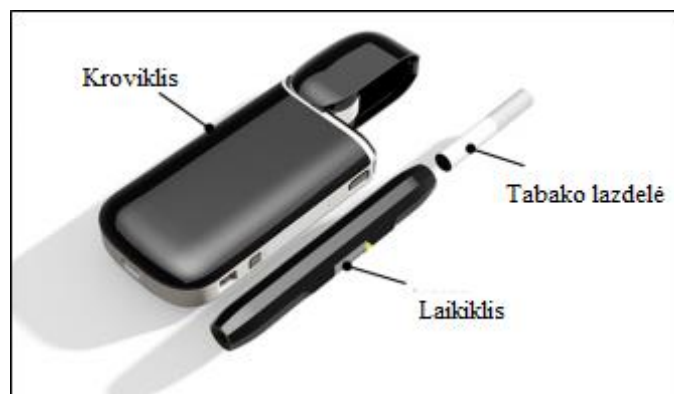
## 1. Literatūros apžvalga

### 1.1. Tabaką kaitinanti sistema

Neseniai *Philip Morris International* (PMI) įžengė į patobulintų cigarečių rinką, pasiūlydami naują produktą – IQOS (angl. *I Quit Ordinary Smoking*), kaitinamą be degimo (angl. „*heat-no-burn*“) cigaretę, kuri apibūdinama kaip hibridas tarp elektroninės ir įprastos cigaretės, teigiant, jog tai yra sumažintos rizikos produktas. IQOS susideda iš nedidelę cigaretę primenančios lazdelės, kurios elementus sudaro tabako pluoštas, tuščiaviduris acetato vamzdelis, polimerinės plėvelės filtras, celiuliozės – acetato kandiklio filtras, bei išoriniai laikikliai. IQOS kaitina tabaką pakankamai gerai, kad skleistų kvapius nikotino turinčius garus be degimo proceso. Kaitinimo metu susidarantis aerozolis daugiausia susideda iš vandens (76 %), glicerino (10 %) ir nikotino (3 %) [27] [31].

#### 1.1.1. THS 2.2 produkto apibūdinimas

THS 2.2 yra naujas tabako produktas. Jis turi tris skirtingus komponentus (1 pav.), kurie atlieka skirtingas funkcijas: 1) tabako lazdelė – naujas patentuotas tabako gaminys su apdorotu tabaku, kuris gaminamas iš tabako miltelių, 2) laikiklis į kurį įdėta tabako lazdelė bei tabakas kaitinamas elektroniniu būdu valdomu kaitikliu, 3) įkroviklis, kuris naudojamas pakartotinai įkrauti laikiklį po kiekvieno naudojimo [36].



1 pav. Trys THS 2.2 komponentai [36]

THS 2.2 produktas labai skiriasi nuo įprastų cigarečių. Pirmiausia, tabako lazdelėje nėra tabako užpildo (tabako lapų, supjaustytų smulkiais gabalėliais, esančių cigaretėse). Vietoje to, tabakas yra sumalamas ir suformuojamas į lakštus, įpilant vandens, glicerino, guaro dervos ir celiuliozės pluoštų. Antra, tabako lazdelė turi savyje daug mažesnę tabako kiekį lyginant su įprastine cigarete. Tabako kiekis lazdelėje yra apie 320 mg, o įprastose cigaretėse kiekis svyruoja nuo 550 iki 700 mg. Trečia, skirtingai nuo cigarečių, tabako lazdelėje yra du unikalūs ir nepriklausomi filtrai: 1) polimero plėvelės filtras aerozoliui atvėsinti ir, 2) mažo tankio celiuliozės acetato kandiklio filtras, imituojantis juntamuosius cigarečių aspektus. Be to, tuščiavidurio acetato vamzdelis atskiria tabako ir polimero plėvelės filtrą [36].

Norint naudoti THS 2.2 gaminį, vartotojas įkiša tabako lazdelę į laikiklį ir įjungia prietaisą. Taip pradamas tabako kaitinimas per kaitiklį. Tabakas nei užsidega, nei smilksta. Tabako lazdelė kaitinama apie 6 minutes, tuo pat metu galima atlikti iki 14 aerozolio įtraukimų. Kaitiklio temperatūra yra

kruopščiai kontroliuojama, o energijos tiekimas į kaitiklį yra nutraukiamas, jei darbo temperatūra viršija 350 °C [36].

Kai įprasta cigaretė (angl. *conventional cigarette*) uždegama, tabako (kuro) ir deguonies kombinacija ore sukelia savaiminio degimo procesą, kuris sunaudoja tabaką. Per laikotarpį tarp įtraukimo – išpūtimo, tabako degimo temperatūra svyruoja nuo 600 iki 800 °C degimo zonos centre. Įtraukimo – ištraukimo metu degimo zonos pakraštyje temperatūra pakyla iki daugiau kaip 900 °C. Dėl tabako degimo susidaro šiluma, dūmai ir pelenai. Susiformavęs dūmas yra sudėtingas aerozolio mišinys, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 8000 junginių [36].

Priešingai, THS 2.2 produkto darbo temperatūra yra gerokai mažesnė už tą, kuri reikalinga tabakui uždegti ir smilkti, o kaitinamo tabako temperatūra neturi būti didesnė nei 300 °C. Kai iš tabako lazdelės yra traukiamas dūmas, tabako temperatūra nukrenta, o aplinkos oras yra traukiamas per tabako lazdelę. Kadangi nėra degimo, struktūrinis tabako lazdelės vientisumas po naudojimo lieka toks pat. Nesant degimo proceso nesusidaro pelenai [36].

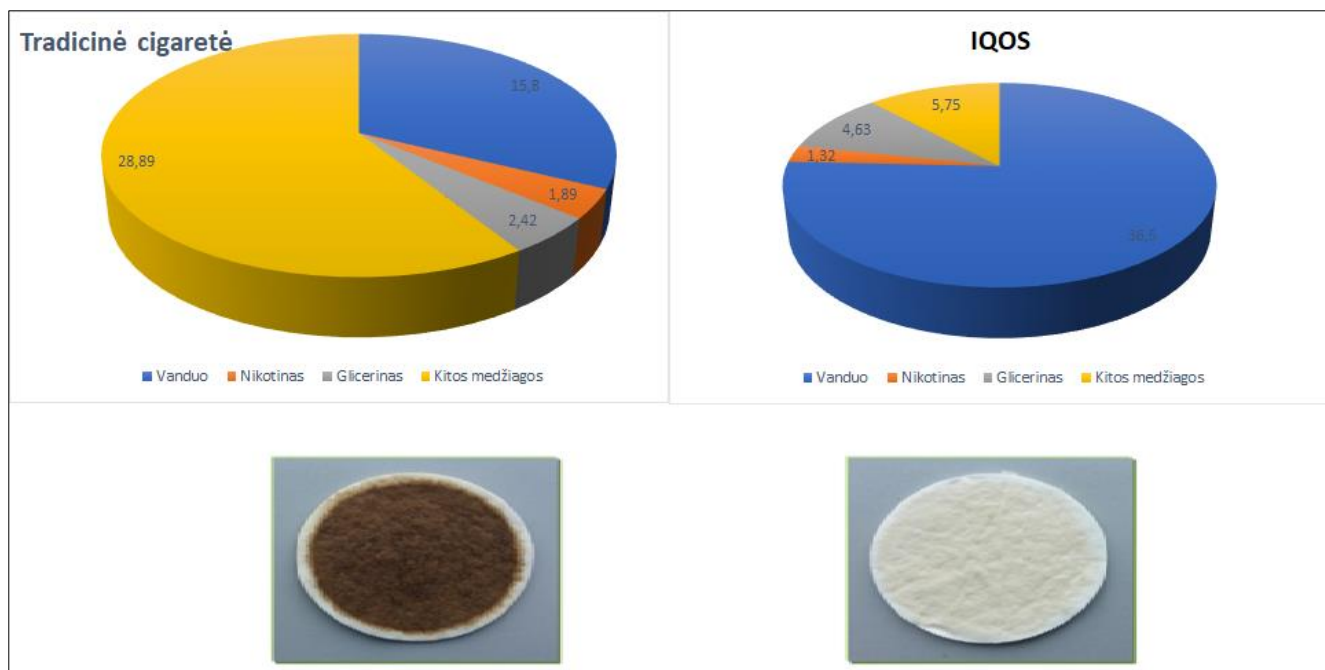
### **1.1.2. THS 2.2 aerozolio cheminė sudėtis ir palyginimas su išpučiamais tradicinių cigarečių dūmais**

Duomenų apie tabaką kaitinančių sistemų išskiriamus pagrindinius (angl. *mainstream*) ir išpučiamus aerozolius atsiranda vis daugiau. Palyginus įprastinių cigarečių ir tabaką kaitinančių sistemų pagrindinių dūmų emisijas pastebėtas nikotino (18 – 73 % cigarečių dūmų), CO (daugiau nei 98 %), HPHC (daugiau nei 62 %) ir dervų (daugiau nei 21 %) sumažėjimas [34]. Manoma, kad THS 2.2 aerozolis, pagamintas naudojant eksperimentinius tabako pluošto mišinius, turi gerokai mažesnes kenksmingų ir potencialiai kenksmingų (HPHC) sudedamųjų dalių koncentracijas, palyginti su pagrindiniais įprastinių 3R4F cigarečių dūmų koncentracijomis [18].

THS 2.2 nesukelia jokių smilkstančios cigaretės dūmų (angl. *side-stream*) emisijų, todėl galimas poveikis patalpų oro kokybei naudojant tabaką kaitinančią sistemą gali kilti tik dėl išpučiamo aerozolio. Elektroninių cigarečių atveju keletas tyrimų parodė, kad iškvėptas aerozolis yra labai lakus, nes sudarytas iš greitai garuojančio skysčio dalelių. Kontroliuojamomis sąlygomis atliekant foninių ir IQOS aerozolių mėginių koncentracijų tyrimus naudojant rūkymo mašiną gauti rezultatai parodė, kad statistiškai reikšmingai padidėjo nikotinas, acetaldehidai, toluenas, benzenas ir solanesolas. Naudojant IQOS išmatuotos patalpos oro mėginių koncentracijos buvo panašios kaip ir foninės vertės (išskyrus acetaldehidą ir nikotiną), o daugumos kitų analizių vertės buvo reikšmingai mažesnės nei nustatytos atliekant matavimus, kai naudojamos įprastos cigaretės [18].

Tirti du THS 2.2 variantai (įprastos ir mentolio) buvo palyginti su 3R4F įprasta cigarete „Health Canada Intense“ naudojant rūkymo mašiną. Nustatytos 59 analitės (60 mentolio produktams), apimančios įvairias chemines klases, esančias skirtingose aerozolio fazėse. Iš tirtų dviejų įprastų IQOS variantų pirmuoju atveju 15 analizių (benzo[a]pireno, 3- ir 4-aminobifenilo, chinolino, pireno, nitrobenzeno, vinilchlorido, dibenz[a, h]antraceno ir visų elementų, išskyrus gyvsidabri) vertės buvo mažesnės nei kiekybinė įvertinimo riba, antruoju atveju – 11 (2-aminonaftalenas, 3-aminobifenilas, arsenas, kadmio, švinas, selenas, vinilchloridas ir dibenz[a, h]antracenas). Iš tirtų dviejų mentolio IQOS variantų pirmuoju atveju 11 analizių (2-aminonaftaleno, 4-aminobifenilo, chinolino, NAT, visų gyvsidabrio ir seleno, vinilchlorido ir dibenz[a, h]antraceno) vertės buvo mažesnės nei kiekybinė įvertinimo riba, antruoju atveju – 8 (2-aminonaftalenas, 3-aminobifenilas, arsenas, kadmio, švinas, selenas, vinilchloridas ir dibenz[a, h]antracenas). Iš viso 54 kenksmingų ir potencialiai kenksmingų teršalų vertės THS 2.2 aerozolyje buvo mažesnės lyginant su įprasta cigarete [32].

2 paveiksle pavaizduotose diagramose matyti kietųjų dalelių sudėties skirtumai tarp 3R4F ir THS 2.2. Nors THS 2.2 sugeneravo beveik tokį patį kietųjų dalelių kiekį kaip 3R4F, tačiau THS 2.2 aerozolio sudėtis buvo kiekybiškai ir kokybiškai kitokia nei 3R4F. Akivaizdus skirtumas lyginant Kembridžo stiklo pluošto filtrų spalvas, surinkus vienodą aerozolių masę ir visas kietąsias daleles iš THS 2.2 tabako lazdelių bei atitinkamai iš 3R4F cigarečių [32].



**2 pav.** Tradicinių cigarečių ir IQOS kietųjų dalelių sudėtis (mg), sukurta pagal „Health Canada Intense“ mašininio rūkymo sąlygas. Taip pat parodytos Kembridžo stiklo pluošto filtro padėklo nuotraukos, surinktos po cigarečių dūmų (kairėje) ir IQOS aerozolių (dešinėje) [32]

### 1.1.3. THS *In vitro* toksikologija

Toksiškumo *in vitro* rezultatai atspindi cheminius duomenis. THS 2.2 aerozolio frakcijos sukeltas poveikis stipriai skiriasi, palyginti su poveikiu, kurį sukelia 3R4F analogiškos frakcijos. THS 2.2 aerozolis parodo žymiai mažesnę toksikologinę aktyvumą, palyginus su įprastos cigaretės dūmais. NRU (angl. *Neutral red uptake*) tyrimo metu kietųjų dalelių fazės ir dujų – garų fazės (GVP) THS 2.2 įprastų ir THS 2.2 mentolio *in vitro* citotoksiškumas (toksinis poveikis ląstelei) buvo mažesnis iki 85 – 90 % lyginant su įprastinėmis cigaretėmis, nepriklausomai nuo pagrindo, naudojamo išreikšti aktyvumą [32].

Pagal tyrimo sąlygas testas neatskleidė reikšmingos bendrosios kietųjų dalelių frakcijos mutageninių savybių naudojant THS 2.2 įprastą tabaką ar THS 2.2 mentolį. Priešingai, visa 3R4F kietųjų dalelių frakcija buvo mutageninė. Pelių limfomos tyrimo duomenys rodo, kad tiek kietųjų dalelių, tiek dujų – garų fazės frakcijos gautos iš THS 2.2 įprastų ir mentolio turi mutageninį poveikį. Tačiau įrodyta, kad THS 2.2 aerozolio frakcijų mutageninis poveikis *in vitro* nepalyginamai mažesnis nei 3R4F. Pagrįstai galima teigti, kad bendros THS 2.2 aerozolio toksiškos medžiagos gali atlikti svarbų vaidmenį citotoksiškų ir mutageninių savybių pasireiškimui [32].

Šiuo metu rinkoje yra didelis THS ar kitų tabaką kaitinančių produktų pasirinkimas, nors jų veikimo principas šiek tiek skiriasi: IQOS iš *Philip Morris International*, 3T iš *Vapor Tobacco Manufacturing*,

Glo iš *British American Tobacco*, Ploom Tech iš *Japan Tobacco* ir kiti. Tiek elektroninės, tiek tabaką kaitinančios sistemos tampa vis populiareesnės tarp vartotojų [18].

## 1.2. THS 2.2 taršos palyginimas su kitų nikotino turinčių gaminių tarša

### 1.2.1. Cigaretės rūkymo metu išpučiami dūmai (angl. *mainstream smoke*)

THS 2.2 veikia kaitinant tabaką, kai kaitiklis esant maksimaliai 350 °C temperatūrai generuoja aerozolį, o įprastos cigaretės tabako deginimas vyksta esant aukštesnei nei 900 °C temperatūrai. Tai patvirtina, kad tabakas nebuvo deginamas viso eksperimento metu, o analizuojami THS 2.2 pagrindiniuose aerozoliuose esantys azoto oksidai (NO) ir anglies monoksidas (CO). Iš visų eksperimentinių tabako pluoštų mišinių aerozoliuose aptiktų azoto oksidų kiekis svyravo nuo mažiau nei 4,2 iki 51,4 mg/lazdelėje. Nustatyta koreliacija tarp azoto oksidų aerozolyje ir nitratų koncentracijos įvairiuose eksperimentiniuose tabako pluoštų mišiniuose. Tirtas mišinys, kurio išpučiamame aerozolyje aptikta 51,4 mg/lazdelėje azoto oksidų, o įprastose 3R4F cigaretėse esančiuose dūmuose rasta mažiau kaip 571 mg azoto oksidų, daugiausia nukrypo nuo visų eksperimentinių tabako pluoštų mišinių regresijos linijos. Šio mišinio pašalinimas iš duomenų rinkinio pagerino koreliaciją. Reikia tikėtis tokios stiprios koreliacijos, nes azoto oksidų buvimas pagrindiniuose rūkančioje išpučiamuose dūmuose (angl. *mainstream smoke*) pirmiausia susidaro dėl neorganinių nitratų, susidarantių tabako kaitinimo metu, kai temperatūra siekia <350 °C, o ne dėl oksidacinio azoto skaidymo (t. y. degimo) tabako pluoštų mišinyje esant aukštesnėms temperatūroms [32].

Tas pats mišinys sugeneravo 0,433 mg/lazdelėje CO pagrindiniuose rūkančioje išpučiamuose THS 2.2 dūmuose, kuris yra mažesnis už CO sugeneruotą kitame mišinyje (0,446 ± 0,246 mg/lazdelėje), o visi kiti tabako pluošto mišiniai sudaro CO koncentraciją pagrindiniuose aerozoliuose žemiau viršutinės ribos kontrolinio mišinio (0,692 mg/lazdelėje). CO nėra vienareikšmis degimo proceso cheminis rodiklis bei gali susidaryti iš nedegimo procesų, pvz. žemesnės temperatūros terminio proceso. Todėl mažas anglies monoksido koncentracijas galima pastebėti be tabako degimo, o deginimas gali būti reikšmingas tik tada, kai pastebimas ženklus CO kiekio padidėjimas. Taip pat degimo proceso nebūvimą mišinyje patvirtino ir THS 2.2 aerozolio surinkimas aplinkoje be deguonies. Inertinėmis sąlygomis azoto oksidai ir CO išeiga buvo tokia pat kaip ir aerozolį surenkant iš oro. Todėl nebuvo aptikta degimo požymių, o CO ir azoto oksidų žemos koncentracijos THS 2.2 aerozolyje patvirtina, kad tabako pluoštų mišiniai buvo kaitinami, o ne deginami [32].

Remiantis Mallock et al. tyrimu atlikta komerciškai prieinamo THS 2.2 produkto sugeneruotų emisijų analizė susijusi su kietųjų dalelių, nikotino, vandens, aldehydų ir kitų lakiųjų organinių junginių (LOJ) kiekiais, kurie pažymimi kaip svarbiausi sveikatos rizikos veiksniai. Tyrime analizuoti THS 2.2 generuojami rūkančiojo žmogaus išpučiami dūmai (angl. *mainstream smoke*), naudojant įvairius rinkoje parduodamus tabako lazdelių variantus. Tyrimas skirtas kancerogeninių lakiųjų organinių junginių ir aldehydų grupei. Šiame eksperimente buvo naudojami 4 tabaką kaitinantys įrenginiai ir 2 skirtingi tabako lazdelių variantai (Nr. 1 ir Nr. 2) naudojant LM4E rūkymo mašiną [24].

Iš atliktų analizių rezultatų apskaičiuoti bendri vidurkiai. Gauti rezultatai palyginami su įprastinių cigarečių (mažų ir didelių kiekių dervų, plonos, įprastinio dydžio ir pan.) emisijų vidurkių intervalu. Nikotino lygis abiejuose lazdelių variantuose siekė 1,1 mg/lazdelėje, o įprastinėse cigaretėse nikotinas svyruoja nuo 1,07 iki 2,7 mg/cigaretėje. Formaldehido kiekis lazdelėje Nr. 1 buvo 5,3 mg, o Nr.2 4,7 mg. Įprastinių cigarečių sugeneruojamo formaldehido kiekis siekia 29,3 – 130,3 mg/cigaretėje. Acetaldehido, akroleino, krotionaldehido junginių kiekiai buvo 80 – 96 % mažesni lyginant su įprastinėmis cigaretėmis. THS 2.2 formaldehido sumažėjimas svyruoja nuo 80,5 iki 88,2 %. Benzono



kiekis lazdelėje Nr. 1 siekė 0,63 mg, Nr.2 0,54 mg, o įprastinių cigarečių 49,7 – 98,3 mg/cigaretėje, todėl pastebimas svarus 98,8 – 99,8 % sumažėjimas naudojant sumažintos rizikos produktą. Panašiai kaip ir karbonilo junginiai, lakiųjų ir pusiau lakiųjų organinių junginių (1,3 – butadieno, isopreno, stireno ir tolueno) sumažėjimas lyginat su įprastinėmis cigaretėmis siekė 97 – 99 % [24].

Pagal sekančios analizės rezultatus matyti, kad nikotino kiekis standartinėse cigaretėse 1,86 mg/gaminyje, o THS 2.2 – 1,14 mg/gaminyje. Tai rodo, kad sumažintos rizikos tabako gaminiai yra sukurti taip, kad suteiktų panašų nikotino pojūtį kaip cigaretės. Formaldehido kiekis 3R4F yra 85,2 mg/gaminyje, o THS 2.2 yra 7,98 mg/gaminyje. Tai rodo, kad yra 90,6 % formaldehido sumažėjimas naudojant tabaką kaitinančią sistemą. CO kiekis 3R4F gaminyje yra 30,2 mg/gaminyje, o IQOS 0,436 mg/gam. CO sumažėjimas pasiekė 98,6 %. Benzeno kiekis įprastinėse cigaretėse buvo 81,1 µg/gam., o THS 2.2 šio junginio koncentracija siekė 0,544 µg/gam., o tai sudarė 99,3 % sumažėjimą. Toluentas – 3R4F 137 µg/gam., THS 2.2 – 1,82 µg/gam. Sumažėjimas siekia 98,7 % [16].

Bekki et al. atliktame tyrime lyginamos dervos, nikotino, CO ir specifinių tabako nitrozaminų (TSNA) koncentracijos pagal tabako užpildus bei cigarečių dūmus. Derva ir nikotinas yra pagrindinės kietųjų dalelių sudedamos dalys, o CO yra cheminis junginys esantis tabako dūmuose. Nikotino koncentracija IQOS užpilduose buvo 15,7 mg/g (įprastose) ir 17,1 mg/g (mentolio), o tai labai panašios vertės kaip ir įprastų cigarečių (3R4F 19,7 mg/g; 1R5F 15,9 mg/g). Nikotino kiekis susidarantis pagrindiniuose IQOS dūmuose (įprastų: 1,1 mg/kg; mentolio: 1,2 mg/kg) nustatytas panašus kaip 1R5F (1 mg/cm<sup>3</sup>), tačiau santykinai mažesnis nei 3R4F (1,7 mg/cigaretėje). Remiantis šiomis vertėmis, įvertintas nikotino pernešimo greitis buvo 23,4 % (įprastų) ir 23,5 % (mentolio), atsižvelgiant, kad IQOS pernešimo greitis yra didesnis nei įprastų cigarečių (3R4F: 11,3 %; 1R5F: 11,5 %). Dervų koncentracija yra per pusę ar daugiau kartų mažesnė nei įprastų cigarečių [2].

CO susidaro oksiduojantis angliai, ypač esant aukštesnei nei 350 ° C degimo temperatūrai. Kadangi įprastos cigaretės degimas vyksta 900 ° C temperatūroje, o IQOS gali veikti esant ne didesnei kaip 350 ° C, todėl IQOS naudojimo metu susidarantis CO kiekis turi būti mažesnis nei degant cigaretei. Nustatyta, kad IQOS (įprastų: 0,44 mg/cigaretėje; mentolio: 0,43 mg/cigaretėje) išskiriama CO koncentracija sudarė šimtąją dalį įprastų cigarečių išmetamų koncentracijų (3R4F: 33 mg/cigaretėje; 1R5F: 29,7 mg/cigaretėje). Manoma, kad mažesnė CO koncentracija išpučiamuose IQOS dūmuose yra dėl kaitinimo mechanizmo [2].

