



Sihtuuring „Uute koolide ja lasteasutuste siseõhu kvaliteet”

1. Sissejuhatus

Lasteaedade ja koolide ruumide siseõhu kvaliteet mõjutab laste ning pedagoogide üldist heaolu ning mugavustunnet ruumis viibimise ajal. Mitmed siseõhus leiduda võivad spetsiifilised saasteained mõjutavad hingamisteid, kutsudes esile allergilisi reaktsioone või ebamugavustunnet.

Käesolev uuring viidi läbi, kuna uute ja renoveeritud hoonete siseõhus võib leiduda erinevaid keemilisi ühendeid, mis eralduvad siseõhku ruumide viimistlusmaterjalidest ja mööblist või erinevate materjalide omavahelistest reaktsioonidest. Uute hoonete puhul on siseõhu saastumine viimistlusmaterjalidest ja uuest mööblist lenduvate keemiliste ainete tõttu väga tõenäoline.

Sageli võib uute hoonete siseõhu kvaliteedi üheks languse põhjuseks olla PVC kate. Probleem tekib, kui ftalaate sisaldav PVC kate on paigaldatud kas niiskele betoonile või katte paigaldamisel kasutatakse vee baasil toodetud põrandakatteliimi. Tekib keemiline reaktsioon, mille tulemusena eraldub siseõhku spetsiifilise lõhnaga 2-etüülheksanool.

2. Eesmärk

Eesmärgiks oli uurida ja hinnata siseõhu kvaliteeti 2013-2015. a ehitatud koolides ja lasteaedades. Eesmärgi saavutamiseks uuriti hoonete sisekeskkonda, hinnati laboratoorselt niiskuse, temperatuuri, CO₂ ning teatud keemiliste saasteainete sisaldust ruumide siseõhus ning selgitati välja õpilaste rahulolu kooli siseõhu kvaliteediga (küsimustik).

3. Sihtuuringu ülesanded ja läbiviimise metoodika

Uuringus osalesid Terviseameti (TA) Põhja, Ida ja Lõuna talitused, Kesklabori keemialabor ja Tartu labor.

Ülesandeks oli välja valida vähemalt 8 kooli ja 4 lasteaeda, mis on ehitatud aastatel 2013-2015 ning võrdluseks kaks varem, enne 2013. aastat ehitatud hoonet. Igas koolis valida kolm nn „koduklassi“ (milles lapsed veedavad suurema aja päevast) ja igas lasteaias vähemalt kaks rühmaruumi, mida hakatakse uurima.

Sihtuuringu läbiviimise meetoodika:

Terviseameti talitused:

- kaardistasid ruumide keskkonna seisundi, kasutades vaatlustoimingu protokollid ning sisestasid kaardistamise ja laboratoorsed tulemused neile edastatud Exceli tabelisse.
- sisestasid küsitluse tulemused Exceli tabelisse.
- korraldasid küsitluse lisatud küsimustiku alusel, mis jagati lapsevanematele. Küsitluses osalesid valitud „koduklasside“ õpilased.
- koostasid uuringu kokkuvõtted (tabel ja analüüs) ning esitasid need Terviseameti keskkonnatervise osakonnale 2015. a detsembri lõpuks.

Laborid:

- viisid läbi mõõtmised (vastavalt 2015. a laboriplaanile ühtse meetodi järgi) ning esitasid tulemused talitustele.
- uurisid järgmiseid näitajaid: CO₂ analüüs indikaatoritoruga, formaldehüüd, ammoniaak, lenduvad orgaanilised ühendid (edaspidi LOÜ), sh 2-etiülheksanooli. Lisaks mõõdeti õhu liikumise kiirust, õhu temperatuuri ja niiskust.

4. Sihtuuringu läbiviimise aeg ja koht

Sihtuuring viidi läbi 2015. a II-IV kvartali jooksul.

5. Kokkuvõte

Sihtuuring „Uute koolide ja lasteasutuste siseõhu kvaliteet“ viidi läbi 11 koolis ja 4 lasteaias. Igas koolis uuriti kolme klassi ja igas lasteaias kahte rühma.

Uuring teostati 5 maakonnas: Harjumaa (Muraste Hariduskompleks, Vääna-Jõesuu Kool, Randvere Kool, Peetri Lasteaed-Põhikool, Kiili gümnaasium, Tallinna Läänemere Gümnaasium, Aruheina Lasteaed, Kiiu Lasteaed, Võsukese Lasteaed ja Tallinna Kiisa Lasteaed), Ida-Virumaa (Narva Keeltelütseum, Sinimäe Põhikool), Põlvamaa (Mammaste Lasteaed ja Kool), Tartumaa (Rõngu Keskkool) ja Viljandimaa (A. Kitzbergi nim. Gümnaasium).