TSNA yra gerai žinomi kancerogeniniai junginiai esantys cigaretėse, daugiausiai susidarantys iš nikotino ir tabako lapų gamybos proceso metu. Šiame tyrime buvo analizuojami keturių TSNA (NNN, NAT, NAB, NNK) koncentracijų (1 lentelė) lygiai tabako užpilduose ir pagrindiniuose IQOS bei įprastų cigarečių dūmuose. Išmatuotos TSNA rūšys IQOS ir įprastų cigarečių užpilduose aptiktos beveik tokiu pačiu santykiu abiejų rūšių gaminiuose. Tačiau IQOS tabako užpilduose ir dūmuose TSNA koncentracijų lygiai buvo žymiai mažesni nei įprastose cigaretėse [2].

**1 lentelė.** Dervos, nikotino, CO ir TSNA koncentracijos pagrindiniuose cigarečių dūmuose (angl. *mainstream smoke*) ir kiekvieno komponento pernešimo greitis IQOS (įprastų ir mentolio) ir įprastų cigarečių (3R4F ir 1R5F) [2]

Junginys	Pagrindiniai išpučiami cigarečių dūmai				Pernešimo greitis, %			
	IQOS (įprastas)	IQOS (mentolio)	3R4F	1R5F	IQOS (įprastas)	IQOS (mentolio)	3R4F	1R5F
TPM (mg/cig)	44 ± 11,4	49,9 ± 8,6	39,9 ± 1,9	28,9 ± 2,3	-	-	-	-

Vanduo (mg/cig)	33,1 ± 10,2	35,3 ± 8,3	10,1 ± 0,9	8,8 ± 1,1	-	-	-	-
Derva (mg/cig)	9,8 ± 3	13,4 ± 2,2	25,2 ± 1,5	19,2 ± 1,3	-	-	-	-
Nikotinas (mg/cig)	1,1 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,7 ± 0,1	1 ± 0,1	23,4	23,5	11,3	11,5
CO(mg/cig)	0,44 ± 0,04	0,43 ± 0,04	33 ± 1,8	29,7 ± 1,7	-	-	-	-
TSNA (ng/cig))								
NNN	19,2 ± 2,1	24,9 ± 3,5	311,1 ± 24,3	240,7 ± 6,6	20,3	24,7	16,4	14,2
NAT	34 ± 3,1	37,2 ± 3,9	246,4 ± 16,9	183,1 ± 6	34,1	39,4	18,3	20,1
NAB	4,5 ± 0,5	5,5 ± 0,6	30,4 ± 2	26,2 ± 0,5	80,3	211,5	46,8	57
NNK	12,3 ± 1,5	13,8 ± 2,6	250,4 ± 13,7	107 ± 5	24,1	23,7	47,1	26
TSNA suminis	70 ± 7,2	81,4 ± 10,4	838,2 ± 53,7	557,1 ± 15,7	27,9	31,4	21,9	18,2

TPM – bendras kietųjų dalelių kiekis; TSNA – tabako specifiniai nitrosaminai; NNN - N-nitrosornikotinas; NAT – N'- nitrosoanatabinas; NAB – N-nitrosoanabinas; NNK – nikotino sukurtas nitrosamino ketonas; CO – anglies monoksidas.

### 1.2.2. Pasyvaus rūkymo dūmai (angl. *secondhand smoke*)

Elektroninių cigarečių, IQOS ir tradicinių cigarečių naudojimo būdai skirtingi ne tik dėl kiekvienam įrenginiui būdingų skirtingų cheminių mechanizmų, bet ir dėl skirtingų rūkančių asmenų rūkymo įpročių, kurie gali turėti įtakos šių prietaisų sukuriamiems aerozoliams. Elektroninės cigaretės ir IQOS neišskiria šalutinių garų/dūmų tarp išpūtimų, o tradicinės cigaretės skleidžia dūmus smilkstant. Be to, kai kurie rūkantieji neįkvėpia giliai į plaučius, todėl pastebimas skirtingas ir daug didesnis aplinkos užterštumas, lyginant su taršos lygiu, kai rūkantieji įkvėpia giliai [31].

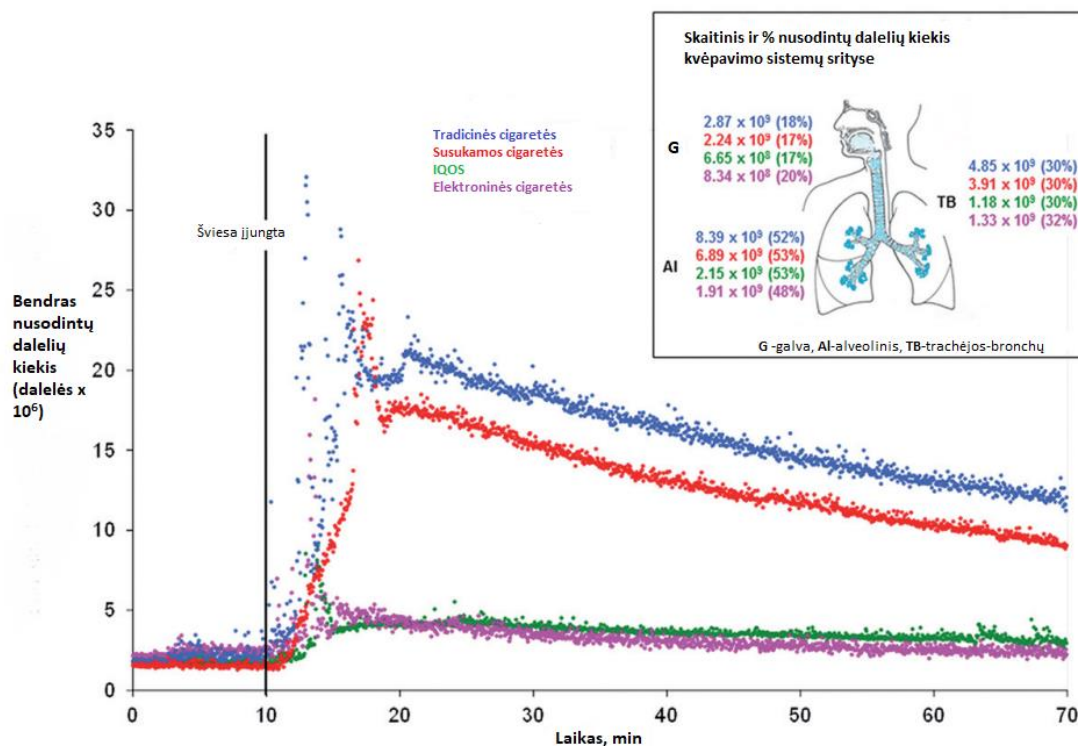
Įprastų cigarečių kietųjų dalelių fono skaitinės koncentracijos rūkymo metu buvo statistiškai reikšmingos ( $p < 0,05$ ), o vidurkiai siekė  $1012 \text{ \#/cm}^3 \text{ KD} > 0,3$  ir  $1,1 \text{ \#/cm}^3 \text{ KD} > 1$ .  $\text{KD} > 0,3$  ir  $\text{KD} > 1$  skaitinė koncentracija naudojant elektronines cigaretes nebuvo reikšmingai padidėjusi lyginant su įprastomis cigaretėmis, bet šiek tiek padidėjo matuojant foninę koncentraciją, tačiau be statistiškai reikšmingo skirtumo ( $p > 0,05$ ). IQOS  $\text{KD} > 0,3$  ir  $\text{PM} > 1$  skaitinės koncentracijos apibūdinamos laikina, tačiau labai didele smaile matuojant fonines reikšmes, kurios buvo statistiškai reikšmingos  $\text{KD} > 0,3$ . Palyginus  $\text{KD} > 0,3$  ir  $\text{KD} > 1$  dydžių intervalus, nano dydžio dalelių ( $\text{KD}_{\text{nm}}$ ) padidėjimas buvo labiau pastebimas. Susidarančios kietųjų dalelių masės koncentracijos naudojant IQOS ir elektronines cigaretes buvo aukštesnės lyginant su foninėmis koncentracijų vertėmis, tačiau ženkliai mažesnės lyginant su

kietųjų dalelių padidėjimu naudojant įprastas cigaretes (elektroninių cigarečių atveju KD vertės sudarė 5,7 – 7 % verčių, kurios buvo išmatuotos naudojant įprastas cigaretes ir 22 – 24 % IQOS atveju) [31].

Kietųjų dalelių masės koncentracija rūkant įprastas cigaretes buvo reikšmingai didesnė nei foninė koncentracija, atitinkamai  $KD_1 = 151 \text{ mg/m}^3$ ,  $KD_{2.5} = 500 \text{ mg/m}^3$  ir  $KD_{10} = 529 \text{ mg/m}^3$ . Šios trys kietųjų dalelių dydžio frakcijos parodė nuoseklų didėjimą naudojantis IQOS, nors reikšmės žymiai mažesnės palyginus su įprastomis cigaretėmis (mažiau nei 2 % įprastų cigarečių visų trijų dydžių diapazonų). Skirtingai nei IQOS ir įprastų cigarečių atveju, KD koncentracija rūkant elektronines cigaretes nebuvo statistiškai reikšmingai aukštesnė nei foninė koncentracija, o tai reiškia, kad elektroninių cigarečių emisijos daugiausiai yra dalijamos garų fazėje. Naudojant įprastas cigaretes  $KD_{10}$  siekė  $529 \mu\text{m}^3$ , o naudojant IQOS koncentracija buvo  $8,1 \mu\text{m}^3$  [31].

Trijų aldehydų rūšių (akroleino, acetaldehido ir formaldehido) koncentracijos išmatuotos tuo pačiu metu tiek patalpose, tiek lauko sąlygomis. Visų rūšių junginiai parodė statistiškai reikšmingai didesnes koncentracijas viduje (patalpose) lyginant su IQOS naudojimu lauko sąlygomis, kai viduje išmatuota koncentracija buvo ekvivalentiška 1,8 – 2,3 % akroleinui, 5 – 5,8 % acetaldehidui ir 6,9 – 7,1 % formaldehidui patalpų koncentracijoms rūkant įprastas cigaretes. Rūkant elektronines cigaretes, acetaldehido ir formaldehido koncentracijos šiek tiek padidėjo, lyginant su lauko koncentracijomis, nors šie koncentracijų lygiai vis tiek mažesni lyginant su įprastinių cigarečių rūkymu (mažiau nei 1 %). Formaldehido koncentracijos naudojant įprastas cigaretes siekė  $40 \mu\text{g/m}^3$ , elektroninių cigarečių  $1,2 \mu\text{g/m}^3$ , IQOS  $2,7 \mu\text{g/m}^3$  [31].

Palyginami tradicinių cigarečių ir naujų elektroninių įrenginių (elektroninės cigaretės ir IQOS) pasyvaus poveikio profiliai submikroninėms dalelėms (SMP 5,6 – 560 nm) [30].



**3 pav.** Apskaičiuotos submikroninės dalelės, kurių nominalus skersmuo yra 5,6-560 nm (vidutinės vertės iš trijų pakartojimų): įprastos dozės (grafikas) ir dydžio pasiskirstymas (%) skirtinguose kvėpavimo srityse normaliai kvėpuojančio vyro esančio ramybės būsenoje [30]

Rūkymo metu SMP išsiskyrė naudojant tradicines ir susukamo tabako cigaretes, o pasyvaus poveikio subjekto kvėpavimo takuose dalelės yra keturis kartus didesnės nei tos, kurios skleidžiamos naudojant elektroninius arba IQOS įrenginius. Po rūkymo SMP, kurios buvo sugeneruotos įprastų cigarečių ir susukamo tabako dar kurį laiką išsiliko auštų koncentracijų (maždaug 6 kartus didesnės negu foninė koncentracija), o elektroninių cigarečių ir tabaką kaitinančių įrenginių SMP iškart po naudojimo supanašėjo su foninėmis vertėmis (3 pav.). Manoma, kad SMP, kurį generuoja tabaką kaitinančių įrenginių dūmai susijungia vieni su kitais tarpusavyje, tokiu būdu padidindami savo skersmenis ir iškart nusėdami. Priešingai, SMP sugeneruoti tabaką deginančių produktų išlaiko savo matmenis, todėl ore išbūna daug ilgesnį laiką. Eksperimente apie pusę nusėdusių SMP buvo tokie maži, kad galėtų lengvai pasiekti pasyvaus poveikio subjektų alveolinę sritį. Viena valanda praleista patalpoje, kur rūkoma viena tradicinė cigaretė, susukamo tabako cigaretė, elektroninė cigaretė arba IQOS SMP poveikis lygus tam, koks jis būtų praleidus atitinkamai 49, 39, 12 ir 10 minučių intensyvaus eismo zonoje [30].

Tabaką kaitinančios sistemos (THS 2.2) poveikis patalpų oro kokybei buvo atliktas aplinkos sąlygas kontroliuojamoje patalpoje, kur buvo įrengta vėdinimo sistema, imituojant „Biuras“, „Gyvenamoji vieta“ ir „Viešoji erdvė“ aplinkas ir palyginama su įprastos cigaretės (*Marlboro Gold*) rūkymu esant toms pačioms sąlygoms. Išmatuota 18 patalpų oro sudedamųjų dalių (įkvepiamų suspenduotosios dalelės (RSP) < 2,5 mm), ultravioletinės dalelės (UVPM), fluorescencinės kietosios dalelės (FPM), solanesolas, 3-etenilpiridinas, nikotinas, 1,3-butadienas, akrilonitrilas, benzenas, izoprenas, toluenas, acetaldehidus, akroleinas, krotonaldehidus, formaldehidus, anglies monoksidas, azoto oksidas ir sumaišyti azoto oksidai) [27].

Žmonių tankis „Biuras“ ir „Gyvenamoji vieta“ sąlygomis buvo 8 m<sup>2</sup>/žmogui (2 savanoriai ir 1 nerūkantis PMI darbuotojas) ir 4,8 m<sup>2</sup>/žmogui (4 rūkantys savanoriai ir vienas nerūkantis PMI darbuotojas) „Viešoji erdvė“ sąlygų imitavimui. Vėdinimo greitis („Biuras“: 156 m<sup>3</sup>/h, 2,16 oro pokytis/h; „Gyvenamoji zona“: 87 m<sup>3</sup>/h, 1,2 oro pokytis/h; „Viešoji erdvė“: 555 m<sup>3</sup>/h, 7,68 oro pokytis/h) nustatytas remiantis Europos vėdinimo standartu EN 15251. Modeliavimo sąlygos naudojamos palyginti patalpų oro kokybę (IAQ), kai savanoriai rūkė THS 2.2 arba „Marlboro Gold“ produktus [27].

Remiantis eksperimento duomenimis nustatyta, kad solanesolo koncentracija esant „Biuro“ sąlygoms lygi fono koncentracijai, o įprastinių cigarečių „Marlboro Gold“ koncentracija siekė 10,2 µg/m<sup>3</sup>; nikotino koncentracija THS 2.2 1,1 µg/m<sup>3</sup>, o įprastinių cigarečių beveik 30 kartų didesnė – 34,7 µg/m<sup>3</sup>. Kitų junginių – acetaldehido, formaldehido, benzeno, tolueno, anglies monoksido koncentracijos buvo lygios fono koncentracijoms, o *Marlboro Gold* koncentracijos atitinkamai – 58,8 µg/m<sup>3</sup>, 28,9 µg/m<sup>3</sup>, 6,58 µg/m<sup>3</sup>, 14,9 µg/m<sup>3</sup>, 1,58 µg/m<sup>3</sup> [27].

„Gyvenamoji vieta“ aplinkos sąlygomis matuotų junginių koncentracijos buvo šiek tiek aukštesnės nei esant „Biuro“ sąlygoms. Kaip ir prieš tai, beveik visų junginių koncentracijos naudojant THS 2.2 produktą, išskyrus nikotiną (1,81 µg/m<sup>3</sup>) ir acetaldehidą (5,09 µg/m<sup>3</sup>), buvo lygios fono koncentracijoms. Rūkant „Marlboro Gold“ produktą solanesolo koncentracija lygi 9,84 µg/m<sup>3</sup>, nikotino koncentracija šiek tiek sumažėjo šiomis sąlygomis iki 29,1 µg/m<sup>3</sup>, acetaldehido padidėjo iki 83,8 µg/m<sup>3</sup>, formaldehido 35,5 µg/m<sup>3</sup>, benzeno 9,24 µg/m<sup>3</sup>, tolueno 26,1 µg/m<sup>3</sup>, CO 2,17 µg/m<sup>3</sup> [27].

Esant „Viešoji erdvė“ sąlygoms visų junginių koncentracijos gana smarkiai sumažėjo. Visų junginių, išskyrus nikotiną (0,66 µg/m<sup>3</sup>) ir acetaldehidą (1,4 µg/m<sup>3</sup>), koncentracijos lygios fono koncentracijoms rūkant THS 2.2 produktą. Naudojant „Marlboro Gold“ produktą solanesolo koncentracija buvo 4,68 µg/m<sup>3</sup> (tai yra beveik per pusę mažiau nei „Biuro“ ar „Gyvenamoji vieta“ sąlygomis), nikotino

koncentracija lygi 34,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , acetaldehido 33,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , formaldehido 17,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , benzeno 3,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , tolueno 8,76  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , CO 0,69  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [27].

**2 lentelė.** THS 2.2 ir „Marlboro Gold“ įtaka patalpų oro kokybei [27]

Sudedamoji dalis	„Biuras“ (mediana Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub> ) <sup>b</sup>		„Gyvenamoji vieta“ (mediana Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub> ) <sup>b</sup>		„Viešoji erdvė“ (mediana Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub> ) <sup>b</sup>	
	THS 2.2 pakoreguotas	Marlboro Gold pakoreguotas	THS 2.2 pakoreguotas	Marlboro Gold pakoreguotas	THS 2.2 pakoreguotas	Marlboro Gold pakoreguotas
<b>ATD žymenys</b>	- <sup>c</sup>		- <sup>c</sup>			
RSP ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	- <sup>c</sup>	204 (181 – 278) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	268 (240 – 299) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	147 (135 – 156) <sup>d</sup>
UVPM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	- <sup>c</sup>	38,5 (33,3 – 43,1) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	40,8 (39,6 – 42,9) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	18,4 (17,1 – 19,8) <sup>d</sup>
FPM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	- <sup>c</sup>	7,88 (7,25 – 8,66) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	8,5 (8,44 – 8,67) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	4,04 (3,75 – 4,36) <sup>d</sup>
Solanesolas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	- <sup>c</sup>	10,2 (9,09 – 11,3) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	9,84 (8,3 – 11,3) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	4,68 (4,16 – 5,01) <sup>d</sup>
3 – etenilpiridinas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	- <sup>c</sup>	6,39 (5,66 – 7,22) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	7,61 (6,54 – 8,67) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	3,94 (3,78 – 4,17)
Nikotinas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1,1 (1,03 – 1,14)	34,7 (30,9 – 38,6)	1,81 (0,7 – 3,36)	29,1 (28,4 – 32,4)		34,6 (33,4 – 36,3) <sup>d</sup>
<b>Karbonilai</b>						
Acetaldehidas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	3,65 (2,79 – 4,44)	58,8 (54,3 – 68,2)	5,09 (2,83 – 7,7)	83,8 (78,6 – 91)	1,4 (0,82 – 1,97)	33,1 (32,5 – 34,1)
Akroleinas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	- <sup>c</sup>	6,42 (5,36 – 7,68) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	5,65 (2,44 – 8,94)	- <sup>c</sup>	3,03 (2,98 – 3,09)
Krotonaldehidas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	- <sup>c</sup>	2,04 (1,86 – 2,33) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	2,11 (1,85 – 2,41)	- <sup>c</sup>	0,99 (0,96 – 1,06)
Formaldehidas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	- <sup>c</sup>	28,9 (23,4 – 35,1)	- <sup>c</sup>	35,5 (27 – 46,2)	- <sup>c</sup>	17,5 (17,1 – 17,8)
<b>LOJ</b>						
Akilonitrilas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	- <sup>c</sup>	2,61 (2,37 – 2,89) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	3,61 (3,21 – 3,96) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	1,36 (1,26 – 1,44) <sup>d</sup>
Benzenas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	- <sup>c</sup>	6,58 (6,32 – 7,7)	- <sup>c</sup>	9,24 (7,76 – 10,6)	- <sup>c</sup>	3,5 (3,41 – 3,73)
1,3 – butadienas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	- <sup>c</sup>	12,6 (11,8 – 13,5) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	16,8 (16,3 – 17,6) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	5,79 (5,15 – 6,34) <sup>d</sup>
Izoprenas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	- <sup>c</sup>	75,9 (71,1 – 83,1)	- <sup>c</sup>	99,4 (90 – 110)	- <sup>c</sup>	37 (34,6 – 37,8)
Toluenas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	- <sup>c</sup>	14,9 (12,9 – 18,4)	- <sup>c</sup>	26,1 (15,3 – 37)	- <sup>c</sup>	8,76 (7,33 – 10,2)
<b>Dujos</b>						
Anglies monoksidas (ppm)	- <sup>c</sup>	1,58 (1,44 – 1,72) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	2,17 (1,95 – 2,42) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	0,69 (0,49 – 0,89) <sup>d</sup>

Azoto oksidas (ppb)	- <sup>c</sup>	27 (23,7 – 30,6) <sup>d</sup>	- <sup>c</sup>	35,6 (30,9 - 40)	- <sup>c</sup>	14,8 (11 – 19,3) <sup>d</sup>
Azoto oksidai (ppb)	- <sup>c</sup>	29,4 (26 – 33,2)	- <sup>c</sup>	39,7 (35,3 – 43,7)	0,52 (<0,7 <sup>e</sup> – 1,51)	15,3 (11,1 - 20)

<sup>a</sup>Santrumpos: ATD – aplinkos tabako dūmai; FPM – fluorescencinės kietosios dalelės (išreiškiamos kaip skopoletino ekvivalentai); RSP – įkvepiamos kietosios dalelės (nustatytos gravimetriškai); UVPM – ultravioletinės kietosios dalelės; LOJ – lakieji organiniai junginiai.

<sup>b</sup>O<sub>1</sub> – pirmasis kvartilis, Q<sub>3</sub> – trečiasis kvartilis; intervalas Q<sub>1</sub> – Q<sub>3</sub> sudaro 50 % duomenų. THS 2.2<sup>pakoreguotas</sup> ir Marlboro Gold<sup>pakoreguotas</sup> nurodo matavimus, ištaisytus pagal vidutinę analitės koncentraciją fone.

<sup>c</sup>Analitės koncentracija ekvivalentiška fono koncentracijai.

<sup>d</sup>Fonas nėra atimamas (fondo koncentracija < žemiausia analitinio metodo darbo aptikimo riba).

<sup>e</sup>NO<sub>x</sub> fono mediana yra žemesnė nei išmatuota THS 2.2 Q<sub>1</sub> vertė, žemiausia aptikimo riba 0,704 ppb.

Imituotomis sąlygomis išmatuotų patalpų oro teršalų, išskyrus acetaldehidą ir nikotiną, koncentracijos naudojant THS 2.2 buvo panašios į foninius lygius, o tai rodo, kad nėra reikšmingo neigiamo poveikio patalpų oro kokybei, kai tabaką kaitinanti sistema naudojama patalpų viduje [27].

Remiantis Mottier et. al. atliktu patalpų oro kokybės tyrimu, lyginat tabaką kaitinančią sistemą THS 2.2 ir įprastas cigaretes *Marlboro Gold*, tabaką kaitinančios sistemos sugeneruotas aerosolis neturėjo jokio pastebimo poveikio metodų veikimui. Fono ir THS 2.2 aplinkos mėginių aerosolio palyginimas, kurie sugeneruoti rūkymo mašinų, parodė tik 5 junginių koncentracijų padidėjimus, kai buvo naudojamas IQOS prietaisas patalpoje. Naudojant įprastas cigaretes pastebimas žymus junginių koncentracijų padidėjimas [28].

Aplinkos tabako dūmų (ATD) ir aplinkos aerosolių (AE) mėginiai buvo sugeneruoti pagal „Health Canada“ rūkymo mašinos režimą (dūmo tūris 55 ml ir 2 sekundžių užsitraukimas kas 30 sekundžių) naudojant tris vieno kanalo programuojamus dvigubo išvirkštimo siurblius (PDSP). Dešimt ir dvylika užsitraukimų buvo atlikti naudojant įprastas cigaretes ir tabaką kaitinančią sistemą. Įprastinių cigarečių šalutiniai dūmai (angl. *sidestream smoke*) buvo nukreipti į kontrolės patalpą, o pagrindinių dūmų (angl. *mainstream smoke*) ištraukimas vyko naudojant PDSP siurbli. THS 2.2 pagrindinis aerosolis buvo nukreiptas į kontroliuojamos aplinkos kambarį. Per valandą buvo sugeneruojami trys bandiniai, iš viso 12 mėginių per keturias valandas [28].

**3 lentelė.** Eksperimento rezultatai gauti naudojant rūkymo mašinas su nehomogenizuotais mėginiais [28]

Analitė	BKG vidurkis (µg/m <sup>3</sup> )	CV (%)	s	EA vidurkis (µg/m <sup>3</sup> )	CV (%)	s	ATD vidurkis (µg/m <sup>3</sup> )	CV (%)	s
Formaldehidas	7,36 – 9,44	2,5 – 9,4	4	7,51 – 9,38	2,8 – 11,4	4	33,1 – 49,6	1,8 – 6,7	3
Acetaldehidas	2,08 – 2,97	1,4 – 12,1	4	8,71 – 9,96	1,3 – 8,1	4	50,1 – 68,6	2,3 – 4,7	3

Akroleinas	0,202	32,8	1	0,110 – 0,171	3,5 – 16,9	3	6,13 – 7,89	1 – 3	3
Krotonaldehidas	0,135 – 0,291	4 – 20,5	2	0,145	5	1	2,09 – 2,14	1 – 3,8	3
1,3 – butadienas	<1,13	-	-	<1,13	-	-	9,39 – 11,1	4 - 7	4
Izoprenas	0,650	5,6	1	0,517	5,7	1	61,6 – 69,5	1,9 – 7,6	4
Benzenas	0,375 – 0,888	5,9 – 14,7	4	0,658 – 1,16	5,6 – 7,4	4	5,88 – 7,04	2,4 – 9,1	4
Akilonitrilas	<0,267	-	-	<0,267	-	-	2,12 – 2,33	1,2 – 4,1	4
Toluenas	1,14 – 1,67	5,6 – 14,5	4	2,04 – 2,5	5,6 – 7,7	4	13,4 – 15	4,1 – 19,7	4
Nikotinas	0,183 – 0,187	7,4 – 11,7	2	4,76 – 6,85	0,4 – 4,4	4	45,9 – 54,4	2,2 – 4,8	4
3 - etenilpiridinas	<0,242	-	-	<0,242	-	-	8,13 – 10,1	2,2 – 4,3	4
UVP	<0,795	-	-	<0,795	-	-	23,9 – 24,7	1,8 – 4,5	3
FPM	0,0640	-	-	<0,0640	-	-	5,83 – 6,05	1,6 – 3,2	3
Solanesolas	0,469	-	-	0,318 – 0,477	7,3 – 26,7	4	4,23 – 4,95	1,1 – 2,6	3
RSP gravimetrija	<14,5	-	-	<14,5	-	-	136 - 168	4,2 – 14,7	4

s – serijų numeris, kuriose darbo aptikimo riba žemiau nustatytos (4 pakartojimai serijose); BKG – foniniai oro mėginiai; EA – THS 2.2 aplinkos aerolis; ATD – „Marlboro Gold“ aplinkos tabako dūmai.

Pagal gautus rezultatus (3 lentelė) matyti, kad nikotino fono koncentracija siekia 0,183 – 0,187  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , THS 2.2 4,76 – 6,85  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , o įprastinių cigarečių nikotino koncentracija beveik dešimt kartų didesnė nei tabaką kaitinančios sistemos – 45,9 – 54,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Solanesolo koncentracija fone <0,469  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , THS 2.2 0,318 – 0,477  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Marlboro Gold 4,23 – 4,95  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Formaldehido koncentracija fone 7,36 – 9,44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , THS 2.2 7,51 – 9,38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , įprastinių cigarečių 33,1 – 49,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Acetaldehido foninė koncentracija 2,08 – 9,44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , THS 2.2 koncentracija daugiau nei trigubai didesnė už fono – 8,71 – 9,96  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , įprastų cigarečių 50,1 – 68,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Benzono koncentracija fone 0,375 – 0,888  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , THS 2.2 0,658 – 1,16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Marlboro Gold 5,88 – 7,04  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Išmatuota tolueno foninė koncentracija svyravo 1,14 – 1,67  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , THS 2.2 toluenas siekė 5,6 – 14,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , o įprastinių cigarečių 13,4 – 15,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [28].

Atlikta analizė siekiant įvertinti elektroninių cigarečių (EC) penkių, potencialiai toksiškų, junginių emisijas, kurie yra tabako dūmuose – nikotinas, kietosios dalelės (PM<sub>2.5</sub>, nanodalelės ir PNC), karbonilai, lakieji organiniai junginiai (LOJ) ir mikroelementai pagal tabako skonį bei išpūtimų trukmę. Bandyje naudotos elektroninės cigaretės su įprastu nikotino stiprumu (1,8 %) ir populiariausiais skoniais – tabako ir mentolio. Norint sugeneruoti elektroninių cigarečių aerolisius esant kontroliuojamomis sąlygomis, buvo naudojamas automatinis daugkartinis rūkymo įrenginys [21].

Remiantis gautais eksperimento duomenimis, nikotinas aptiktas visose EC emisijose. Vidutinė nikotino koncentracija  $3,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  esant įprasto tabako skonio ir  $1,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mentolio skonio EC. Tyrimo metu nebuvo rasta jokio statistiškai reikšmingo skirtumo tarp nikotino koncentracijų, kurioms skonis ar išpūtimų skaičius galėtų daryti įtaką [21].

Dalelių masės ir skaitinės koncentracijos, kurias generuoja elektroninės cigaretės, aptiktos visuose EC aerozoliuose. Vidutinė nanodalelių koncentracija tabako skonio EC buvo reikšmingai didesnė lyginant su mentolio skonio EC ( $1942,8 \text{ ng}/\text{m}^3$  ir  $762,1 \text{ ng}/\text{m}^3$ ). Mentolio skonio EC sugeneruota reikšmingai didesnė nanodalelių masės koncentracija, kai buvo atliekami 2 išpūtimai per minutę lyginat su 1 išpūtimu ( $1029 \text{ ng}/\text{m}^3$  ir  $495,3 \text{ ng}/\text{m}^3$ ). Tačiau išpūtimo trukmė jokios įtakos neturėjo. Nustatyta, kad nanodalelių skaitinė koncentracija naudojant tabako skonio elektronines cigaretes siekia  $14801,8 \text{ dalelių}/\text{cm}^3$ , o mentolio skonio beveik per pusę mažesnė –  $7463,2 \text{ dalelių}/\text{cm}^3$ . Tabako skonio EC skaitinė dalelių koncentracija buvo reikšmingai didesnė lyginant su mentolio skonio elektroninėmis cigaretėmis –  $19635,3 \text{ dalelės}/\text{cm}^3$  ir  $10329,3 \text{ dalelės}/\text{cm}^3$ . Atliekant 2 išpūtimus per minutę sugeneruotas ženkliai aukštesnis PNC nei esant 1 pūtimui naudojant abiejų skonių EC. Analizuojant  $\text{KD}_{2.5}$  duomenis nerasta jokio reikšmingo skirtumo tarp koncentracijų remiantis EC skoniu ar išpūtimo laiku. Pritaikius išpūtimo laiką, tabako skonio EC nanodalelių masės koncentracija padidėjo 162 %, skaitinė koncentracija 101 % ir PNC 93 % lyginant su mentolio EC [21].

Acetaldehido koncentracija buvo matuojama mentolio skonio EC, kai atliekamas 1 išpūtimas per minutę, tačiau kitų karbonilo grupės junginių koncentracijos buvo žemiau aptikimo ribos. Vidutinė acetono koncentracija buvo 3,35 ppb naudojant tabako skonio EC ir atliekant 2 išpūtimus per minutę, tačiau kitų junginių dydžiai daugiausia buvo mažesni nei metodo aptikimo riba [21].

Iš 18 lakiųjų organinių junginių, etanolio, acetonitrilo, izopropilo alkoholio, benzolo ir tolueno koncentracijos buvo didesnės nei metodo aptikimo riba. Toluenas aptiktas tik tabako skonio EC atliekant 2 išpūtimus per minutę [21].

Pagal gautus eksperimento rezultatus, atsižvelgiant į naudojamą elektroninių cigarečių skonį ir išpūtimų trukmę, aptiktas silicis, chloras, baris ir indis. Visi kiti elementai buvo žemiau metodo aptikimo ribos [21].

Kaljano dūmų sudėtyje gausu sveikatai pavojingų junginių, tačiau žmonės klaidingai mano, kad šis rūkymo būdas yra mažiau žalingas ir nesukelia priklausomybės lyginat su įprastinėmis cigaretėmis [10].

Eksperimentas buvo atliktas  $57 \text{ m}^3$  patalpoje skirtingu laiku. Pirmojo laiko metu nerūkoma, antrojo – 4 valandas rūkomas kaljanas. Išmatuoti lakieji organiniai junginiai (LOJ), policikliniai aromatiniai angliavandeniliai (PAA), metalai, anglies monoksidas (CO), azoto oksidai, dalelių masės (KD) ir skaitinės koncentracijos (PNC) bei dalelių paviršiaus plotas vidaus patalpose [10].

Remiantis gautais eksperimento duomenimis, visų matuotų parametrų vertės rūkymo dieną buvo didesnės nei kontrolinę dieną. Aptiktos labai didelės masės koncentracijos  $\text{PM}_{2.5}$  (90 persentilis) vertės –  $393 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $737 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Be to, dalelių skaitinė koncentracija (PNC) siekė  $97000 \text{ dalelių}/\text{cm}^3$ , o dalelių paviršiaus plotas  $1517000 \mu\text{m}^2/\text{m}^3$  [10].

Antrąją matavimų dieną, kai buvo rūkomas kaljanas, neorganinių dujų matavimai parodė žymiai didesnes vertes lyginant su kontroline diena.  $\text{NO}_2$  koncentracija siekė 0,07 ppm, NO – 0,13 ppm, CO – 65 ppm [10].

Atliekant organinių junginių analizę pastebimas ryškus benzeno padidėjimas – nuo 0,11 iki  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , nikotino – nuo  $<0,05$  iki  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2,5 – dimetilfurano koncentracija padidėjo nuo  $<0,05$  iki  $8,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$



ir suminė lakiųjų organinių junginių koncentracija nuo 730 iki 1800  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  lyginant abu matavimų periodus. Visų išmatuotų 16 dujinių ir dalelių PAA suma buvo apytiksliai dvigubai aukštesnė, kuri susidarė per rūkymo sesiją lyginant su kontroliniu laiku. Suminėje PAA koncentracijoje dominavo labiau lakus naftaleinas, fenantrenas, acenaftaleinas ir fluorenas. 7 US – EPA (angl. *Environmental Protection Agency*) policiklinių aromatinių angliavandenilių, kurie klasifikuojami kaip galimi kancerogeniniai junginiai koncentracija padidėjo nuo 1,86  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  iki 4,86  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [10].

Patalpų ore pastebėtas reikšmingas metalų koncentracijų padidėjimas, ypač lantano ir cerio. Rūkymo seanso metu šių elementų koncentracija padidėjo apytiksliai 500 kartų. Toksiškų ir potencialiai kancerogeninių elementų koncentracijos ženkliai padidėjo – kadmio nuo <0,1 iki 0,38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , švino nuo <3 iki 11,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , arseno nuo <0,2 iki 0,35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  bei talio nuo <0,1 iki 1,14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [10].

Kaljano rūkymo metu pastebimas didelis skirtingas žalingų medžiagų patalpų oro užteršimas, o sukeliamas poveikis gali sukelti riziką rūkantiems, tačiau ypatingai svarbus ir žalingas pasyvus rūkymas (angl. *secondhand smoke*) nerūkantiems asmenims. Pasyvus rūkymas, taip pat žinomas kaip aplinkos tabako dūmai, apibrėžiamas kaip smilkstančios cigaretės ir rūkančiojo išpučiamų dūmų mišinys. Šio tyrimo rezultatai parodė, kad poveikio lygis yra panašus į koncentracijų vertes, kurios buvo rastos viešojo maitinimo įstaigose Vokietijoje, kur rūkymas nėra draudžiamas [10].

Pasyvus rūkymas naudojant įprastas cigaretes sukelia daugybę ligų. Sukurta politika, skirta užkirsti kelią tam, kad SHS veiktų rūkomose patalpose, siekiant sumažinti nerūkančiųjų sveikatai kylančią riziką. Tačiau vis dėlto nebuvo iškelta pakankamai apribojimų elektroninių cigarečių (ECIG) naudojimui patalpose bei atlikta nepakankamai tyrimų įvertinančių ECIG aerozolio poveikį pasyviai rūkymui [37].

Aplinkos oro kokybė (IAQ) viešbučio patalpose išmatuota prieš ECIG renginį, jo metu ir po jo. Kietųjų dalelių koncentracijos išmatuotos naudojant du prietaisus – kietosioms dalelėms, kurių aerodinaminis skersmuo 2,5  $\mu\text{m}$ , o kitas mažesnėms nei 2,5  $\mu\text{m}$ . Renginio metu dalyvavo nuo 59 iki 86 aktyvių ECIG naudotojų.  $\text{PM}_{2.5}$  koncentracija nuo išmatuotos pradinės 1,92 – 3,20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pakilo iki 311,68 – 818,88  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [37].

Tyrimo metu lyginant susidarančių smulkių kietųjų dalelių didėjimą naudojant elektronines cigaretes ir nenaudojant, pastebimas 125 – 330 kartų skirtumas. Šis pastebėjimas rodo, kad ECIG naudojimas patalpose gali generuoti aukštas smulkių kietųjų dalelių koncentracijas natūraliomis sąlygomis patalpose. Šiame tyrime pastebėtos  $\text{KD}_{2.5}$  koncentracijos buvo apytiksliai keturis kartus didesnės nei tos pačios frakcijos dalelės sugeneruotos tyrimų kameroje atskiram ECIG vartotojui naudojant prietaisą 5 minutes (151,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ir daugiau nei 60 kartų daugiau nei  $\text{KD}_{2.5}$  mediana pamatuota ECIG naudotojo namų viduje [37].

Šiame tyrime išmatuotos kietųjų dalelių koncentracijos buvo didesnės nei kaljanų kavinėse ir baruose, kuriuose leidžiama rūkyti ( $\text{KD}_{2.5}$  vidutinė koncentracija iš 17 kaljanų kavinių 369 – 384  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ir baruose, kuriuose leidžiama rūkyti cigaretes siekė 119  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) [5].

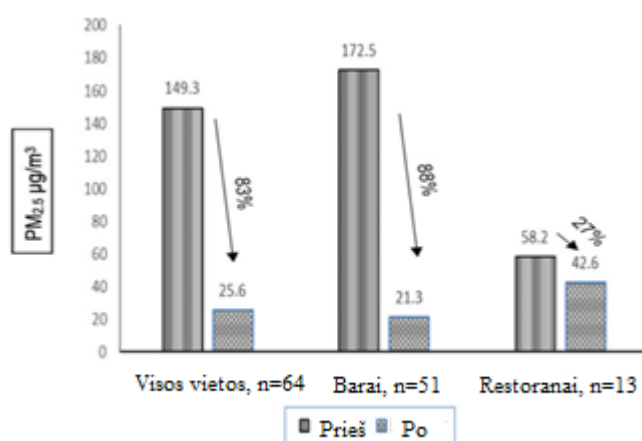
### **1.3. Oro patalpų, kuriose rūkoma, kokybė realiomis sąlygomis**

Siekiant įvertinti, kokia yra vidaus patalpų oro kokybė, kurią veikia tabako dūmai ir išmetami į orą teršalai, atliekama mokslinių straipsnių apžvalga, kuriuose tirta oro kokybė esant nekontroliuojamoms sąlygoms – įvairios viešosios žmonių susibūrimo vietos (barai, restoranai).

2012 metais Šiaurės Dakotoje paskelbtas įstatymas draudžiantis rūkyti viešose vietose. Tačiau kaimo vietovėse egzistuoja skirtumai tarp tabako kontrolės. Atlikto tyrimo tikslas – nustatyti kokią įtaką tabako

dūmų taršai kaimo ir ne kaimo vietovėse turėjo tabako kontrolės įstatymo priėmimas. Eksperimentas atliktas 64 restoranuose ir baruose. Įvertintas kietųjų dalelių dydis, kurių vidutinis aerodinaminis skersmuo  $<2,5 \mu\text{m}$ . Duomenų rinkimas prieš priimant įstatymą apibūdinamas kaip priešįstatyminė fazė, o duomenų rinkimas po įstatymo įsigaliojimo – poįstatyminė fazė [4].

Remiantis tyrimo metu gautais duomenimis vidutinis  $\text{PM}_{2.5}$  lygis visose viešojo žmonių susibūrimo vietose įsigaliojus tabako kontrolės įstatymui sumažėjo 83 %.  $\text{PM}_{2.5}$  koncentracijų vidurkis visose vietose sumažėjo nuo  $149,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  iki  $25,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nustatyta, kad baruose tabako  $\text{PM}_{2.5}$  koncentracijos prieš priimant įstatymą buvo beveik tris kartus didesnės nei restoranuose: restoranuose koncentracija siekė  $58,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , o baruose  $172,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Po įstatymo priėmimo koncentracija restoranuose sumažėjo iki  $42,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , o baruose iki  $25,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Baruose koncentracijos prieš ir po įstatymo priėmimo skiriasi net 8 kartus. Koncentracijų vidurkiai lyginant miesto, pusiau kaimo/miesto ir kaimo vietas prieš įstatymo priėmimą skyrėsi nežymiai – miesto  $170,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , pusiau kaimo/miesto  $152,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ir kaimo  $142,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Po įstatymo priėmimo ypač ženklus sumažėjimas miesto vietovėse – iki  $7,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , pusiau kaimo/miesto  $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , kaimo  $26,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Poįstatyminės fazės metu tik dvejose vietose pastebėtas rūkymas vidaus patalpose. Svarbu tai, kad nors ir pastebimai sumažėjo tarša tabako dūmais, tačiau kai kuriose vietose vis dar užfiksuotos aukštos koncentracijų vertės. Baruose didžiausia užfiksuota koncentracija –  $248,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , restoranuose –  $237,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4].



**4 pav.** Vidutinė tabako dūmų tarša baruose ir restoranuose prieš ir po įstatymo priėmimo Šiaurės Dakotoje 2013 metais [4]

Pagal gautus tyrimo rezultatus matyti, kad tabako dūmų taršos problema ženkliai sumažėjo priėmus tabako kontrolės įstatymą (4 pav.), tačiau vis dar pastebimos aukštos koncentracijos viešose žmonių susibūrimo vietose. Taip galėjo atsitikti dėl tabako produktų naudojimo prieš surenkant duomenis arba tabako dūmų patekimo per atviras duris, langus ar ventiliacijos sistemas [4].

Kitas eksperimentas realiomis sąlygomis atliktas kaljano bare Niujorke. Tai yra pirmasis tyrimas, kuris buvo atliktas tokio pobūdžio bare siekiant įvertinti šių barų patalpų oro kokybę Niujorko mieste, kuriame yra daugiausiai kaljanų barų Jungtinėse Amerikos valstijose [43].

Nepaisant kaljanų barų populiarumo, tyrimų, kurie būtų skirti kaljanų dūmų poveikiui sveikatai įvertinti yra nepakankamai. Nors Niujorke galioja draudimas rūkyti patalpų viduje, kaljanų laundžai teigia naudojantys žolelių pagrindu pagamintus produktus be nikotino, todėl jiems daroma išimtis [43].

2013 metų vasarą ir rudenį aštuoniuose kaljanų baruose buvo paimti oro mėginiai. Kartu su vietos charakteristikomis, smulkių kietųjų dalelių ( $KD_{2.5}$ ), juodosios anglies (BC), anglies monoksido (CO) ir organinės anglies (OC), nikotino bei kitų junginių matavimai nekontroliuojamomis sąlygomis buvo surinkti per 1 – 2 valandų matavimų sesijas. Oro mėginių ėmimas vyko nuo 21 val. iki 01 val. trečiadienio – šeštadienio naktimis, kai tokiuose baruose daugiausia lankytojų. Tyrimą atlikusių mokslininkų komanda aplankydavo kiekvieną iš vietų prieš tai iš anksto nepranešus, su savimi turėdami visą oro matavimams reikalingą įrangą. Įranga buvo slepiama kuprinėje, išskyrus vieną vamzdelį, kuris buvo įtaisytas patalpos kampe. Užregistruojamos savybės – mėginių ėmimo metu naudojamų kaljanų skaičius, aktyvūs rūkaliai ir bendra ventiliacijos būklė baruose [43].

Piko valandų metu 8 kaljanų baruose pastebėti įvairūs svyravimai, kurie galėjo daryti įtaką oro kokybės matavimams. Aktyviai naudojamų kaljanų skaičius svyravo nuo 4 iki 18, vidutiniškai 9 vienetai barui. Vėdinimo būklė taip pat buvo įvairi. Kai kuriose vietose buvo daug atidarytų langų ir durų, kitose nebuvo jokios tinkamos ar bent minimalios ventiliacijos [43].

1 – 2 valandų mėginių ėmimo laikotarpiu,  $KD_{2.5}$  vidutinė koncentracija buvo  $1180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , kuri svyravo intervale  $481 - 2986 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Mėginių ėmimo metu tiek  $KD_{2.5}$ , tiek BC koncentracijos nebuvo pastovios. Tačiau BC ir OC sudarė tik nedidelę dalelių masės dalį. Vidutinis juodosios anglies lygis buvo  $4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , esant  $1,2 - 7,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  diapazone. Nors filtro pagrindu veikiantys OC matavimai paprastai turi atitikti realaus laiko BC vertes, OC buvo mažiau aptikimo ribos, išskyrus vieną kaljano barą. Organinė anglis sudarė didesnę dalelių masės dalį, vidutinė koncentracija buvo  $238 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , koncentracijų diapazonas  $59 - 404 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vidutinė anglies monoksido koncentracija buvo 32 ppm, o CO diapazonas svyravo nuo 10 iki 50 ppm [43].

Be to, visuose kaljano baruose oro mėginiuose rastas nikotinas, nepaisant to, kad vartoti nikotino pagrindu pagamintą tabaką Niujorko kaljanų baruose draudžiama. Vidutinė nikotino koncentracija baruose buvo  $4,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , o nikotino koncentracijų diapazonas svyravo nuo 2,7 iki  $7,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pagrindiniai pasyvaus rūkymo (angl. *secondhand smoke*) sudėtiniai komponentai yra natris, siera, chloras, kalis ir kalcis. Bendrai ore esančios pagrindinės koncentracijos buvo mažesnės nei  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , o didžiausią  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  koncentraciją pasiekė chloras [43].

Šie rezultatai parodo, kad nepaisant draudimo rūkyti tabako gaminius, kai kuriuose Niujorko kaljanų baruose galima rasti tabako pagrindu naudojamus kaljanus bei yra padidėjusios patalpų oro teršalų ir toksinių medžiagų koncentracijos, kurios gali sukelti reikšmingą sveikatos pavojų lankytojams bei darbuotojams [43].

2000 metų kovo 1 dieną Suomijoje priimtas tabako kontrolės aktas apribojantis rūkymą restoranuose ir baruose. Siekiant įvertinti apribojimų efektyvumą, aplinkos tabako dūmų (ATD) koncentracijos restoranuose ir baruose buvo išmatuotos prieš ir po akto įsigaliojimo. Aktas buvo suskirstytas į etapus, o galutinai įsigaliojo 2003 metų liepos 1 dieną. Pagal įstatymą rūkyti draudžiama visuose Suomijos restoranuose ir baruose su tam tikromis išimtimis. Rūkymas gali būti leidžiamas įstaigose, kuriose aptarnavimo zona yra ne mažesnė kaip  $50 \text{ m}^2$ , jei darbuotojai išvengia ATD sukeliama poveikio. Patalpose, kuriose yra didesnis aptarnavimo plotas, rūkymas gali būti leidžiamas 50 % aptarnavimo ploto, jei tabako dūmai nepasklinda į teritoriją, kurioje draudžiama rūkyti. Prie barų arba lošimų stalų rūkymas draudžiamas, jei tabako dūmų plitimas negali būti apribojamas nuo darbuotojų. Remiantis šiuo įstatymu vietose, kuriose rūkymas draudžiamas negali būti taikoma jokių išimčių [17].

Paimtuose oro mėginiuose tirtas nikotinas, 3 – etenilpiridinas (3 – EP) ir suminiai lakieji organiniai junginiai (LOJ). Vidutinė nikotino koncentracija visose tirtose vietose buvo  $7,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prieš įsigaliojant

aktui ir  $7,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  po visų kontrolės akto dalių įsigaliojimo. Vidutinė nikotino koncentracija restoranuose buvo  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prieš ir  $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  po kontrolės akto įsigaliojimo, atitinkamai baruose ir smuklėse buvo  $10,6$  ir  $12,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , naktiniuose klubuose  $15,2$  ir  $8,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vidutinė nikotino koncentracija vietose, kur rūkymas uždraustas svyravo tarp  $2,9$  ir  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Išmatuotos 3 – EP koncentracijos parodė aukštą koreliaciją su nikotino koncentracijomis ir siekė apytiksliai penktadalį nikotino koncentracijų. Naktiniame klube išmatuotos 3 – EP koncentracijos sumažėjo nuo  $3$  iki  $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  po tabako kontrolės akto įsigaliojimo. Matavimai parodė aukštas suminių LOJ vertes rūkymo vietose lyginant su nerūkymo dėl to, kad restoranuose ir baruose yra daug kitų lakiųjų junginių šaltinių. Dėl šios priežasties suminiai lakieji organiniai junginiai negali būti laikomi ATD žymeniu [17].

2009 metais Graikijos sostinėje Atėnuose esančiuose dešimtyje naktinių klubų buvo atliktas tyrimas, kurio tikslas buvo įvertinti lankytojų sukeliama poveikį kietųjų dalelių koncentracijoms. Vidaus patalpų vidutinės  $\text{KD}_1$  ir  $\text{KD}_{2.5}$  koncentracijos buvo  $181,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ir  $454,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Viename iš klubų, kur buvo nustatytos didžiausios dalelių koncentracijos, ventiliacijos greičiui esant  $29,1 \text{ h}^{-1}$   $\text{KD}_{2.5}$  dalelių koncentracija buvo  $279,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , o ventiliacijos greitį padidinus iki  $48,6 \text{ h}^{-1}$  užfiksuotas koncentracijos sumažėjimas iki  $173,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .  $\text{KD}_1$  dalelių koncentracija esant tokiems patiems ventiliacijos greičiams sumažėjo, tačiau ne tokiu dideliu skirtumu – nuo  $58,6$  iki  $38,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Santykinis ventiliacijos ir rūkančių lankytojų sukeltas poveikis buvo tiriamas naudojant daugialypės regresijos modelį. Nustatyta, kad atsižvelgiant į mažesnę vėdinimo greitį, rūkymo poveikis ir užimtumas yra labai svarbūs. Skaitiniai vertinimai parodė, kad jei ventiliacijos greitis atitiktų nacionaliniuose standartuose nustatytas minimalias vertes, poveikis patalpų oro kokybei būtų sumažintas iki 70 % dabartinių poveikio verčių [13].

Kito tyrimo tikslas buvo įvertinti kietųjų dalelių ( $\text{KD}_{2.5}$ ) koncentracijas baruose prieš priimant įstatytą draudžiantį rūkyti ir po jo įsigaliojimo. Matavimai atlikti 1 mėnesis prieš ir 1, 3 bei 6 mėnesiai po įstatymo įsigaliojimo. Oro kokybės matavimai parodė, kad  $\text{KD}_{2.5}$  koncentracija buvo  $202,17 \pm 97,89 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (vidurkis standartinis  $\pm$  nuokrypis), kai matavimas atliktas prieš priimant įstatymą,  $25,53 \pm 14,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  po mėnesio,  $18,00 \pm 8,43 \mu\text{g}/\text{m}^3$  po trijų mėnesių,  $10,77 \pm 2,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  po šešių mėnesių, kai įstatymas įsigaliojo. Atliekant matavimus prieš įsigaliojant įstatymui, nebuvo rasta nei viena vieta (minimalios rizikos), kuri atitiktų Oro kokybės indeksą, tačiau praėjus trimis mėnesiams po įstatymo įsigaliojimo visos vietose nustatyta 100 % minimali rizika [42].

Aplinkos tabako dūmų poveikis (ATD) tirtas Pietų Australijos viešosiose žmonių susibūrimo vietose. Vienose iš jų rūkymas leidžiamas, kitose draudžiamas. Tirtos viešbučių, klubų ir kavinių ore esančios nikotino ir kietųjų dalelių ( $\text{PM}_{10}$ ) koncentracijos esant įprastiems ir didelio užimtumo periodams. Bendros vidutinės koncentracijos aptiktos rūkymo zonose buvo didesnės (nikotinas  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{PM}_{10}$   $255 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) lyginant su zonomis, kuriose nerūkoma (maitinimo vietomis) (nikotinas  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{PM}_{10}$   $192 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Gauti tyrimo rezultatai rodo beveik dvigubai mažesnes aplinkos tabako dūmų koncentracijų vertes ir parodo, kad mechaninė ventiliacija yra tik iš dalies veiksminga užkertant kelią ATD plitimui visame patalpos tūryje [6].

Aplinkos tabako dūmų poveikis kazino darbuotojams įvertintas keturiuose Las Vegaso miesto kazino. Pagal gautus matavimų rezultatus nustatyta, kad kazino darbuotojai veikiami nikotino, 4 – vinilpiridino, benzeno, tolueno, naftaleno, formaldehido, acetaldehido, solanesolo ir įkvėpiamų suspenduotų dalelių tarša. Išmatuota vidutinė acetaldehido koncentracija kazino siekė nuo  $8,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  iki  $15,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Formaldehido vidutinės vertės  $6,70$  –  $15,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tolueno koncentracija siekė  $6,61$  –  $18,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Solanesolas  $0,141$  –  $0,359 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Įkvėpiamų suspenduotųjų dalelių išmatuota koncentracija buvo  $32,6$  –  $56,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Užfiksuotos vertės nurodo, kad yra padidėjęs kancerogeninių medžiagų poveikis darbuotojų sveikatai [1].

Oro kokybė Niujorko viešosiose žmonių susibūrimo vietose pagerėjo iki 90 %. Įsigaliojus rūkymo draudimui tokiose vietose (barai, kavinės, restoranai), įkvepiamų suspenduotų dalelių, kurių aerodinaminis skersmuo mažesnis nei 2,5 mikrometro, koncentracija vidutiniškai sumažėjo nuo 412 iki 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [8].

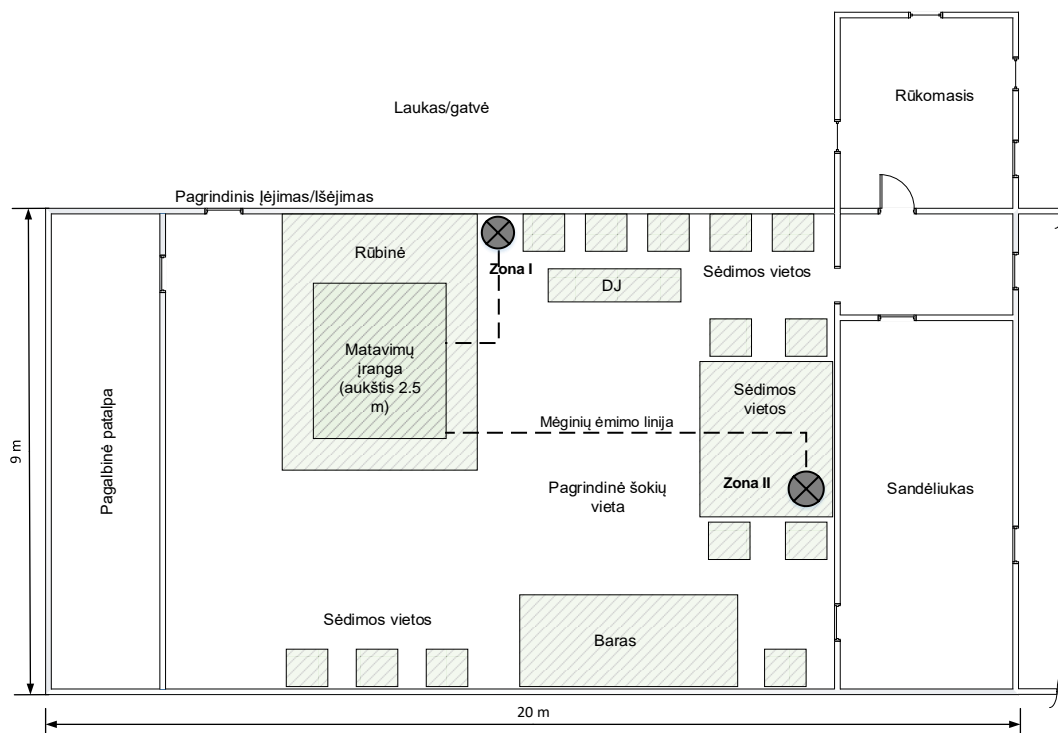
#### **1.4. Skyriaus apibendrinimas**

Šiame skyriuje atlikta mokslinių straipsnių apžvalgą apie *Philip Morris International* (PMI) sukurtą sumažintos rizikos tabako produktą THS 2.2, kuris tabaką ne degina, o kaitina, taip pat naudojant šį produktą susidaro tik rūkančiojo iškvepiami dūmai (angl. mainstream smoke), kurie išsisklaidę patalpose sudaro pasyvaus rūkymo dūmus (angl. *secondhand smoke*), tačiau smilkimo dūmai (angl. *sidestream smoke*) bei pelenai nesusidaro. Aprašytas produkto veikimo principas ir savybės. Pateikiami pavyzdžiai, kai šis produktas lyginamas su kitais nikotino turinčiais gaminiais – įprastomis cigaretėmis, elektroninėmis cigaretėmis ir kaljanais. Produktai lyginami atsižvelgiant į išskiriamus teršalus rūkymo metu bei jų koncentracijas. Remiantis literatūrine analize matyti, kad THS 2.2 produkto sukeliama tarša daro minimalią įtaką patalpų oro kokybei, susidarančios koncentracijos yra daugiau nei 80 % mažesnės lyginant su kitais gaminiais.

Taip pat analizuoti straipsniai nikotino turinčių gaminių koncentracijoms apžvelgti, kurie naudojami esant nekontroliuojamoms sąlygoms (barai, restoranai, viešosios žmonių susibūrimo vietos). THS 2.2 produkto analizės tyrimai esant tokioms sąlygoms iki šiol nebuvo atlikti, todėl praktinės dalies metu ir bus atliekamas būtent tokio tipo eksperimentas Kauno „Mojo Lounge“ klube.

## 2. Tyrimų metodika

Eksperimentas realiomis sąlygomis atliktas Kauno naktiniame klube „Mojo Lounge“. Klubo plotas yra apie 130 m<sup>2</sup> (5 pav). Rūkymo patalpa yra įrengta lauke, todėl išvengiama (iš dalies išvengiama) cigarečių dūmų patekimo į pagrindinę klubo patalpą. Vidutiniškai klube viduryje nakties susirenka apie 200 – 250 žmonių, rūkymo patalpoje telpa apie 30 žmonių.



5 pav. Klubo „Mojo Lounge“, kuriame atlikti matavimai, schema

THS 2.2 naudojimo eksperimento pirmoji dalis atliekama, kai klubas neveikia, siekiant išvengti išpučiamų cigarečių dūmų įtakos, emisijų nuo drabužių, plaukų ir kt., kuomet žmonės grįžta iš rūkymo patalpos į klubo pagrindinę salę.

Antrasis mėginių ėmimo etapas atliekamas likus trimis valandoms iki klubo atidarymo. Mėginiai imami dvejose zonose (ėmimo aukštis 1 – 1,5 m nuo grindų paviršiaus): pirma zona įrengiama kur žmonės daugiausia sėdi, antroji zona netoli baro, kur vyksta intensyvesnis judėjimas. Patalpos vėdinimas siekiant sumažinti dalelių ir lakiųjų organinių junginių koncentracijas fone buvo atliekamas apie 15 minučių tarp dviejų matavimų sesijų, kai naudojamas IQOS. Vėdinimui naudojamas 75 % galimumo vėdinimo įrenginys. Matavimai atliekami tokiais laiko intervalais:

- 1) 30 minučių matuojama klubo foninė koncentracija (be žmonių);
- 2) 30 minučių matuojamas fonas, kai salėje yra apie 10 žmonių, tačiau THS 2.2 nenaudojamas;
- 3) 30 minučių atliekamas matavimas, 10 dalyvių naudoja THS 2.2;
- 4) 30 minučių pertrauka siekiant sumažinti dalelių koncentraciją ore (įjungiama ventiliacija);

- 5) 30 minučių matuojama klubo foninė koncentracija salėje esant 30 žmonių, THS 2.2 nenaudojamas;
- 6) 30 minučių matavimas, kai 30 žmonių naudoja THS 2.2 išsisklaidę po visą pagrindinę klubo patalpą.

Toliau eksperimentas atliekamas 3 valandas po to, kai klubas pradeda veikti siekiant palyginti THS sugeneruojamą taršą su tarša, kurią sukelia cigarečių išpučiami dūmai, emisijos nuo drabužių, plaukų ir kt., kai žmonės grįžta į pagrindinę klubo patalpą iš rūkomojo. Eksperimentas identiška atliekamas tris dienas/naktis. Išanalizuota realaus laiko kietųjų dalelių masės ir skaitinė koncentracijos (PM ir PNC), CO, CO<sub>2</sub>, formaldehido, acetaldehido, nikotino ir 3 – etenilpiridino (3 – EP) koncentracijos. Suminė lakiųjų organinių junginių (TVOC) koncentracija išmatuota proceso kontrolei siekiant užtikrinti sėkmingą išvalymą tarp matavimų sesijų.

## 2.1. Analizės įranga ir metodika

**ELPI+ (Elektrinis žemo slėgio impaktorius).** Skirtingų dydžių dalelių koncentracijos ir mėginiai realiu laiku paimti naudojant elektrinį žemo slėgio impaktorių (ELPI+, Dekati, Inc., Suomija), kai srauto greitis 10 l/min. ELPI+ (6 pav.) aerozolio daleles išskirsto į 15 frakcijų (nuo 0,017 iki 10 μm). Šis prietaisas naudoja pakopinį įterpimo principą ir turi tiesioginę prietaiso parodymo galimybę. Aerozolio mėginiai surenkami ant 25 mm skersmens aliuminio folijos pagrindo, padengto „Apiezon L“ tepalu. Realaus laiko aerozolio koncentracijos užregistruojamos vienos sekundės (1 Hz) arba vienos dešimtosios sekundės (10 Hz) intervalais [29].

Dalelių dydžio pasiskirstymo patikrinimas prieš kiekvieną mėginių ėmimo etapą atliekamas generuojant 0,3 μm ir 1,0 μm polistireninio latekso (PSL) daleles aerozoliu, naudojant *Colison* purkštuką ir aerozolių įkrovos neutralizatorių [29].



6 pav. Elektrinis žemo slėgio impaktorius ELPI+ [7]

**Nanodalelių skaitiklis (Nanoscan).** Dalelių dydžio skaitiklis (SMPS), kurio spektrometro modelis yra 3910, nuskaityto 13 frakcijų aerozolio daleles nuo 10 iki 420 nm elektrinio mobilumo skersmens per 60 s arba naudojamas kaip skaitiklis vienam dydžiui 1 sekundės raiška, kai srautas 1 l/min. SMPS (7 pav.) naudoja izopropanolio pagrindu veikiančią kondensacinę dalelių skaitikį ir radialinę diferencialinę dalelių

analizatorių. Nustatyta, kad aptiktas pasaulinis normalizuotas nukrypimas buvo 0,55 – 0,97 lyginant *Nanoscan SMPS – 3910* su laboratoriniu kalibruotu SMPS matuojant vidaus patalpų aerozolius laboratorinėmis sąlygomis. Prieš naudojant prietaisą eksperimente, SMPS sukalibruotas [11] [29].

Dalelių dydžio pasiskirstymas tikrinamas prieš kiekvieną mėginių ėmimą generuojant 0,3  $\mu\text{m}$  PSL dalelių aerozolį, naudojant *Collison* purkštuvą ir aerozolių įkrovos neutralizatorių [29].



7 pav. Nanodalelių skaitinės koncentracijos matuoklis, TSI 3910 Nanoscan Nanoparticle Sizer [39]

**iAQ2000 (MOS).** Išsiskiriančių lakiųjų dujinių junginių (LOJ) koncentracija matuojama naudojant oro kokybės jutiklį, pagrįstą mikroprocesorinio metalo oksido puslaidininkio (MOS) technologija (iAQ2000, AMS Sensor Solutions Germany GmbH). Kartu su iAQ2000 LOJ matuojami naudojant IAQ monitorių (IQM – 60, Aeroqual Limited, Naujoji Zelandija), kuris nustatytas aptikti lakiuosius organinius junginius naudojant PID ir MOS jutiklį (vadinamas jautrių dujų puslaidininkio (GSS) jutiklis). IQM – 60 pateikia koncentracijas išreikštas ppm, esant LOJ koncentracijai, atsižvelgiant į izobutileno kalibravimą kas 120 sekundžių. Matavimo diapazonas yra 0 – 20 ppm pagal PID (gamyklinis kalibravimo tikslumas  $\leq \pm 10\%$ ) ir 0 – 25 ppm nuo MOS (gamyklinis kalibravimo tikslumas  $\leq \pm 10\%$ ), aptikimo riba atitinkamai 0,01 ppm ir 0,1 ppm. IQM – 60 taip pat matuoja ozoną matavimo intervale nuo 0 iki 0,5 ppm, aptikimo riba yra 0,001 ppm [29].

Naudojant oro kokybės matuoklius (7545 IAQ – CALC, TSI Inc., JAV) (8 pav.) įvertinamos anglies dioksido ( $\text{CO}_2$ ), anglies monoksido (CO), temperatūros, santykinės drėgmės lygiai ir reikšmės. Žemo dreifo NDIR jutiklis naudojamas matuoti  $\text{CO}_2$  lygius (diapazonas nuo 0 iki 5000 ppm, tikslumas  $\pm 3\%$  rodmenų arba  $\pm 50$  ppm, skiriamoji geba 1 ppm), elektrocheminis jutiklis matuoja CO (matavimo sritis nuo 0 iki 500 ppm, tikslumas  $\pm 3\%$  duomenų arba  $\pm 3$  ppm, skiriamoji geba 0,1 ppm). Nuolat atliekama instrumentų kalibracija [29].





**8 pav.** Oro kokybės matuoklis IAQ – CALC [40]

Nikotino ir aldehidų mėginių analizės nurodymai:

1. sorbciniai vamzdeliai yra laikomi šaldiklyje sandariose plastikinėse dėžutėse. Prieš ėmimą vamzdeliai yra išimami iš šaldiklio ir laikomi dėžutėje laboratorijos patalpoje, kol vamzdelių temperatūra pasiekia laboratorijos aplinkos temperatūrą;
2. ant sorbcinio vamzdelio yra užklijuojamas lipdukas su ėminio numeriu.;
3. naudojant ampulių atidarytuvą nupjaunami vamzdelio galai;
4. vamzdelis pagal rodyklę, kuri rodo oro siurbimo kryptį, yra įstatomas į laikiklį;
5. įjungiamas oro siurblys;
6. prie vamzdelio prijungiamas oro srauto matuoklis Defender 500;
7. atsuktuvu reguliuojant potenciometrą nustatomas **1,0** l/min debitas;
8. vamzdelio numeris ir tikrasis debitas yra užrašomi į registracijos lapą su kitais reikalingais parametrais;
9. po to atjungiamas oro srauto matuoklis ir vamzdelis paliekamas su įjungtu siurbliu ėminio ėmimui;
10. registracijos lape registruojamas ėminio ėmimo pradžios laikas;
11. po ėminio ėmimo, prie vamzdelio prijungiamas oro srauto matuoklis. Oro srauto tikrasis debitas užrašomas į registracijos lapą;
12. atjungiamas oro srauto matuoklis. Išjungiamas oro siurblys. Į registracijos žurnalą užrašomas ėminio ėmimo pabaigos laikas;
13. vamzdelis atjungiamas, ant jo galų tvirtai užmaunami apsauginiai vamzdeliai;
14. dedami į sandarią plastikinę dėžutę ir laikomi šaltkrepsyje;
15. dienos pabaigoje sorbciniai vamzdeliai patalpinami šaldiklyje sandarioje dėžutėje.

**Nikotino koncentracija** įvertinta vadovaujantis standartu ISO 18145 [38]. Standarto metodas pagrįstas nikotino surinkimu naudojant absorbciją sorbentais, nikotino ekstrakciją iš sorbentų ir nustatymą naudojant dujų chromatografiją (GC). Standartinė procedūra šiek tiek pakeista – vietoje selektyvios azoto aptikimo procedūros naudojama masių spektrometrija (MS). Vamzdeliai: sorbentų vamzdeliai, XAD®-4, 7 x 70-mm dydžio, 2 dalių, 40/80 mg sorbento, 20/40 tinklelis (angl. *mesh*) (SKC Inc. Cat. No. 226-93). Siurblys: universalus PCXR8 (SKC Inc., JAV). Aparatas: GC/MS sistema (modelis GCMS – QP2010 Ultra, Shimadzu Corp., Japonija) [29].

Paruošiami modifikuoto tirpiklio tirpalai, darbiniai standartiniai nikotino tirpalai ir 4-EP bei desorbcijos efektyvumo tirpalai [38].

Tirpiklis modifikuojamas 0,01 % trietilamino tūrine dalimi, siekiant išvengti nikotino adsorbcijos ant buteliukų stiklinių sienelių ir tūrinių matavimo kolbų. Paruošiami keturi tirpalai: tirpiklio tirpalas su vidiniu standartu, tirpiklio tirpalas be vidinio standarto (šie tirpalai laikomi šaldytuve iki naudojimo), 1 % trimetilamino ir 10 % trimetilamino tirpalai (šie tirpalai paruošiami prieš pat naudojimą) [38].

Šie tirpalai skirti kalibracinės kreivės sudarymui. Norint išlaikyti tiek standartų, tiek mėginių vidinės standartinės pastoviosios medžiagos kiekį, mėginių paėmimui turi būti naudojamas tas pats tirpiklio tirpalo, kurio vidinis standartas yra naudojamas standartinėms darbo sąlygoms, paruošimas. Todėl kiekvieną kartą, kai ruošiama nauja vidinių standartų tirpiklio tirpalų serija, paruošiama nauja darbinis standartinių tirpalų partija. Toliau paruošiami desorbcijos efektyvumo tirpalai. Jie naudojami desorbcijos efektyvumo nustatymui [38].

Nikotino mėginių apdorojimo proceso metu turi būti vengiama bet kokio nikotino kontakto su darbo patalpa. Analizės metu turi būti etanoliu nuvalomi stalai, o analizę atliekantis asmuo kruopščiai nusiplauti rankas [38].

Mėginių sorbentai po mėginių ėmimo laikomi šaldiklyje iki laboratorinio apdorojimo etapo. Mėginiai išlieka stabilūs šaldiklyje 8 savaites (laikomi plastikiniame maišelyje) remiantis ISO 18145:2003 [38].

Prieš pradėdant mėginių apdorojimo etapus, išimami reikiami tirpalai ir mėginių sorbentai iš šaldiklio. Mėginiai turi pasiekti kambario temperatūrą, todėl jie iš šaldiklio išimami bent 30 minučių iki analizės pradžios [38].

Atlikus mėginių ekstrakciją, apdoroti mėginiai laikomi šaldytuve iki chromatografinės analizės (dujų chromatografijos – masių spektrometrijos) [38].

Nikotino analizė atlikta remiantis tarptautiniu standartu ISO 18145 „*Environmental tobacco smoke – Determination of vapour phase nicotine and 3 – ethenylpyridine in air – Gas-chromatographic method*“. Tačiau analizės metodas šiek tiek pakeistas remiantis *Philip Morris International* (PMI) nurodymais [38].

**Formaldehido ir acetaldehido koncentracija** įvertinta taikant ASTM D5197-03 procedūrą. Šis metodas apima oro paėmimą per sorbentą, kuris užpildytas silikageliu, padengtu 2,4 – dinitrofenilhidrazino (DNPH) reagentu. Karbonilo junginiai lengvai formuoja stabilius darinius su DNPH reagentu. DNPH dariniai analizuojami pirminiems aldehidams ir ketonams, naudojant aukšto intensyvumo skysčių chromatografiją (HPLC). Vamzdeliai: DNPH dengtas silikagelis (SKC Inc. Cat. Nr. 226-119). Siurblys: universalus PCXR8 (SKC Inc., JAV). Aparatas: HPLC UV/VIS DAD sistema [29].

Pagaminami 20 kalibracinių tirpalų o tirpalas KT5 yra pagrindinis. Jie supilstomi į chromatografinius buteliukus su kamšteliais (PTFE membrana). Paruošiamos 5 buteliukų serijos su visais tirpalais. Buteliukai iki analizės laikomi šaldytuve 4 °C [29].

Tirpiklių paruošimas: atidaromas naujas acetoneitrilo HPLC butelis, iš jo švaria Patero pipete paimami trys mėginiai į chromatografinius buteliukus. Buteliukai užkemšami, užrašomas pavadinimas (acetoneitrilo blankas). Dalis acetoneitrilo perpilama į 1000 ml švarų stiklinį butelį iš kurio toliau imamas reikiamas kiekis ekstrakcijai. Ant butelio užrašomas pavadinimas ir pylimo data [29].

Aldehidų sorbciniai vamzdeliai išimami iš šaldiklio, kur jie buvo laikomi iki ekstrakcijos po jų paėmimo, ir laikomi dėžutėse laboratorijos aplinkoje, kol jų temperatūra pasiekia aplinkos. Paruošiami 4 ml buteliukai ant kurių užrašomi atitinkami pavadinimai pagal mėginių ėmimo protokolą. Naudojant acetoneitrilą yra nuplaunamas ampulių atidarytuvas. Atidarytuvu aplink vamzdelį įrežiama sienelė ties stiklo vata, vamzdelio galas nulaužiamas. Naudojant plieninę vielą iš sorbcinio vamzdelio išimamas sorbentas kartu su stiklo vata ir patalpinama į 4 ml buteliuką. Į buteliuką su sorbentu stikline pipete įpilami 3 ml acetoneitrilo (HPLC). Buteliukas užkemšamas kamšteliu su PTFE membrana. Buteliukai laikomi apie 30 minučių juos retkarčiais pajudinant. Po ekstrakcijos ekstrahentas Patero pipete perpilamas į chromatografinį buteliuką su atitinkamu pavadinimu. Buteliukai laikomi šaldytuve iki analizės [29].

## 2.2. Statistinė duomenų analizė

### 2.2.1. Dalelių dydžio pasiskirstymas

Dalelių dydžio pasiskirstymas (PSD) išmatuotas naudojant ELPI+. Išmatuotas pasiskirstymas grindžiamas dalelių skaitine koncentracija (dalelių vienetai/cm<sup>3</sup>). PSD grindžiamas skaitine tankumo (koncentracijos) pasiskirstymo funkcija, kuri parodo dalelių koncentraciją, normalizuotą dalelių dydžio plote, kur dalelės yra matuojamos, t. y. dalelių skaičius oro tūryje, kurio dydis apibrėžiamas tarp D<sub>p</sub> ir dD<sub>p</sub>. Matematiškai išreiškiama kaip  $D_p = dN/d\log D_p$  (#/cm<sup>3</sup>) [29].

Toks skaitinis dalelių dydžio pasiskirstymas išmatuotas intervale nuo 17 iki 10000 nm naudojant ELPI+ kas 1 arba 1/10 sekundės [29].

### 2.2.2. Dalelių koncentracijos laikinas svyravimas

Dalelių skaitinės koncentracijos (PNC) augimo ir mažėjimo normas paprastai atspindi vėdinimo, gravitacinio sėdimo, adsorbcijos ant sienų, difuzijos, elektrostatinio poveikio ir termoporozės (angl. *thermophoresis*) sąveika. Visų svarbiausias PM pašalinimas dėl ventiliacijos ir nusėdimo. Dalelių koncentracija gali būti aprašyta pirmosios eilės diferencialine masės balanso lygtimi [29]:

$$C_t = C_0 e^{kt}$$

kur: k – dalelių koncentracijos augimas (kai k>0) arba kritimas (kai k<0);

t – laiko intervalas;

C<sub>t</sub> ir C<sub>0</sub> – dalelių koncentracijos (#/cm<sup>3</sup>) išmatuotos atitinkamai eksperimento pabaigoje (t) ir pradžioje (t<sub>0</sub>).

Koeficientas k yra kelių parametrų suma, įskaitant vėdinimą, gravitacinį sėdimą ir adsorbciją ant paviršių. Esant pilno susimaišymo sąlygoms, įvertinamas nusėdimo ir adsorbcijos mastas, atėmus ventiliacijos greitį iš išmatuoto dalelių koncentracijos sumažėjimo [29].

Nesant pakankamoms susimaišymo sąlygoms, kurios būdingos realiose patalpų aplinkose, parametras k gali būti stipriai veikiamas difuzijos parametro, kai dalelės dėl difuzijos pasiskirsto visame patalpos tūryje [29].

### 2.2.3. Dalelių sklaidai darančių įtaką veiksnių regresinis modeliavimas

#### Realaus laiko parametrų analizės ir validacijos metodai (nustatant PNC, dalelių dydžio pasiskirstymą, LOJ koncentraciją, CO ir CO<sub>2</sub>)

4 lentelė. Realaus laiko parametrų ir validacijos metodai [29]

Validacijos parametras	Validacijos metodai, Matavimų tipai	Priėmimo kriterijai
Selektyvumas	Netaikoma, nes priemonės neapsiribos konkrečiais teršalais. TVOC jutikliai kalibruojami prieš izobutileną ir tolueną. CO ir CO <sub>2</sub> atveju jutikliai specialiai kalibruojami, kad atspindėtų šias koncentracijas.	Nėra
Instrumentinė aptikimo riba	Nanoscan, IQM-60, 7545 IAQ-CALC analizatoriai siunčiami išoriniam LOD, LOQ įvertinimui, tiesiškumo kalibravimui laboratorijoje.  iAQ2000 (MOS) jutikliai kalibruojami vietoje, naudojant mažiausiai 6 tolueno koncentracijas išgrynintame ore.  Grynos azoto dujos naudojamos nustatant nulines dujų analizatorių sąlygas.  PM analizatoriai nunulinami.	
Instrumentinė aukščiausia kiekybinė normos riba		
Instrumentinė žemiausia kiekybinė normos riba		
Kalibravimo kreivės tiesiškumas		
Teisingumas		
Aspiracinis efektyvumas	Mėginių pernešimas į prietaisus bus užtikrinamas siekiant sumažinti aerodinaminius, difuzinius ir elektrostatinus nuostolius. Dalelių nuostoliai mėginių ėmimo sorbente apskaičiuojami naudojant aerozolių transportavimo vamzdeliuose teoriją.	Mėginių praradinimas sorbentų vamzdeliuose < 1 %.
Instrumentinis pakartojamumas	Siekiant užtikrinti gerą pakartojamumą, naudojamos tos pačios priemonės ir analitikas. Pakartojamumas išbandomas pagal mokslinės grupės parengtus vidaus standartus. Kas trečią mėginių ėmimo dieną, dalelių ir LOJ prietaisai apdorojami naudojant PSL dalelių standartinius tirpalus (0,3 ir 1 μm arba LOJ (toluenu)).  Pakartojamumas įvertinamas taikant ne mažiau kaip 6 nustatymus, esant 100 % bandymų koncentracijoms.	Variacijos koeficientas neturėtų būti daugiau nei 15 %
Mėginių ir kalibracinių standartų stabilumas	Realaus laiko matavimo prietaisai mėginius ima tiesiogiai, todėl nenumatomas bandinio sugadinimas perduodant į jutiklį	Nėra
Matavimų neapibrėžtumas	Remiamasi gamykliniu kalibravimu	Nėra

Tolesnė duomenų statistinė analizė atliekama naudojant Microsoft Excel, SPSS bei SigmaPlot programomis.

### 3. Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

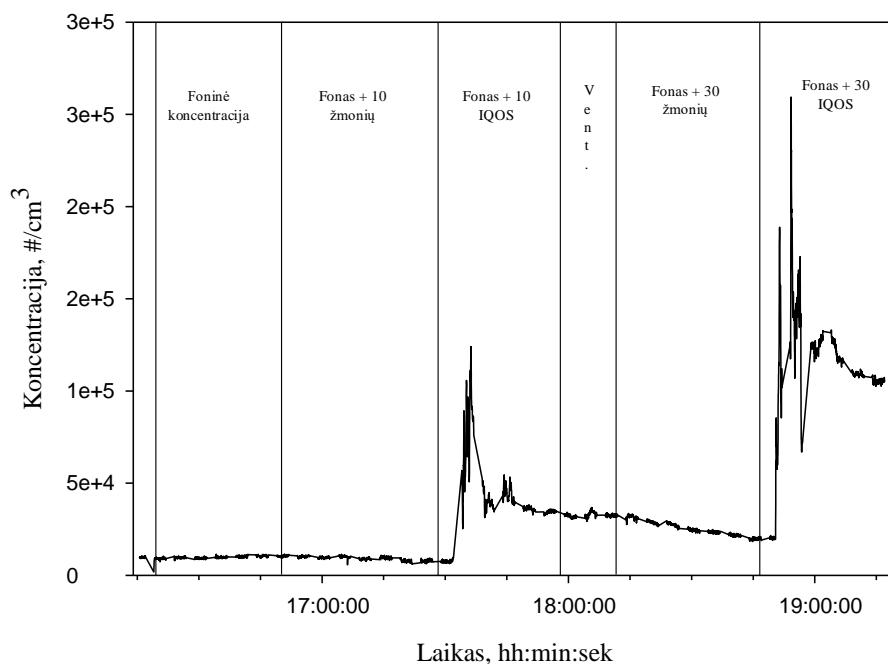
#### 3.1. Aerosolio dalelių koncentracijos kitimas laike

Aerosolio dalelių skaitinė koncentracija per tam tikrą laiką buvo vertinama viso eksperimento metu – tiek analizuojant IQOS produkto įtaką patalpų oro kokybei, tiek klubo veikimo metu.

Eksperimento pradžia esant kontroliuojamoms sąlygoms prasidėjo foninės koncentracijos matavimu. Išmatuota dalelių skaitinės koncentracijos mediana I zonoje siekė  $9,4 \cdot 10^3 \text{ \#/cm}^3$ , o II zonoje  $9,8 \cdot 10^3 \text{ \#/cm}^3$ . Kita eksperimento dalis – foninės koncentracijos matavimas esant 10 savanorių. Jų įėjimas į patalpą neturėjo įtakos foninei koncentracijai, mediana  $9,2 \cdot 10^3 \text{ \#/cm}^3$  ir  $9,9 \cdot 10^3 \text{ \#/cm}^3$  atitinkamai I ir II zonose. Didelių dalelių koncentracijos pokyčių pastebėta nebuvo. Žmonių judėjimas galėjo sukelti dulkių judėjimą, tačiau supermikrometrinės dalelės neatsispindėjo bendruose dalelių koncentracijos svyravimuose, galbūt dėl nuostolių mėginių ėmimo linijose.

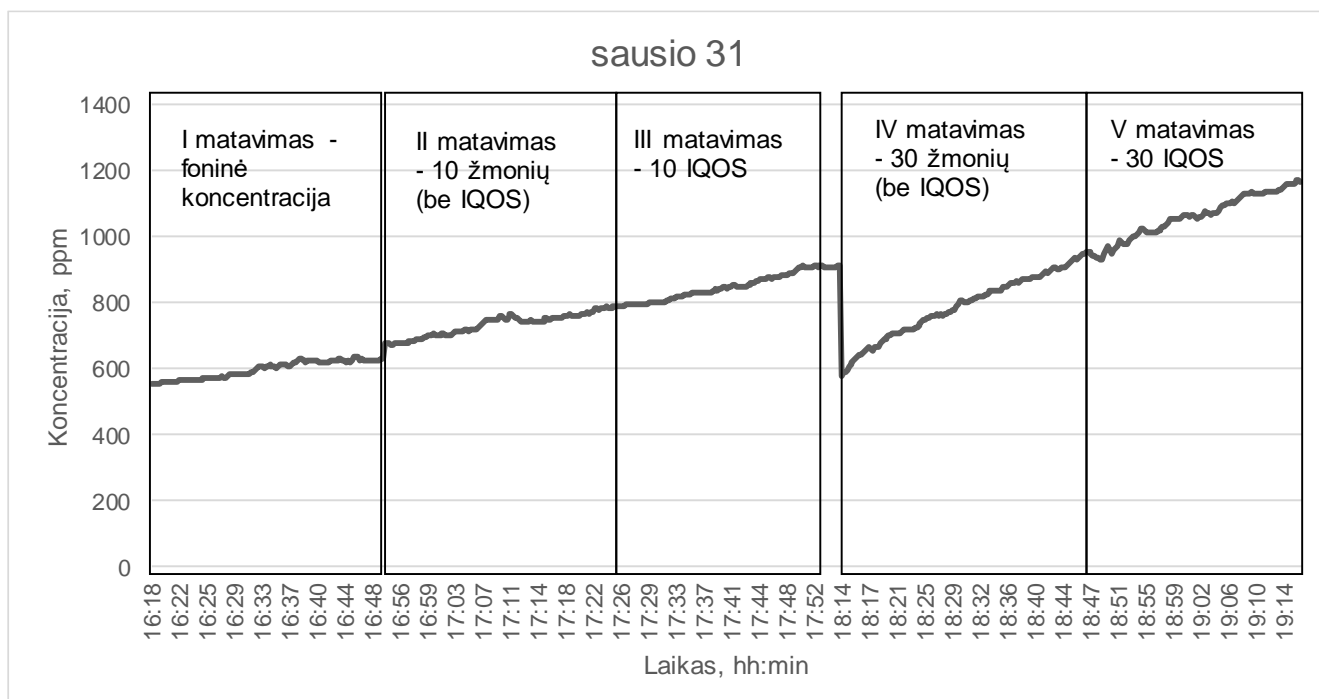
Kaip matyti 9 grafike, 10 savanorių pradėjus naudoti IQOS įrenginius, dalelių skaitinė koncentracija padidėjo. Didžiausias užfiksuotas koncentracijos maksimumas buvo  $1,2 \cdot 10^5 \text{ \#/cm}^3$ , mediana I zonoje siekė  $3,6 \cdot 10^3 \text{ \#/cm}^3$ , o II zonoje  $3,5 \cdot 10^3 \text{ \#/cm}^3$ . Toks koncentracijos padidėjimas buvo statistiškai reikšmingas. Vokietijoje atliktuose koncentracijų tyrimuose nerūkymo zonose pastebėtas reikšmingai padidėjusios dalelių skaitinės koncentracijos vertės. PNC mediana svyravo nuo  $2,9 \cdot 10^4$  iki  $2,2 \cdot 10^5 \text{ \#/cm}^3$  keturiose kavinėse bei restoranuose, nuo  $1,2 \cdot 10^5$  iki  $1,5 \cdot 10^5 \text{ \#/cm}^3$  dviejuose baruose/smuklėse ir nuo  $1,01 \cdot 10^5$  iki  $2,9 \cdot 10^5 \text{ \#/cm}^3$  septyniuose klubuose [3].

01-31



**9 pav.** Vidutinės skaitinės dalelių koncentracijos matavimas naudojant tabaką kaitinančią sistemą kontroliuojamomis sąlygomis antrąją dieną

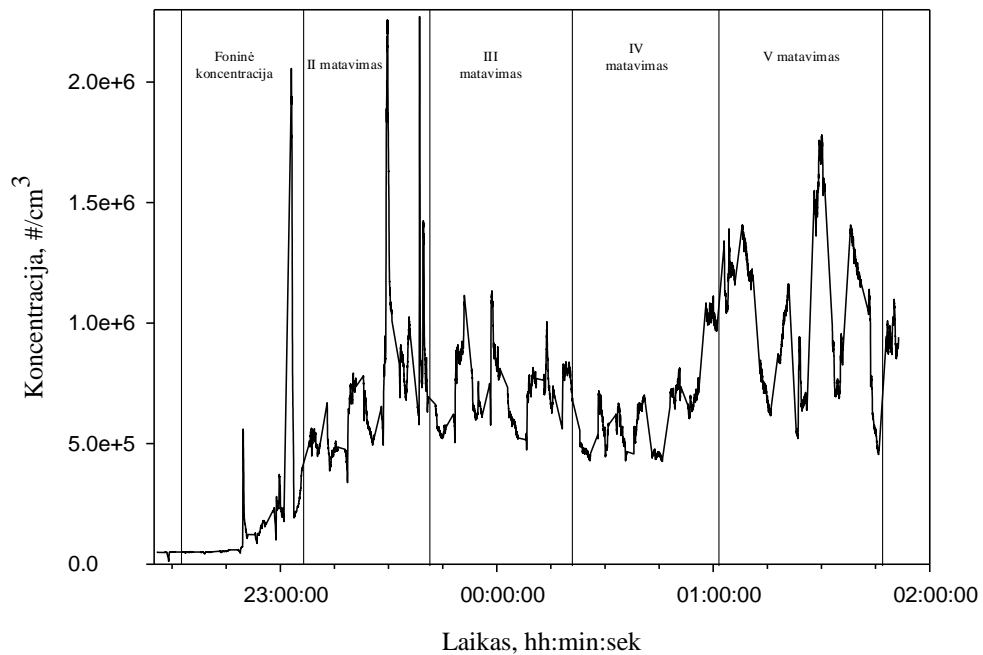
Baigus šią eksperimento dalį dalelių koncentracija dėl natūralios ventiliacijos ir prapūtimo su ventiliacijos sistema įrengta klube sumažėjo iki  $4 \cdot 10^4 \text{ \#/cm}^3$ , kuri buvo foninė koncentracija su 30 savanorių ( $\text{CO}_2$  koncentracija tarp 590 – 960 ppm) (10 pav.).



10 pav. CO<sub>2</sub> koncentracijos grafikas kontroliuojamomis sąlygomis

30 IQOS naudotojų sukėlė dar vieną reikšmingą dalelių skaitinės koncentracijos padidėjimą, o užfiksuotas koncentracijos maksimumas buvo  $1,5 \cdot 10^5 \text{ \#/cm}^3$  ir mediana  $1,2 \cdot 10^5 \text{ \#/cm}^3$  I zonoje ir  $1,3 \cdot 10^5 \text{ \#/cm}^3$  II zonoje. Tokie gauti rezultatai gali būti palyginami su eksperimentinėje kameroje atliktu tyrimu, kai 5 savanoriai naudoja IQOS [25]. Tačiau gautos vertės yra aukštesnės lyginant su elektroninių cigarečių matavime gautais PNC lygiais, kai vidurkis siekė  $9,6 \cdot 10^3 \text{ \#/cm}^3$  [9]. Matavimų kameros tyrime koncentracija eksperimento pabaigoje greitai sumažėjo iki foninės. Klubo matavimų metu, kai sąlygos sąlyginai yra kontroliuojamos PNC negreitai pasiekė foninę koncentraciją. Toks skirtumas tarp kameroje ir klube išmatuotų duomenų greičiausiai atsiranda dėl daug didesnių emisijų, kurias sugeneruoja 30 IQOS naudotojų bei mažesnio vėdinimo, nes vėdinimas įjungiamas tik eksperimento viduryje, kai 10 IQOS naudotojų baigia rūkymą. Koncentracijos mažėjimui įtakos turi ventiliacija, kuri pajungiama 15 minučių tarp eksperimento serijų.

Antrasis eksperimento etapas – matavimai klubo metu esant nekontroliuojamoms sąlygoms. Reikšmingai padidėjusios vertės matuojant foninę koncentraciją –  $2,7 \cdot 10^5 \text{ \#/cm}^3$  I zonoje ir  $2,9 \cdot 10^5 \text{ \#/cm}^3$  II zonoje. Tačiau visgi klubo veikimo metu užfiksuotos didžiausios matavimų vertės. Užfiksuotas dalelių skaitinė koncentracijos maksimumas buvo  $1,7 \cdot 10^7 \text{ \#/cm}^3$ , mediana  $7,3 \cdot 10^5 \text{ \#/cm}^3$  I zonoje ir  $8,0 \cdot 10^5 \text{ \#/cm}^3$  II zonoje (11 pav.).



**11 pav.** Vidutinė skaitinė dalelių koncentracija išmatuota klubo veikimo metu pirmąją dieną

Nekontroliuojamų sąlygų matavimų rezultatai statistiškai reikšmingai didesni lyginant su foninėmis koncentracijomis, taip pat ir su koncentracijomis naudojant IQOS. CO<sub>2</sub> koncentracijos klubo veikimo metu svyravo nuo 850 iki 2600 ppm. Viduryje matavimų sesijų įjungtas vėdinimo įrenginys sumažino CO<sub>2</sub> (12 pav.) koncentracijas apytiksliai iki 850 ppm. Tokias dideles PNC koncentracijas lėmė dirbtinio rūko aparato veikimas, taip pat emisijų nutekėjimas iš rūkymo patalpos, kurioje rūkomos įprastos cigaretės (ventiliacijos tipas – natūrali ventiliacija), silpna ventiliacija pagrindinėje salėje. Bolte et al. atliktame tyrime dalelių skaitinės koncentracijos mediana kito nuo  $1,2 \cdot 10^5$  iki  $1,5 \cdot 10^5$  #/cm<sup>3</sup> baruose ir  $1,01 \cdot 10^5$  –  $2,9 \cdot 10^5$  #/cm<sup>3</sup> klubuose [3].



**12 pav.** CO<sub>2</sub> koncentracija klubo veikimo metu esant nekontroliuojamoms sąlygoms

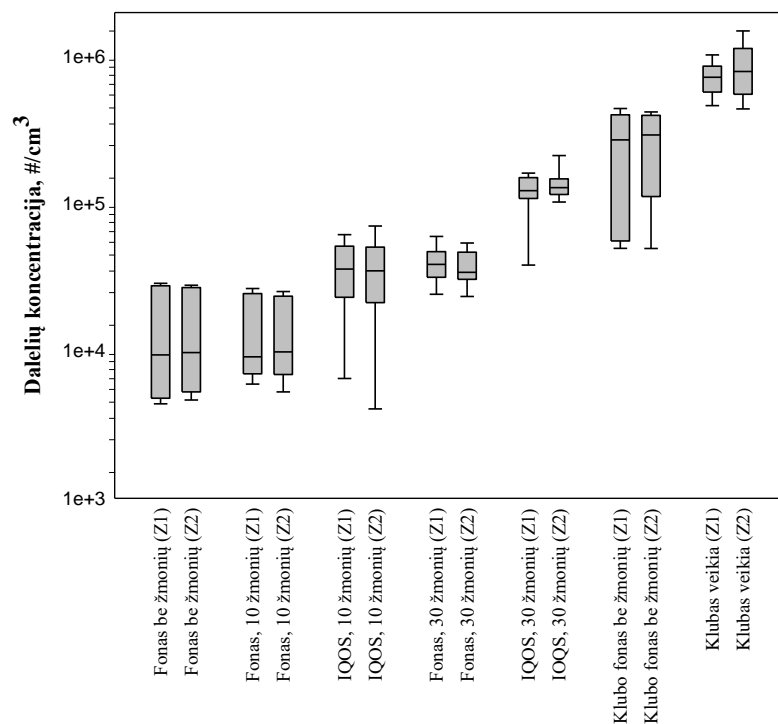
Remiantis gautais matavimų rezultatais matyti, kad keičiantis eksperimento etapams ir didėjant IQOS naudojančių žmonių skaičiui, pastebimas reikšmingas kietųjų dalelių koncentracijų padidėjimas.

### 3.2. Arozolio skaitinė ir masės koncentracijos

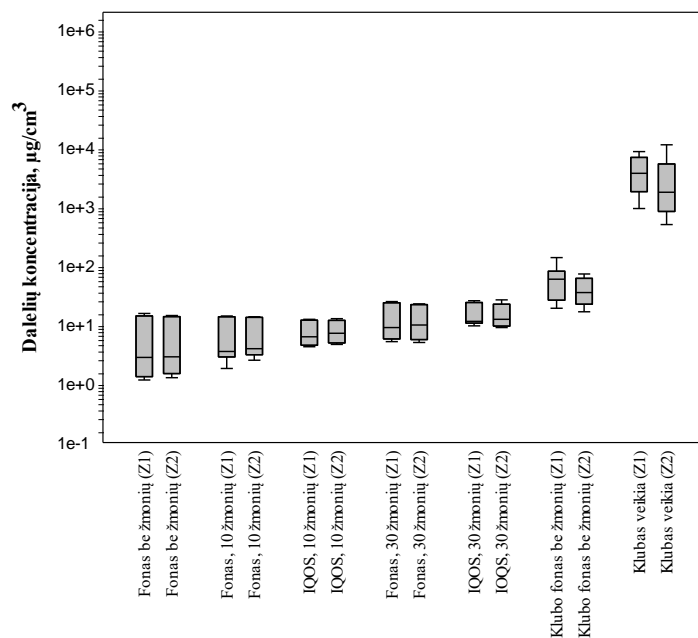
Dalelių masės (KD) koncentracija įvertinta remiantis paskaičiuotais ELPI+ duomenimis. Grafikuose pavaizduoti skirtingų frakcijų KD<sub>2.5</sub> ir KD<sub>10</sub> bei dalelių skaitinė koncentracija tūrio vienetu PNC. Naudojant „SigmaPlot“ programą nubrėžti *BoxWhisker* grafikai su sąlygomis, kurių metu buvo atliekami matavimai Z1 ir Z2 zonose. Matavimų rezultatai KD<sub>2.5</sub> ir KD<sub>10</sub> buvo panašūs, išskyrus tai, jog KD<sub>10</sub> grafike matyti didesnis verčių pasiskirstymas, o tai rodo, kad koncentracijos yra aukštesnės. Taip yra dėl to, kad KD<sub>10</sub> yra labiau veikiamos suspenduotų dulkių, susijusių su žmogaus veikla, o KD<sub>2.5</sub> yra susijusios su pirminėmis ir antrinėmis dalelėmis, atsirandančiomis dėl aerozolio išsiskiriančio šiluminio būdu (cigarečių rūkymas, jų aerozolio iškvėpimas, dirbtinio rūko mašina).

Foninė dalelių masės koncentracija (KD) ir ši koncentracija naudojant IQOS nebuvo reikšmingai skirtinga. Foninės KD<sub>2.5</sub> vertės buvo 2,7 μg/m<sup>3</sup> pirmoje zonoje (Z1) ir 2,8 μg/m<sup>3</sup> antroje zonoje (Z2) bei 11,4 μg/m<sup>3</sup> (Z1) ir 12,3 μg/m<sup>3</sup> (Z2) 30 žmonių naudojant IQOS. Sąlyginai nežymus IQOS poveikis patalpų oro dalelių masės koncentracijai susidarė dėl to, kad dauguma dalelių buvo submikroninio dydžio intervale, todėl neužima didelės masės dalies. Kita priežastis susijusi su dalelių masės praradimu mėginių ėmimo linijose, nes dalelės gali išgaruoti.

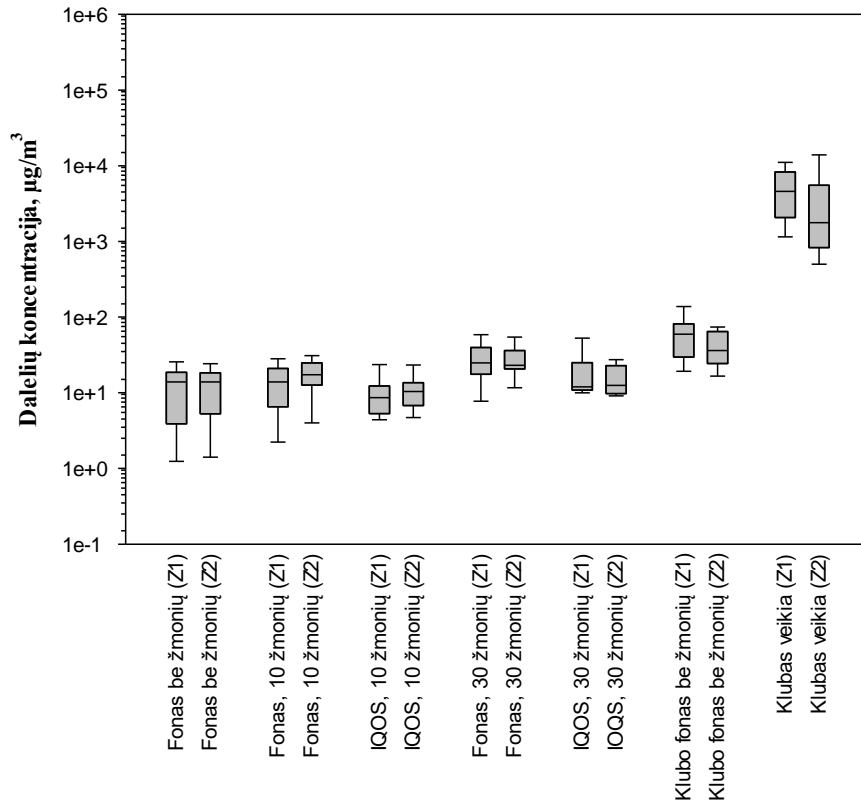




13 pav. Dalelių skaitinė (PNC) koncentracija I (Z1) ir II (Z2) zonose esant kontroliuojamoms ir nekontroliuojamoms sąlygoms



14 pav. Dalelių masės (PM<sub>2.5</sub>) koncentracijos I (Z1) ir II (Z2) zonose esant kontroliuojamoms ir nekontroliuojamoms sąlygoms



**15 pav.** Dalelių masės ( $PM_{10}$ ) koncentracijos I (Z1) ir II (Z2) zonose esant kontroliuojamoms ir nekontroliuojamoms sąlygoms

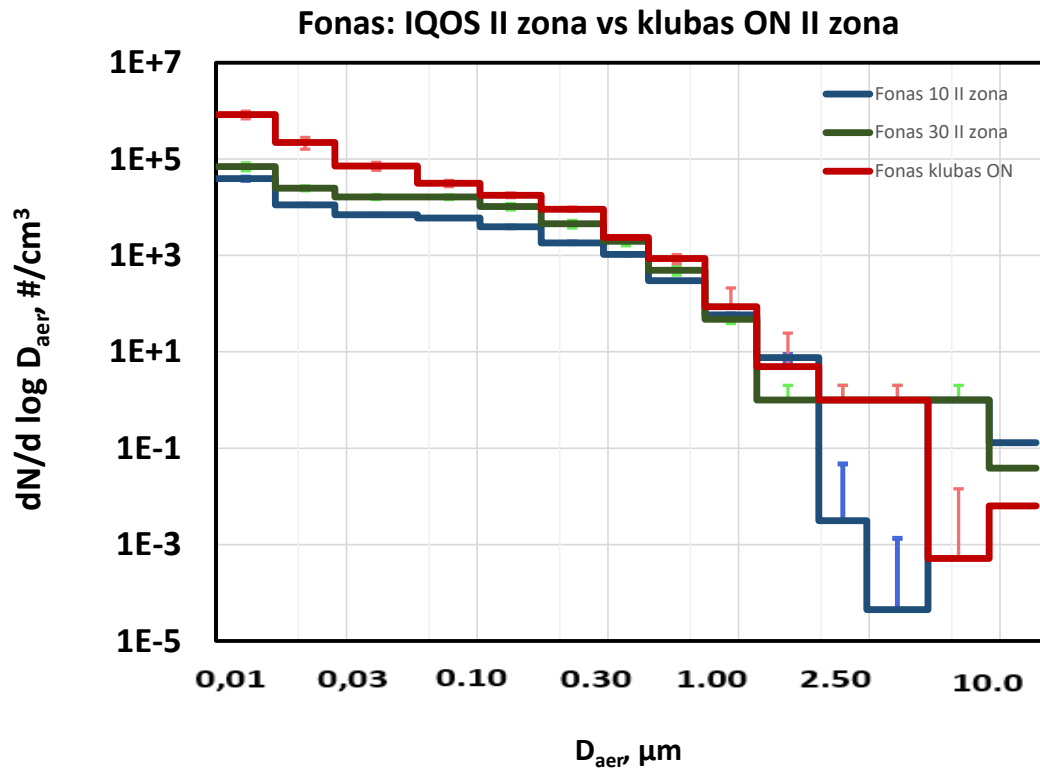
Klubo veikimo metu susidarė statistiškai reikšmingai didesnės koncentracijos lyginant su 30 IQOS naudojimu. Matuojant foninę koncentraciją be lankytojų (tik personalas) prieš klubo atidarymą pastebėtos ženkliai pakilusios  $KD_{2.5}$  koncentracijos, o skirtumas tarp zonų skyrėsi daugiau nei 1,5 karto: pirmoje zonoje koncentracija siekė  $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , o antroje zonoje –  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tokiems rezultatams įtakos galėjo turėti personalo judėjimas pasiruošimo metu, o pirmoji zona buvo įrengta labiau praeinamoje vietoje, taip pat dalelės nuo įvairių paviršių bei nuotėkis iš rūkomojo patalpos.

Klubo veikimo metu pastebėtos ypač reikšmingai padidėjusios  $KD_{2.5}$  koncentracijos, kai mediana  $3715 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Z1 bei  $1770 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Z2, o  $KD_{10}$   $4590 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Z1 ir  $2470 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Z2.

Remiantis Bolte et al. atliktu tyrimu išmatuotos dalelių masės koncentracijos  $KD_{2.5}$  viešosiose žmonių susibūrimo vietose (barai, klubai, restoranai) svyravo nuo  $178 - 807,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $KD_{10}$  koncentracijos mediana intervale nuo  $199,2$  iki  $1014,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [3].

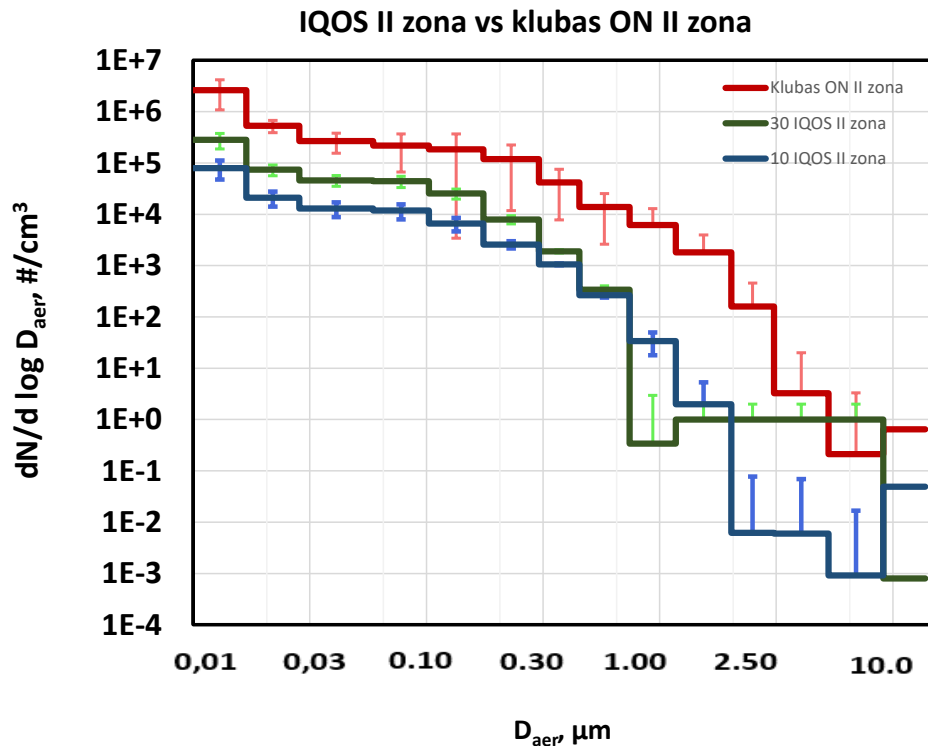
Vardavas et al. atlikto tyrimo, kurio metu matuotos  $PM_{2.5}$  koncentracijos kavinėse, baruose ir klubuose, gautų rezultatų intervalas nuo  $49$  iki  $612 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [41]. Gleich et al. atliktame tyrimo  $KD_{2.5}$  koncentracijos išmatuotos klubuose siekė  $599,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prieš įsigaliojant draudimui rūkyti, po įsigaliojimo vertės sumažėjo iki  $85,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [12].

### 3.3. Dalelių dydžio pasiskirstymas (PSD)



16 pav. Foninis dalelių dydžio pasiskirstymas (PSD) naudojant 10, 30 IQOS ir klubo veikimo metu

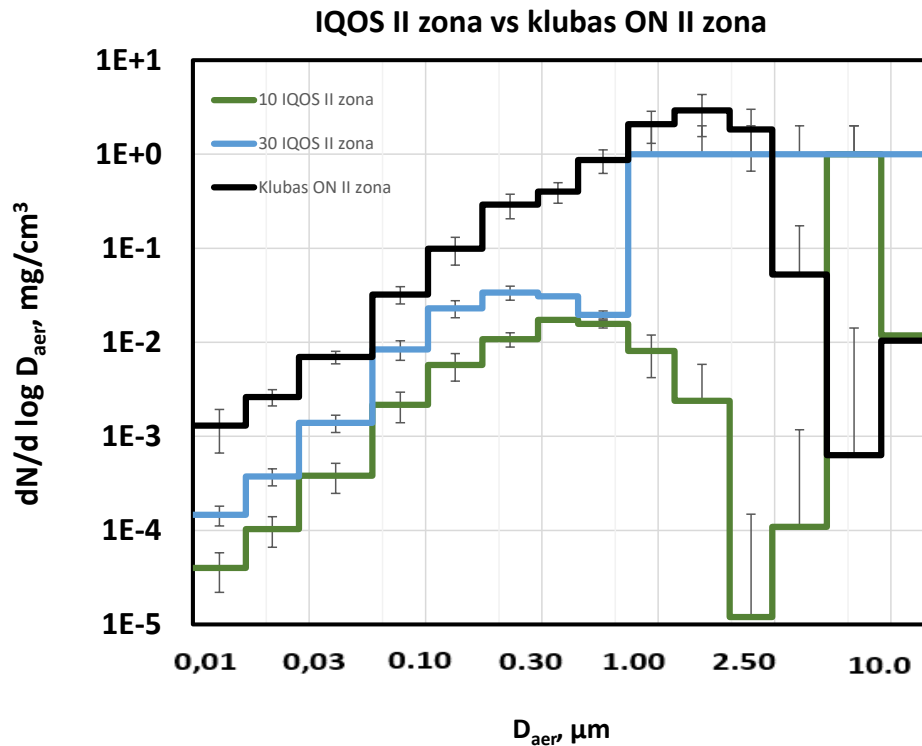
16 paveiksle pavaizduotas foninis dalelių dydžio pasiskirstymas įvertinus dalelių galimą nusėdimą ant mėginių paėmimo linijos žarnos. Atliktas dalelių dydžio pasiskirstymo palyginimas naudojant 10 ir 30 IQOS įrenginių bei klubo veikimo metu.



**17 pav.** Dalelių dydžio pasiskirstymas naudojant tabaką kaitinančią sistemą ir klubo veikimo metu

Remiantis skaitine koncentracija dalelių dydžio pasiskirstymo grafikas (17 pav.) parodė, kad didžioji dalis dalelių buvo submikroninio dydžio intervaluose, t. y. 100 nm diapazone. Didžioji dalis smulkiųjų dalelių buvo branduolio dydžio intervale visuose matavimų etapuose. Klube išmatuotą didžiąją dalį PSD užėmė smulkiųjų dalelių frakcija, o tai galėjo būti dėl labai lakių aerozolių, sklaidžiamų iš dirbtinio rūko mašinos. Dalelių dydžio pasiskirstymui (PSD) įtakos taip pat galėjo turėti ir drėgmė. Atliekant matavimus, kai klubas neveikia esant kontroliuojamoms sąlygoms santykinė drėgmė patalpoje siekė apie 40 %, o klubo veikimo metu drėgmės lygis buvo nežymiai mažesnis – apie 34 %.

Elektroninės cigaretės kaip ir IQOS į aplinką neskleidžia smilkstančios cigaretės dūmų ir laikoma mažiau žalinga rūkymo alternatyva. Mikheev et al. atlikti tyrimai parodė, kad rezultatais elektroninių cigarečių aerozoliai paprastai turi bimodalinį dydžių pasiskirstymą: didelė nanodalelių koncentracija ir palyginti didelė dalelių koncentracija submikronų diapazone. Tyrime gauti rezultatai rodo, kad nanodalelės susideda iš mažiau lakių junginių, kurie neišgaruoja lengvai, o submikroninės dalelės turi tiek lakių, tiek nelakių junginių bei gali prarasti lakiuosius junginius garinant mėginius. Tikėtina, kad viena iš galimybių nanodalelėms susidaryti yra pirminis mažiau lakus EC skystinis užpildas, kurį sudaro augalinis glicerinas, nikotinas ir kvapiosios medžiagos. Submikroninių dalelių susidarymas gali atsirasti ant nanodalelių, kurios atstotų garų kondensacijos centrus, jei jie yra aerozolio susidarymo (brandinimo) zonoje. Elektroninių cigarečių generuojamam aerozoliui būdingas sudėtingas, paprastai bimodalinis dalelių dydžio pasiskirstymas, kuriame yra ir nanodalelių, ir submikroninių dalelių, o jų pasiskirstymas keičiasi didėjant išpūtimų skaičiui. Esant dideliame oro praskiedimui elektroninių cigarečių aerozolis greitai išgaruoja padidindamas nanodalelių koncentraciją ir sumažindamas submikroninę frakciją [26].



**18 pav.** Masės dalelių dydžio pasiskirstymas

Remiantis 18 grafike pavaizduotu masės dalelių dydžio pasiskirstymu gauti rezultatai parodė, kad IQOS naudojimo metu vyravo 200 – 300 nm, o klubo veikimo metu 1  $\mu\text{m}$  dydžio dalelės. Pastarieji duomenys susiję su tuo, kad tame dalelių dydžio intervale skaitinė dalelių koncentracija buvo reikšmingai didesnė lyginant su IQOS naudojimu. Dalelių dydžio pasiskirstymas 2 – 10  $\mu\text{m}$  intervale smarkiai svyravo dėl dalelių nuostolių mėginių ėmimo metu.

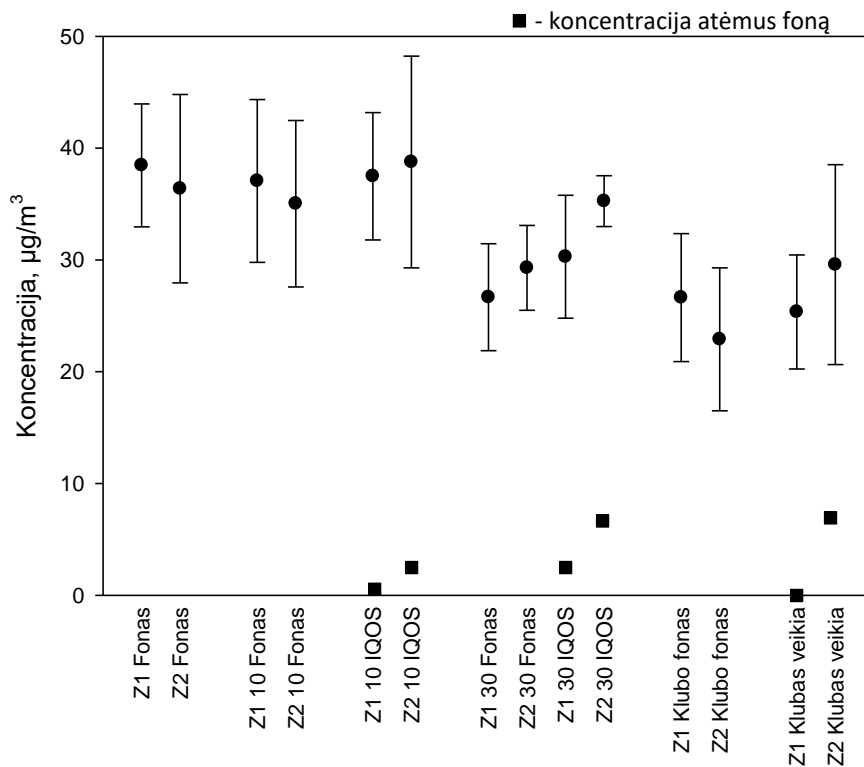
Tyrimo metu gautų dalelių dydžio pasiskirstymo reikšmės buvo panašios su kitų autorių eksperimentų rezultatais. Fuoco et al. atlikto tyrimo metu matuojant elektroninių cigarečių generuojamų dalelių dydžių pasiskirstymą gauti rezultatai parodė, kad dalelių dydžio pasiskirstymas EC pagrindiniame aerozolyje buvo didesnis nei 100 nm (tarp 120 – 165 nm). Tokie rezultatai panašūs į vertes randamas įprastų cigarečių naudojimo metu. Tačiau pastebėta, kad dalelių dydžio pasiskirstymo duomenų įtakai nikotino kiekis ir EC skysčio skonis neturėjo [11]. Panašūs rezultatai buvo gauti kito tyrimo metu. Pastebėta, kad praskiestas EC aerozolis buvo bimodalinis: moda 30 – 100 nm skersmens intervaluose. Palyginimui, įprastinių cigarečių dalelių dydžio pasiskirstymas turėjo vieną modą, kurios maksimumas buvo 100 nm ir padidėjusi suminė skaitinė koncentracija [34]. Nustatyta, kad neskiesto elektroninių cigarečių aerozolio dalelių skersmuo buvo 250 – 450 nm intervale, o dalelių skaitinė koncentracija  $1 \cdot 10^9 \text{ \#/cm}^3$  [15].

### 3.4. Dujiniai teršalai

#### 3.4.1. Formaldehidas

19 grafike pavaizduota formaldehido koncentracija esant skirtingoms sąlygoms. Iš gautų koncentracijų atėmus fonines koncentracijas gautos realios junginio koncentracijos. Pirmoje zonoje išmatuota koncentracija naudojant 10 IQOS įrenginių siekė  $0,4 \mu\text{g/m}^3$ , 30 IQOS įrenginių  $3,6 \mu\text{g/m}^3$ , klubo veikimo

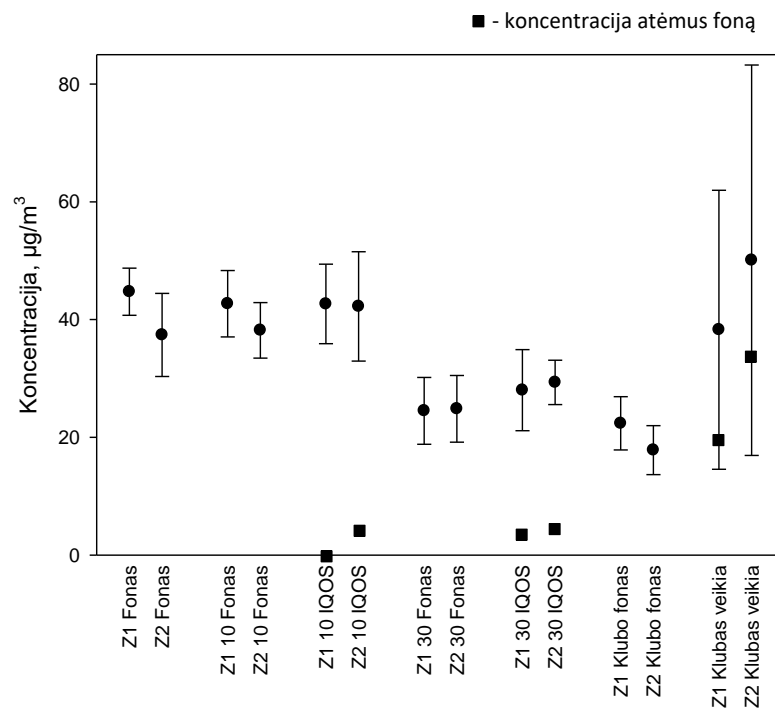
metu  $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Antroje zonoje išmatuota koncentracija naudojant 10 IQOS įrenginių siekė  $3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 30 IQOS įrenginių  $6,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , klubo veikimo metu  $6,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



19 pav. Formaldehido koncentracija skirtingomis sąlygomis

### 3.4.2. Acetaldehidas

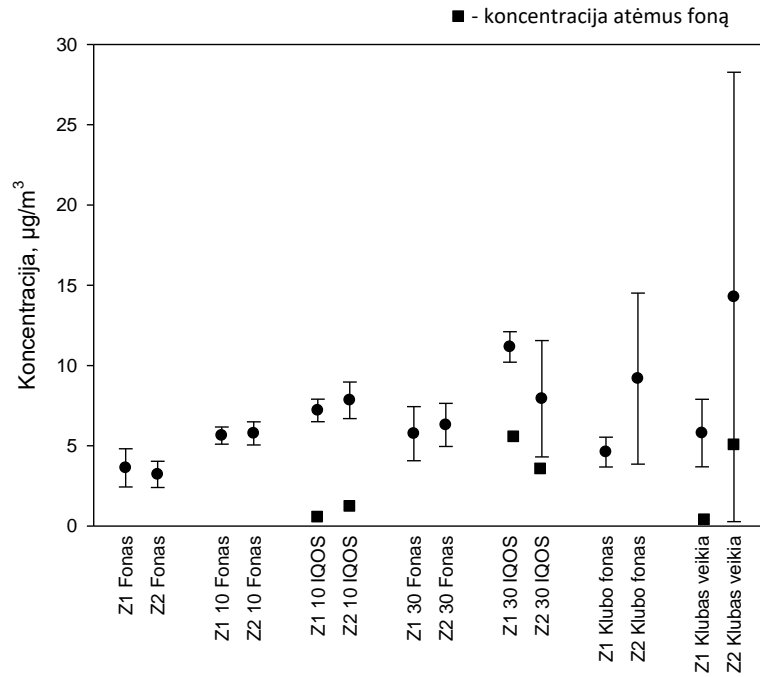
Pirmoje zonoje išmatuota acetaldehido koncentracija naudojant 10 IQOS įrenginių siekė  $0,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 30 IQOS įrenginių  $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , klubo veikimo metu  $18,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Antroje zonoje išmatuota koncentracija naudojant 10 IQOS įrenginių siekė  $4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 30 IQOS įrenginių  $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , klubo veikimo metu  $35,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



20 pav. Acetaldehido koncentracija skirtingomis sąlygomis

### 3.4.3. Nikotinas

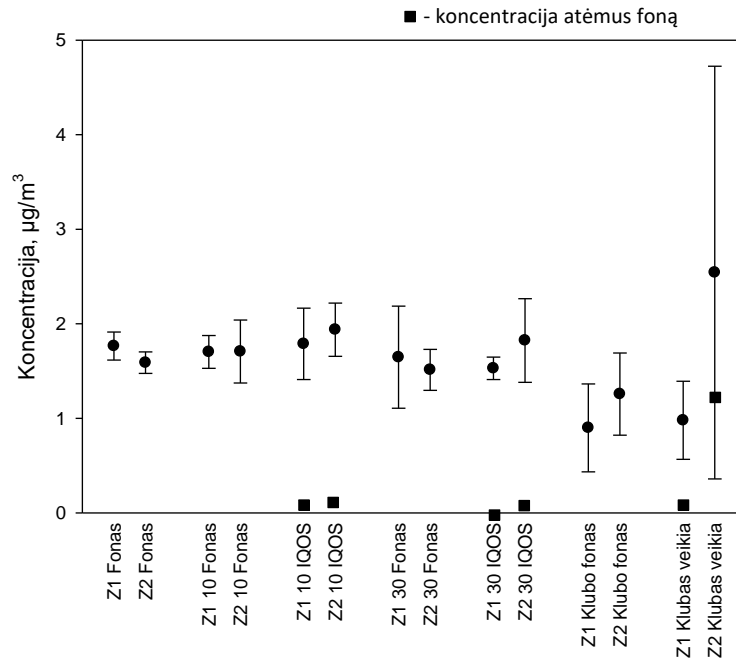
Pirmoje zonoje išmatuota nikotino koncentracija naudojant 10 IQOS įrenginių siekė  $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 30 IQOS įrenginių  $5,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , klubo veikimo metu  $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Antroje zonoje išmatuota koncentracija naudojant 10 IQOS įrenginių siekė  $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 30 IQOS įrenginių  $3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , klubo veikimo metu  $5,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



21 pav. Nikotino koncentracija skirtingomis sąlygomis

### 3.4.4. 3-etenilpiridinas

Pirmoje zonoje išmatuota 3-EP koncentracija naudojant 10 IQOS įrenginių siekė  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 30 IQOS įrenginių –  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , klubo veikimo metu  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Antroje zonoje išmatuota koncentracija naudojant 10 IQOS įrenginių siekė  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 30 IQOS įrenginių  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , klubo veikimo metu  $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



22 pav. 3 – EP koncentracija esant skirtingoms sąlygoms



Klubo veikimo metu išmatuotos gana aukštos dujinių teršalų foninės koncentracijos. Taip pat išmatuota vidutinė formaldehido foninė koncentracija  $37,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  buvo aukštesnė lyginant su įprastomis koncentracijomis, kurios randamos gyvenamosiose ir viešose patalpose [18]. Manoma, kad emisijos iš rūkymo patalpos, taip pat rūkymo metu iškvepiami cigarečių dūmai, emisijos nuo plaukų ir drabužių iš rūkančiųjų, kurie grįžta į pagrindinę salę sukėlė žymią tabako degimo produktų adsorbciją ir vėlesnį pakartotinį išmetimą, vadinamąjį tretinį rūkymą.

Tabaką kaitinančios sistemos naudojimo įtaka neveikiančiame klube dujinių teršalų atžvilgiu buvo žymiai mažesnė lyginant su kietosiomis dalelėmis. 30 IQOS įrenginių naudojimas sukėlė tik nežymių koncentracijų padidėjimą lyginant su 10 IQOS įrenginių naudojimu, tačiau reikšmingas padidėjimas pastebėtas tik pirmoje zonoje matuojant formaldehidą ir acetaldehidą. Iš esmės didesnės koncentracijų vertės turėjo būti antroje zonoje dėl ribotos dispersijos, nes Zona II buvo uždaresnė. Tai, iš dalies, pasitvirtina formaldehido, acetaldehido ir nikotino (10 IQOS) atžvilgiu, tačiau skirtumai nėra statistiškai reikšmingi.

Klubo veikimo metu išmatuotos panašios (formaldehidas ir nikotinas II zonoje) arba didesnės (3-EP, statistiškai reikšmingai didesnės acetaldehido koncentracijos) teršalų vertės kaip ir naudojant 30 IQOS įrenginių. Pagal Lietuvos Respublikos įstatymus bendrose klubo patalpose rūkymas draudžiamas, tačiau II zona labiausiai paveikė nuotėkis iš rūkomojo, kuris buvo sąlyginai netoli. Tai patvirtina ženkliai didesnės visų dujinių teršalų koncentracijos lyginant su I zona. Ypač aukštos koncentracijos aptiktos matuojant II zonoje acetaldehidą, kurio vertė buvo  $35,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , nikotinas pasiekė  $5,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Padidėjęs acetaldehido kiekis iš dalies gali būti siejamas su alkoholinių gėrimų vartojimu, nes acetaldehidas yra etanolio metabolizmo produktas, kuris aptinkamas iškvepiant [19].

Naudojant 30 IQOS įrenginių nikotino koncentracijos buvo  $5,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ir  $3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , o klubo veikimo metu  $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ir  $5,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  atitinkamai I ir II zonose. Išmatuotos nikotino vertės lyginant su kitų tyrimų gautais rezultatais buvo panašaus lygio. Achutan et al. atliktame tyrime Las Vegas kazino, kur rūkymas vis dar nėra uždraustas, vidutinė nikotino koncentracija buvo  $6,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [1]. Airijos baruose po draudimo rūkyti įsigaliojimo išmatuota nikotino koncentracija siekė  $5,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [23]. Lambert et al. atliktame tyrime nikotino koncentracijos svyravo nuo  $0,2$  iki  $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ir mediana buvo  $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  restoranų zonose, kur rūkymas draudžiamas ir nuo  $1,5$  iki  $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ir mediana  $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  rūkymo zonose [20].

Teršalų nuotėkis į nerūkomas zonas buvo aprašytas ir kitų autorių darbuose. Trijuose Ispanijos regionuose atlikti matavimai prieš ir po draudimo rūkyti įsigaliojimo viešose žmonių susibūrimo vietose. Nikotino koncentracija sumažėjo nuo  $5,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$  iki  $0,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$  po įstatymo įsigaliojimo. Tačiau nikotino koncentracijos po įstatymo įsigaliojimo buvo reikšmingai aukštesnės vietose, kur šalia įėjimų būriavosi rūkantys lankytojai. Išmatuota nikotino koncentracija, po įstatymo įsigaliojimo su rūkančiais šalia įėjimo buvo  $1,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , o koncentracija tose vietose be rūkančiųjų siekė  $0,41 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [22].

## Išvados

1. Darbe atliktoje literatūros analizėje apžvelgta sumažintos rizikos tabako produkto IQOS generuojama tarša patalpų oro kokybei lyginant su kitais nikotino turinčiais gaminiais. Remiantis įvairiuose moksliniuose straipsniuose pateiktais duomenimis, įprastinės cigaretės reikšmingai blogina oro kokybę, o jų naudojimo metu į aplinką išsiskiria daugybė skirtingų junginių, tarp kurių yra ir kancerogeninių savybių turinčių medžiagų. Taip pat įprastų cigarečių naudojimas sukelia pasyvų rūkymą. Elektroninių cigarečių naudojimo metu neišskiriami šalutiniai smilkstančios cigaretės dūmai tarp išpūtimų. Susidarančios kietųjų dalelių masės koncentracijos naudojant IQOS ir elektronines cigaretes buvo aukštesnės lyginant su foninėmis koncentracijų vertėmis, tačiau ženkliai mažesnės lyginant su kietųjų dalelių padidėjimu naudojant įprastas cigaretes (elektroninių cigarečių atveju KD vertės sudarė 5,7 – 7 % verčių, kurios buvo išmatuotos naudojant įprastas cigaretes ir 22 – 24 % IQOS atveju). Rūkymo metu susidarantis formaldehidus daugelyje atliktų tyrimų buvo mažiausias naudojant elektronines cigaretes. Formaldehido kiekis IQOS rūkymo metu buvo  $2,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , o naudojant elektronines cigaretes išmatuotas kiekis buvo per pusę mažesnis –  $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tyrimų nekontroliuojamomis sąlygomis naudojant IQOS sistemą nėra, todėl šio darbo pagrindinis tikslas buvo ištirti kaip IQOS generuojami aerozoliai veikia patalpų oro kokybę realiomis sąlygomis.
2. Esant kontroliuojamoms sąlygoms išmatuota nikotino koncentracija, kai IQOS naudoja 30 savanorių siekė vidutiniškai  $4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , o tai yra 2,5 karto daugiau nei naudojant 10 IQOS įrenginių, tačiau buvo panaši kaip klubo veikimo metu ( $5,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Formaldehido koncentracija IQOS naudojant 30 savanorių buvo  $15,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ir beveik nesiskyrė nuo klubo veikimo metu užfiksuotos  $15,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  koncentracijos. Dalelių masės koncentracija  $\text{PM}_{2.5}$  klubo veikimo metu vidutiniškai siekė  $3809 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , o tai buvo reikšmingai daugiau nei IQOS naudojant 30 žmonių, kai vidutinė koncentracija siekė  $15,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dalelių skaitinė fono koncentracija buvo  $1 \cdot 10^4 \text{ \#}/\text{cm}^3$ . Naudojant 10 ir 30 IQOS įrenginių koncentracijų vertės tendencingai didėjo. Vidutinė skaitinė dalelių koncentracija naudojant 30 IQOS įrenginių buvo  $1 \cdot 10^5 \text{ \#}/\text{cm}^3$ , o klubo veikimo metu esant nekontroliuojamoms sąlygoms koncentracijos buvo reikšmingai aukštesnės ir siekė vidutiniškai apie  $1 \cdot 10^6 \text{ \#}/\text{cm}^3 - 1 \cdot 10^7 \text{ \#}/\text{cm}^3$ . Dalelių pasiskirstymo pagal dydį pobūdis parodė, kad tiek IQOS naudojimo metu, tiek ir klubo veikimo metu susidarę dalelės buvo gan lakios.
3. Naudojant IQOS susidariusi dalelių skaitinė ir masės koncentracija eile skyrėsi nuo foninės, tačiau buvo eile mažesnė nei klubo veikimo metu. IQOS naudojimas neturėjo reikšmingo poveikio dujinių teršalų koncentracijai dėl gan didelės jų foninės koncentracijos klube. Intensyvus IQOS naudojimas (30 vartotojų vienu metu) gali sukelti reikšmingą nikotino ir acetaldehido koncentracijos padidėjimą, tačiau, nepaisant dalinio rūkymo draudimo, teršalų nuotėkis iš rūkomojo rūkant tradicines cigaretes bei teršalų emisija nuo rūkančiųjų jiems grįžus, veikiausiai, yra reikšmingiausias veiksnys, lemiantis oro kokybę bei su tuo susijusias rizikas naktiniame klube.

## **Tyrimo rezultatų viešinimas**

Remiantis tyrimo rezultatų duomenimis buvo parengtas stendinis pranešimas, kuris buvo pristatytas „XTH International Aerosol Conference (IAC 2018)“:

**The Impact of Tobacco Heating System on the IAQ in a Night Club Environment.** *DAINIUS MARTUZEVICIUS, Marija Meišutovič-Akhtarieva, Tadas Prasauskas, Darius Ciužas, Karolina Keraitytė, Violeta Kaunelienė, Kaunas University of Technology, Lithuania*

## Literatūros sąrašas

1. ACHUTAN, C., WEST, C., MUELLER, C., BERNERT, J.T. ir BERNARD, B. Environmental tobacco smoke exposure among casino dealers. *Journal of occupational and environmental medicine* [interaktyvus]. 2011, 53(4), 346-351 [žiūrėta 2018-11-05]. ISSN 10762752
2. BEKKI, K., INABA, Y., UCHIYAMA, S. ir KUNUGITA, N. Comparison of chemicals in mainstream smoke in heat-not-burn tobacco and combustion cigarettes. *Journal of UOEH* [interaktyvus]. 2017, 39(3), 201-207. [žiūrėta 2018-04-29]. ISSN 0387-821X
3. BOLTE, G., HEITMANN, D., KIRANOGLU, M., SCHIERL, R., DIEMER, J., KOERNER, W., ir FROMME, H. Exposure to environmental tobacco smoke in German restaurants, pubs and discotheques. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* [interaktyvus]. 2008, 18, 262–271. [žiūrėta 2017-09-15]. ISSN 1559-0631
4. BUETTNER-SCHMIDT, K., BOURSAW, B., LOBO, M.L. ir TRAVERS, M.J. Tobacco smoke pollution in hospitality venues before and after passage of statewide smoke-free legislation. *Public Health Nursing* [interaktyvus]. 2017, 34(2), 166-175. [žiūrėta 2019-02-18]. ISSN 0737-1209
5. COBB, C.O., VANSICKEL, A.R., BLANK, M.D., JENTINK, K., TRAVERS, M.J. ir EISSENBERG, T. Indoor air quality in Virginia waterpipe cafes. *Tobacco control* [interaktyvus]. 2013, 22(5), 338-343. [žiūrėta 2018-11-11]. ISSN 0964-4563
6. CENKO, C., PISANIELLO, D. ir ESTERMAN, A. A study of environmental tobacco smoke in South Australian pubs, clubs and cafes. *International journal of environmental health research* [interaktyvus]. 2004, 14(1), 3-11. [žiūrėta 2018-11-02]. ISSN 0960-3123
7. DEKATI. Elpi+. *Dekati* [interaktyvus]. N. d. [žiūrėta 2018 m. rugpjūčio 18 d.]. Prieiga per internetą: <https://www.dekati.com/products/elpi/>
8. JAMAL, A., HOMA, D.M., O'CONNOR, E., BABB, S.D., CARABALLO, R.S., SINGH, T., HU, S.S. ir KING, B.A. Current cigarette smoking among adults—United States, 2005–2014. *Morbidity and mortality weekly report* [interaktyvus]. 2015, 64(44), 1233-1240. [žiūrėta 2018-11-17]. ISSN 0149-2195
9. VAN DROOGE, B.L., MARCO, E., PEREZ, N. ir GRIMALT, J.O. Influence of electronic cigarette vaping on the composition of indoor organic pollutants, particles, and exhaled breath of bystanders. *Environmental Science and Pollution Research* [interaktyvus]. 2019, 26(5), 4654-4666. [žiūrėta 2019-05-01]. ISSN 0944-1344
10. FROMME, H., DIETRICH, S., HEITMANN, D., DRESSEL, H., DIEMER, J., SCHULZ, T., JÖRRES, R.A., BERLIN, K. ir VÖLKEL, W. Indoor air contamination during a waterpipe (narghile) smoking session. *Food and Chemical Toxicology* [interaktyvus]. 2009, 47, 1636–1641. [žiūrėta 218-02-03]. ISSN 0278-6915
11. FUOCO, F.C., BUONANNO, G., STABILE, L., ir VIGO, P. Influential parameters on particle concentration and size distribution in the mainstream of e-cigarettes. *Environmental Pollution* [interaktyvus]. 2014, 184, 523–529. [žiūrėta 2017-12-13]. ISSN 02697491
12. GLEICH, F., MONS, U. ir PÖTSCHKE-LANGER, M. Air Contamination Due to Smoking in German Restaurants, Bars, and Other Venues — Before and After the Implementation of a Partial Smoking Ban. *Nicotine and Tobacco Research* [interaktyvus]. 2018, 13, 1155–1160. [žiūrėta 2018-06-21]. ISSN 1469-994X
13. HALIOS, C., SANTAMOURIS, M., HELMI, A., KAPSALAKI, M., SALIARI, M., SPANOU, A. ir TSAKOS, D. Exposure to fine particulate matter in ten night clubs in Athens Greece: Studying the effect of ventilation, cigarette smoking and resuspension. *Science of the Total Environment* [interaktyvus]. 2009, 407, 4894–4901. [žiūrėta 2018-09-17]. ISSN 00489697

14. HELEN, G.S., JACOB III, P., NARDONE, N. ir BENOWITZ, N.L. IQOS: examination of Philip Morris International's claim of reduced exposure. *Tobacco control* [interaktyvus]. 2018, 27(Suppl 1), 30-36. [žiūrėta 2019-02-19]. ISSN 0964-4563
15. INGEBRETHSEN, B.J., COLE, S.K. ir ALDERMAN, S.L. Electronic cigarette aerosol particle size distribution measurements. *Inhalation toxicology* [interaktyvus]. 2012, 24(14), 976-984. [žiūrėta 2019-05-20]. ISSN 0895-8378
16. JACCARD, G., TAFIN DJOKO, D., MOENNIKES, O., JEANNET, C., KONDYLLIS, A. ir BELUSHKIN, M. Comparative assessment of HPHC yields in the Tobacco Heating System THS 2.2 and commercial cigarettes. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* [interaktyvus]. 2017, 90, 1–8. [žiūrėta 2019-01-14]. ISSN 0273-2300
17. JOHANSSON, T., TUOMI, T., RIUTTALA, H., HYVÄRINEN, M., ROTHBERG, M. ir REIJULA, K. Environmental tobacco smoke in finnish restaurants and bars before and after smoking restrictions were introduced. *Annals of Occupational Hygiene* [interaktyvus]. 2006, 50, 331–341. [žiūrėta 2018-04-04]. ISSN 00034878
18. KAUNELIENĖ, V., MEIŠUTOVIČ-AKHTARIEVA, M. ir MARTUZEVIČIUS, D. A review of the impacts of tobacco heating system on indoor air quality versus conventional pollution sources. *Chemosphere* [interaktyvus]. 2018, 206, 568–578. [žiūrėta 2018-11-07]. ISSN 00456535
19. KURKIVUORI, J., SALASPURO, V., KAIHOVAARA, P., KARI, K., RAUTEMAA, R., GRÖNROOS, L., MEURMAN, J.H. ir SALASPURO, M. Acetaldehyde production from ethanol by oral streptococci. *Oral Oncology* [interaktyvus]. 2007, 43, 181–186. [žiūrėta 2019-05-01]. ISSN 1368-8375
20. LAMBERT, W.E., SAMET, J.M. ir SPENGLER, J.D. Environmental tobacco smoke concentrations in no-smoking and smoking sections of restaurants. *American Journal of Public Health* [interaktyvus]. 1993, 83, 1339–1341. [žiūrėta 2018-11-04]. ISSN 00900036
21. LEE, M. S., LÉBOUF, R. F., SON, Y. S., KOUTRAKIS, P. ir CHRISTIANI, D. C. Nicotine, aerosol particles, carbonyls and volatile organic compounds in tobacco-and menthol-flavored e-cigarettes. *Environmental Health* [interaktyvus]. 2017, 16(1), 42. [žiūrėta 2018-05-12]. ISSN 1476-069X
22. LÓPEZ, M.J., FERNÁNDEZ, E., PÉREZ-RIOS, M., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J.M., SCHIAFFINO, A., GALÁN, I., MONCADA, A., FU, M., MONTES, A., SALTÓ, E. ir NEBOT, M. Impact of the 2011 Spanish smoking ban in hospitality venues: indoor secondhand smoke exposure and influence of outdoor smoking. *Nicotine & tobacco research* [interaktyvus]. 2012, 15(5), 992-996. [žiūrėta 2018-09-17]. ISSN 1469-994X
23. MULCAHY, M., EVANS, D.S., HAMMOND, S.K., REPACE, J.L. ir BYRNE, M. Secondhand smoke exposure and risk following the Irish smoking ban: an assessment of salivary cotinine concentrations in hotel workers and air nicotine levels in bars. *Tobacco control* [interaktyvus]. 2005, 14(6), 384-388. [žiūrėta 2019-02-07]. ISSN 0964-4563
24. MALLOCK, N., BÖSS, L., BURK, R., DANZIGER, M., WELSCH, T., HAHN, H., TRIEU, H.L., HAHN, J., PIEPER, E., HENKLER-STEPHANI, F. ir HUTZLER, C. Levels of selected analytes in the emissions of “heat not burn” tobacco products that are relevant to assess human health risks International Organization for Standardization. *Archives of Toxicology* [interaktyvus]. 2018, 92 (6), 2145-2149. [žiūrėta 2019-02-09]. ISSN 1432-0738
25. MEIŠUTOVIČ-AKHTARIEVA, M., PRASAUSKAS, T., ČIUŽAS, D., KRUGLY, E., KERAITYTĖ, K., MARTUZEVIČIUS, D. ir KAUNELIENĖ, V. Impacts of exhaled aerosol from the usage of the tobacco heating system to indoor air quality: A chamber study. *Chemosphere* [interaktyvus]. 2019, 223, 474-482. [žiūrėta 2019-03-19]. ISSN 0045-6535
26. MIKHEEV, V.B., BRINKMAN, M.C., GRANVILLE, C.A., GORDON, S.M. ir CLARK, P.I. Real-time measurement of electronic cigarette aerosol size distribution and metals

- content analysis. *Nicotine & Tobacco Research* [interaktyvus]. 2018, 18(9), 1895-1902. [žiūrėta 2019-05-18]. ISSN 1469-994X
27. MITOVA, M.I., CAMPELOS, P.B., GOUJON-GINGLINGER, C.G., MAEDER, S., MOTTIER, N., ROUGET, E.G.R., THARIN, M., ir TRICKER, A.R. Comparison of the impact of the Tobacco Heating System 2.2 and a cigarette on indoor air quality. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* [interaktyvus]. 2016, 80, 91–101. [žiūrėta 2018-06-12]. ISSN 10960295
28. MOTTIER, N., THARIN, M., CLUSE, C., CRUDO, J.R., LUESO, M.G., GOUJON-GINGLINGER, C.G., JAQUIER, A., MITOVA, M.I., ROUGET, E.G.R., SCHALLER, M., et al. Validation of selected analytical methods using accuracy profiles to assess the impact of a Tobacco Heating System on indoor air quality. *Talanta* [interaktyvus]. 2016, 158, 165–178. [žiūrėta 2018-03-12]. ISSN 00399140
29. PHILIP MORRIS INTERNATIONAL. Investigator initiated studies: study protocol (for investigator). 2017
30. PROTANO, C., MANIGRASSO, M., AVINO, P., SERNIA, S. ir VITALI, M. Second-hand smoke exposure generated by new electronic devices (IQOS® and e-cigs) and traditional cigarettes: submicron particle behaviour in human respiratory system. *Ann Ig* [interaktyvus]. 2016, 28(2), 109-112. [žiūrėta 2018-03-14]. Prieiga per doi: doi:10.7416/ai.2016.2089
31. RUPRECHT, A.A., MARCO, C. DE, SAFFARI, A., POZZI, P., MAZZA, R., VERONESE, C., ANGELLOTTI, G., MUNARINI, E., OGLIARI, A.C. ir WESTERDAHL, D. Environmental pollution and emission factors of electronic cigarettes, heat-not-burn tobacco products, and conventional cigarettes. *Aerosol Science and Technology* [interaktyvus]. 2017, 51, 674–684. [žiūrėta 2018-10-12]. ISSN 15217388
32. SCHALLER, J.P., KELLER, D., POGET, L., PRATTE, P., KAELIN, E., MCHUGH, D., CUDAZZO, G., SMART, D., TRICKER, A.R., GAUTIER, L. ir YERLY, M. Evaluation of the Tobacco Heating System 2.2. Part 2: Chemical composition, genotoxicity, cytotoxicity, and physical properties of the aerosol. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* [interaktyvus]. 2016, 81, 27-47. [žiūrėta 2018-04-17]. ISSN 0273-2300
33. SCHALLER, J.P., PIJNENBURG, J.P., AJITHKUMAR, A. ir TRICKER, A.R. Evaluation of the Tobacco Heating System 2.2. Part 3: Influence of the tobacco blend on the formation of harmful and potentially harmful constituents of the Tobacco Heating System 2.2 aerosol. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* [interaktyvus]. 2016, 81, 48-58. [žiūrėta 2018-05-02]. ISSN 0273-2300
34. SCHRIPP, T., MARKEWITZ, D., UHDE, E. ir SALTHAMMER, T. Does e-cigarette consumption cause passive vaping?. *Indoor air* [interaktyvus]. 2013, 23(1), 25-31 [žiūrėta 2019-04-04]. ISSN 0905-6947
35. SIMONAVICIUS, E., MCNEILL, A., SHAHAB, L. ir BROSE, L.S. Heat-not-burn tobacco products: a systematic literature review. *Tobacco control* [interaktyvus]. 2018, 0, 1 - 13. [žiūrėta 2019-04-28]. ISSN 0964-4563
36. SMITH, M.R., CLARK, B., LÜDICKE, F., SCHALLER, J.P., VANSCHEEUWIJCK, P., HOENG, J., ir PEITSCH, M.C. Evaluation of the Tobacco Heating System 2.2. Part 1: Description of the system and the scientific assessment program. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* [interaktyvus]. 2016, 81, 17–26. [žiūrėta 2018-10-12]. ISSN 10960295
37. SOULE, E.K., MALONEY, S.F., SPINDLE, T.R., PRODUCTS, T., RUDY, A.K., HILER, M.M., ir COBB, C.O. Electronic cigarette use and indoor air quality in a natural setting. *Tobacco Control*. 2018, 26, 109–112. [žiūrėta 2018-10-12]. ISSN 0964-4563
38. TARPTAUTINĖ STANDARTIZAVIMO ORGANIZACIJA. [ISO 18145:2003]. Aplinkos tabako dūmai. Garų fazės nikotino ir 3 – etenilpiridino nustatymas ore. Dujų chromatografikos metodas (ISO 18145:2003) = Environmental tobacco smoke. Determination

of vapour phase nicotine and 3 – ethenylpyridine in air. Gas chromatographic method. Šveicarija: Tarptautinė standartizavimo organizacija, 2003.

39. TSI INCORPORATED. Nanoscan SMPS Nanoparticle sizer 3910. *TSI* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2018 m. rugpjūčio 18 d.]. Prieiga per internetą: [https://www.tsi.com/nanoscan\\_smeps\\_nanoparticle\\_sizer\\_3910/](https://www.tsi.com/nanoscan_smeps_nanoparticle_sizer_3910/)

40. TSI INCORPORATED. IAQ-CALC indoor air quality meters 7525. *TSI* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2018 m. rugpjūčio 18 d.]. Prieiga per internetą: <https://www.tsi.com/iaq-calc-indoor-air-quality-meters-7525/>

41. VARDAVAS, C.I., KONDILIS, B., TRAVERS, M.J., PETSETAKI, E., TOUNTAS, Y., ir KAFATOS, A.G. Environmental tobacco smoke in hospitality venues in Greece. *BMC Public Health* . 2007, 7, 1–7. [žiūrėta 2018-10-12]. ISSN 1471-2458

42. WILLIAMS, R.D., HOUSMAN, J.M. ir EVANS, J.L. Continued Reduction of Particulate Matter in Bars Six Months After Adoption of a Smoke-Free Ordinance. *Journal of Environmental Health* [interaktyvus]. 2018, 81(1). [žiūrėta 2019-01-18]. ISSN 0022-0892

43. ZHOU, S., WEITZMAN, M., VILCASSIM, R., WILSON, J., ir LEGRAND, N. Air Quality in New York City Hookah Bars. *Tob Control* . 2015, 24 (0), 1–15. [žiūrėta 2018-10-12]. ISSN 0964-4563

## Priedai

### 1 priedas. Eksperimento oro kokybės parametrai

**5 lentelė.** Suminė lentelė apibūdinanti oro kokybės parametrus esant kintančioms eksperimento sąlygoms skirtingomis dienomis

Data	Eksperimento sąlygos	PNC, #/cm <sup>3</sup>	PM <sub>2.5</sub> , µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub> , µg/m <sup>3</sup>	Nikotinas, µg/m <sup>3</sup>	Formaldehidas, µg/m <sup>3</sup>	Acetaldehidas, µg/m <sup>3</sup>	3-EP, µg/m <sup>3</sup>	CO <sub>2</sub> , ppm	T, °C	RH, %
2018-01-30	Fonas (Z1)	4,6·10 <sup>3</sup>	1,2	1,5	3,6	32,2	43,7	1,6	616	14	43
	Fonas (Z2)	4,9·10 <sup>3</sup>	1,3	3,1	3,0	26,7	30,4	1,5	552	14	43
	Fonas +10ž (Z1)	6,5·10 <sup>3</sup>	2,3	4,1	5,9	28,7	38,4	1,5	732	14	43
	Fonas +10ž (Z2)	5,9·10 <sup>3</sup>	2,8	10,1	6,6	27,3	32,9	1,5	661	14	43
	10 IQOS (Z1)	3,4·10 <sup>4</sup>	6,1	6,6	7,7	30,9	37,9	1,4	896	15	43
	10 IQOS (Z2)	1,7·10 <sup>4</sup>	6,9	7,9	8,8	27,8	33,0	1,6	841	15	43
	Fonas +30ž (Z1)	3,9·10 <sup>4</sup>	5,7	52,5	7,6	21,7	22,8	1,2	925	15	41
	Fonas +30ž (Z2)	3,3·10 <sup>4</sup>	5,2	48,5	7,7	26,0	24,0	1,3	857	15	41
	30 IQOS (Z1)	1,2·10 <sup>5</sup>	10,8	11,0	10,1	24,5	25,6	1,4	1208	16	43
	30 IQOS (Z2)	1,2·10 <sup>5</sup>	9,2	9,3	9,3	33,1	30,2	1,6	1126	16	42
2018-01-31	Fonas (Z1)	9,5·10 <sup>3</sup>	2,8	14,4	2,4	42,4	41,4	1,7	597	18	38
	Fonas (Z2)	9,8·10 <sup>3</sup>	2,8	16,2	2,5	40,5	37,2	1,6	542	18	37
	Fonas +10ž (Z1)	8,8·10 <sup>3</sup>	3,4	15,6	5,0	40,9	40,6	1,7	734	18	38
	Fonas +10ž (Z2)	9,8·10 <sup>3</sup>	3,7	20,8	5,5	42,2	39,7	1,6	671	18	37



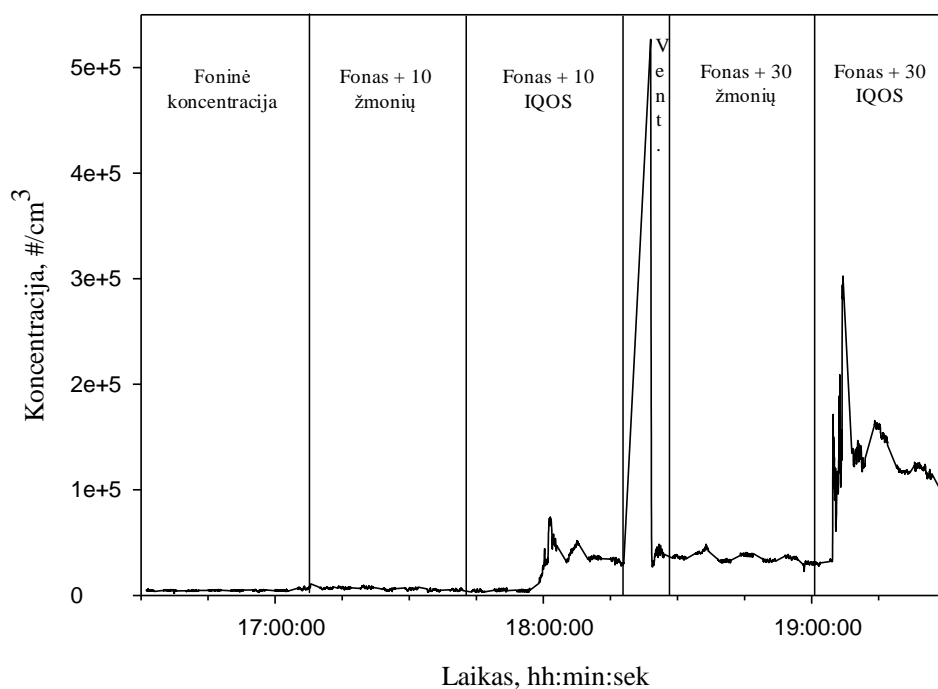
	10 IQOS (Z1)	3,7·10 <sup>4</sup>	4,4	4,5	7,5	40,6	39,7	2,1	850	18	38
	10 IQOS (Z2)	4,3·10 <sup>4</sup>	4,7	4,9	8,1	44,3	42,2	2,0	792	19	38
	Fonas +30ž (Z1)	2,6·10 <sup>4</sup>	8,8	10,7	4,4	27,1	19,9	2,2	786	18	34
	Fonas +30ž (Z2)	2,8·10 <sup>4</sup>	9,7	19,4	5,0	28,4	19,7	1,6	716	19	34
	30 IQOS (Z1)	1,1·10 <sup>5</sup>	11,0	11,2	11,5	31,0	22,7	1,5	1058	19	36
	30 IQOS (Z2)	1,2·10 <sup>5</sup>	12,3	12,3	10,7	37,6	25,2	1,5	963	20	35
2018-02-01	Fonas (Z1)	2,8·10 <sup>4</sup>	14,8	17,1	4,8	40,8	49,2	1,9	635	18	38
	Fonas (Z2)	2,8·10 <sup>4</sup>	14,0	14,7	4,1	41,9	44,5	1,7	574	18	38
	Fonas +10ž (Z1)	2,6·10 <sup>4</sup>	13,8	17,7	6,0	41,7	49,1	1,9	747	18	39
	Fonas +10ž (Z2)	2,5·10 <sup>4</sup>	13,5	18,3	5,2	35,6	41,9	2,1	682	18	38
	10 IQOS (Z1)	5,2·10 <sup>4</sup>	12,0	12,0	6,4	40,9	50,4	1,9	849	18	39
	10 IQOS (Z2)	5,1·10 <sup>4</sup>	12,1	12,1	6,6	44,2	51,5	2,2	777	18	39
	Fonas +30ž (Z1)	5,2·10 <sup>4</sup>	23,8	24,7	5,3	31,2	30,8	1,5	923	18	39
	Fonas +30ž (Z2)	4,8·10 <sup>4</sup>	22,0	22,3	6,2	33,5	30,9	1,6	820	18	38
	30 IQOS (Z1)	1,5·10 <sup>5</sup>	24,5	24,9	11,9	35,4	35,8	1,7	1202	18	41
	30 IQOS (Z2)	1,5·10 <sup>5</sup>	23,3	23,3	3,8	35,1	32,6	2,3	1074	18	41
2018-02-02	Fonas, klubas ON (Z1)	5,9·10 <sup>4</sup>	20,1	23,8	3,5	32,3	26,0	1,4	829	18	39
	Fonas, klubas ON (Z2)	5,1·10 <sup>4</sup>	18,5	19,9	4,4	29,8	22,1	1,7	724	18	40
	Klubas ON (Z1)	6,4·10 <sup>5</sup>	7301	8743	4,2	28,0	42,8	1,3	1590	21	37

	Klubas ON (Z2)	$8,3 \cdot 10^5$	1145	1174	6,6	35,1	57,7	3,7	143 2	21	37
2018-02-03	Fonas, klubas ON (Z1)	$3,1 \cdot 10^5$	63,8	63,9	5,2	26,8	23,8	0,8	596	19	36
	Fonas, klubas ON (Z2)	$3,1E+05$	66,6	66,6	14,9	21,6	17,5	1,3	574	19	37
	Klubas ON (Z1)	$7,7 \cdot 10^5$	2748	3001	6,8	23,4	35,1	4,0	162 5	21	36
	Klubas ON (Z2)	$4,9 \cdot 10^5$	7859	8862	22,9	28,1	50,5	2,2	147 4	21	36
2018-02-09	Fonas, klubas ON (Z1)	$4,2 \cdot 10^5$	68,0	68,0	5,0	20,8	17,3	0,5	863	17	28
	Fonas, klubas ON (Z2)	$4,1 \cdot 10^5$	33,2	33,3	8,2	17,2	13,8	0,8	771	17	28
	Klubas ON (Z1)	$9,2 \cdot 10^5$	2084	1977	6,3	24,6	36,9	0,7	147 7	20	29
	Klubas ON (Z2)	$9,8 \cdot 10^5$	1718	1738	13,4	25,6	42,1	1,8	133 1	20	29

Fonas+10ž, – foninė koncentracija su 10 žmonių, tačiau nenaudojant THS; Fonas+30ž – foninė koncentracija su 30 žmonių, tačiau nenaudojant THS; 10 IQOS – 10 žmonių naudoja THS; 30 IQOS – 30 žmonių naudoja THS; Z1 – zona 1; Z2 – zona 2.

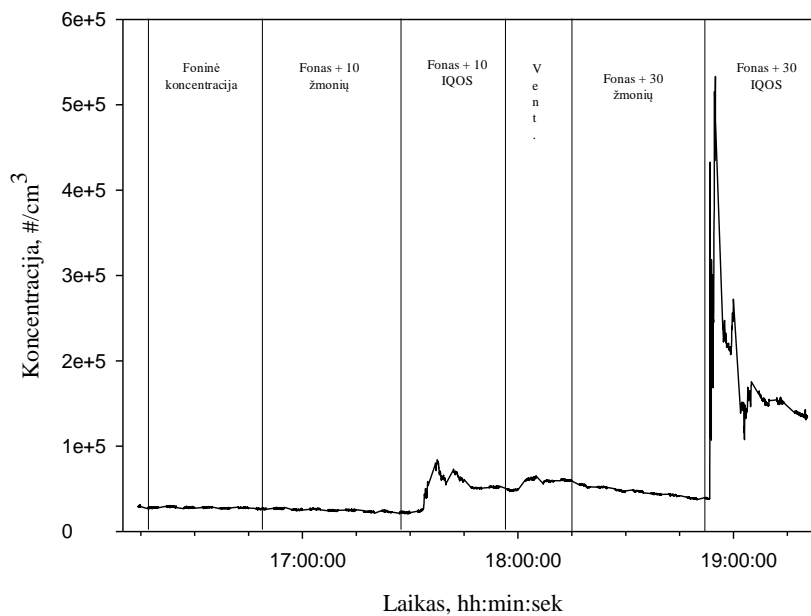
## 2 priedas. Dalelių skaitinės koncentracijos kitimas laike

01-30



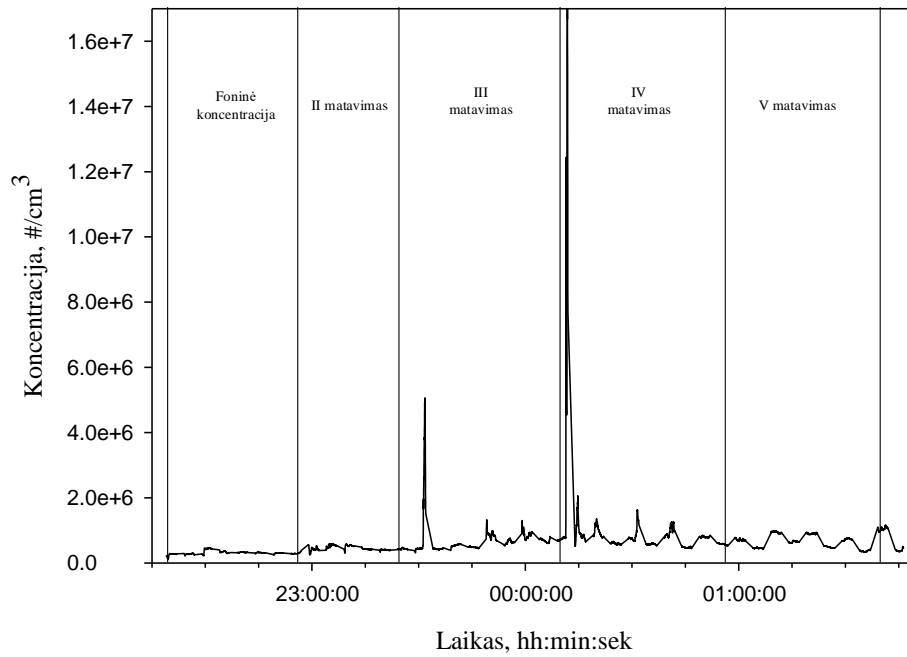
23 pav. Vidutinės skaitinės dalelių koncentracijos matavimas naudojant tabaką kaitinančią sistemą kontroliuojamomis sąlygomis pirmąją dieną

02-01



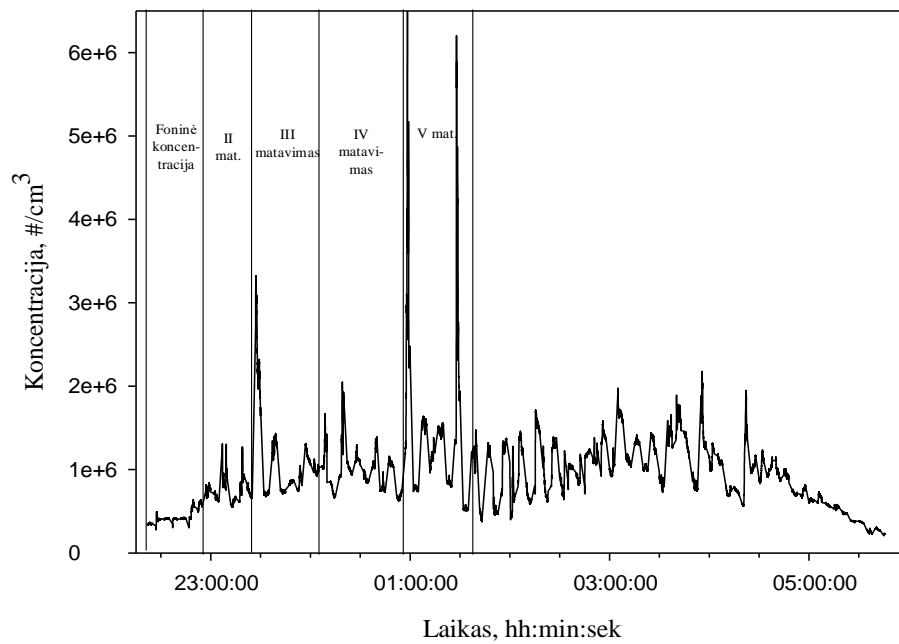
24 pav. Vidutinės skaitinės dalelių koncentracijos matavimas naudojant tabaką kaitinančią sistemą kontroliuojamomis sąlygomis trečiąją dieną

02-03



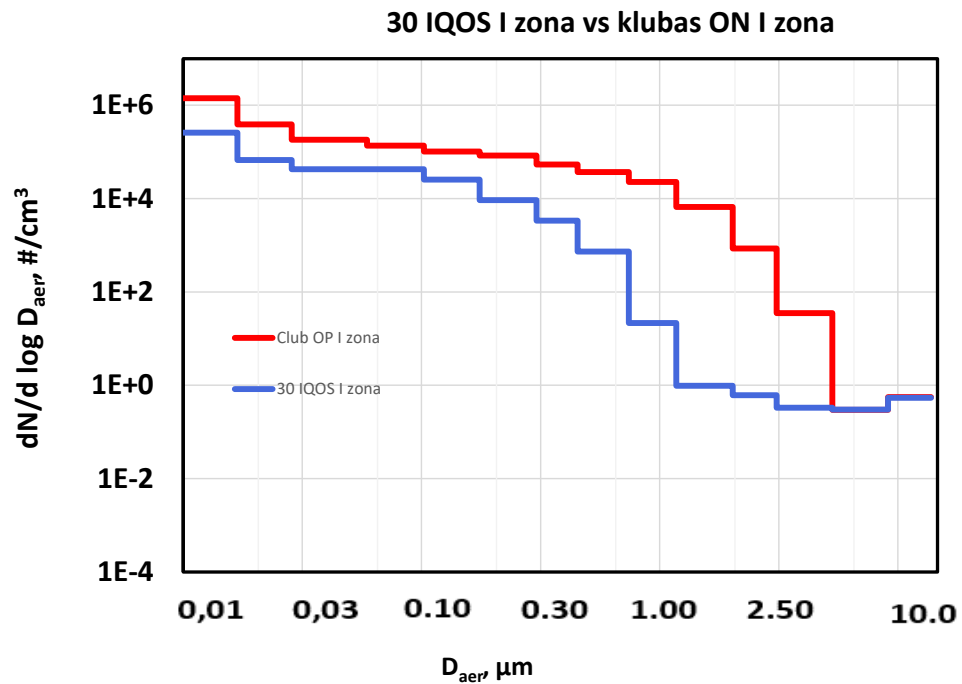
25 pav. Vidutinė skaitinė dalelių koncentracija išmatuota klubo veikimo metu antrąją dieną

02-09

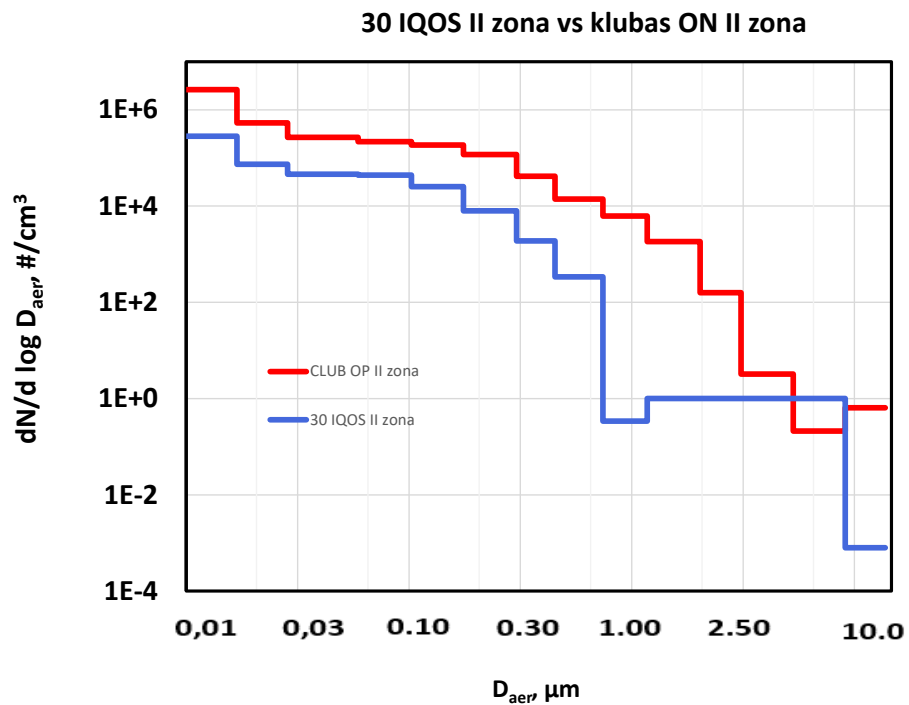


26 pav. Vidutinė skaitinė dalelių koncentracija išmatuota klubo veikimo metu trečiąją dieną

### 3 priedas. Dalelių dydžio pasiskirstymo grafikai



27 pav. Dalelių dydžio pasiskirstymas (PSD) I – oje zonoje klubo veikimo metu ir naudojant 30 IQOS įrenginių



28 pav. Dalelių dydžio pasiskirstymas (PSD) II – oje zonoje klubo veikimo metu ir naudojant 30 IQOS įrenginių