Tallinna Läänemere Gümnaasium ja Rõngu Keskkool on uuringusse võetud võrdluskoolidena ehk nad on ehitatud enne 2013. a.

Ruumide siseõhus mõõdeti järgmiseid näitajaid:

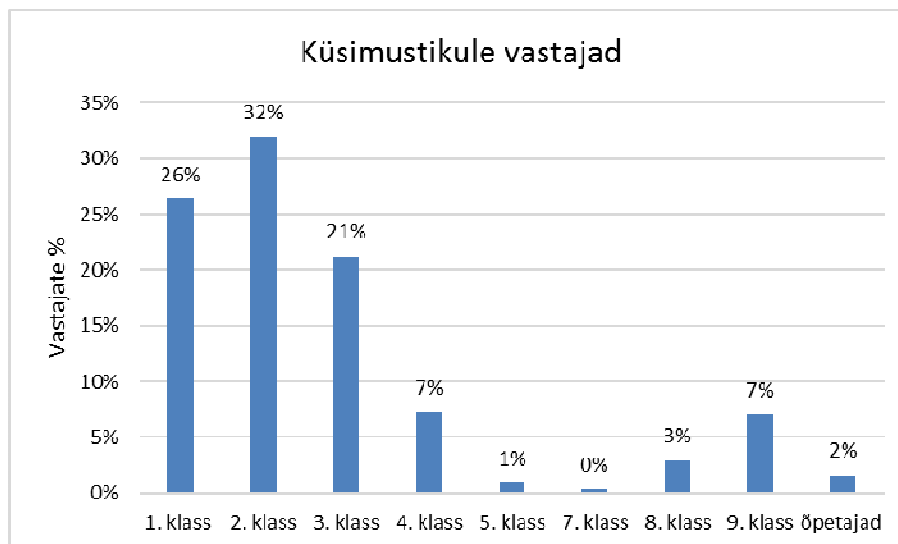
- 1) CO₂ (ppm), temperatuur (°C), niiskus (%), õhu liikumise kiirus (m/s);
- 2) formaldehüüd (µg/m³), ammoniaak (µg/m³), LOÜ (µg/m³), sh 2-etiülheksanool (µg/m³) arvutatuna toluenile (µg/m³),

Rahulolu klasside siseõhu kvaliteediga

Koolides jagati välja küsimustikud, analüüsiti 550 tagastatud küsimustikku. Kuna uuriti „koduklasse“, olid vastajateks põhikooli õpilased, valdavalt 1-3. klass. Küsimustikule vastasid ka mõned õpetajad. Küsimused tundusid sisult lastele rasked, eriti 1-4 klassile – see tuli välja vastuseid analüüsides.

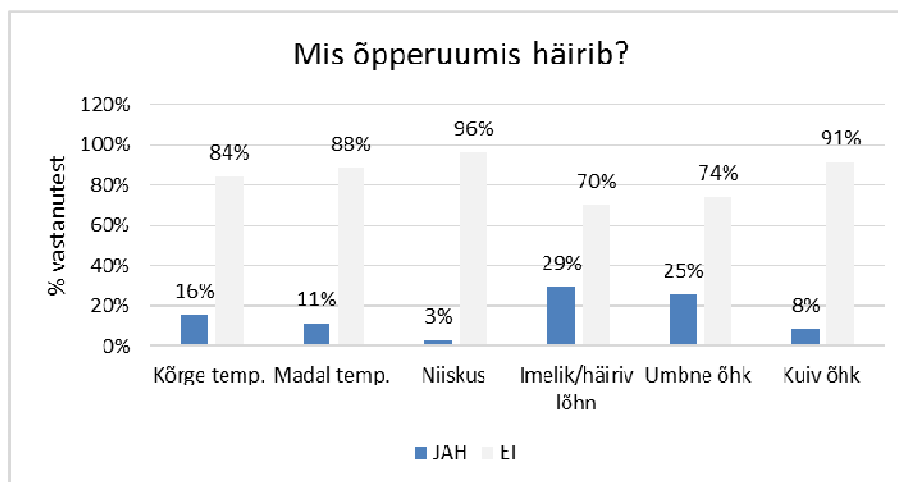
Küsimustiku vastuseid iseloomustavad graafiliselt joonised 1 kuni 4.

Joonis 1. Siseõhu uuringu küsimustikule vastajad



Küsimusele „Kui mitu tundi päevas keskmiselt veedate selles õpperuumis?“ vastas „3-8 tundi“ 84% vastanutest. Nendest „3-6 tundi“ 42% vastanutest.

Joonis 2. Küsimused õpperuumi siseõhu kohta

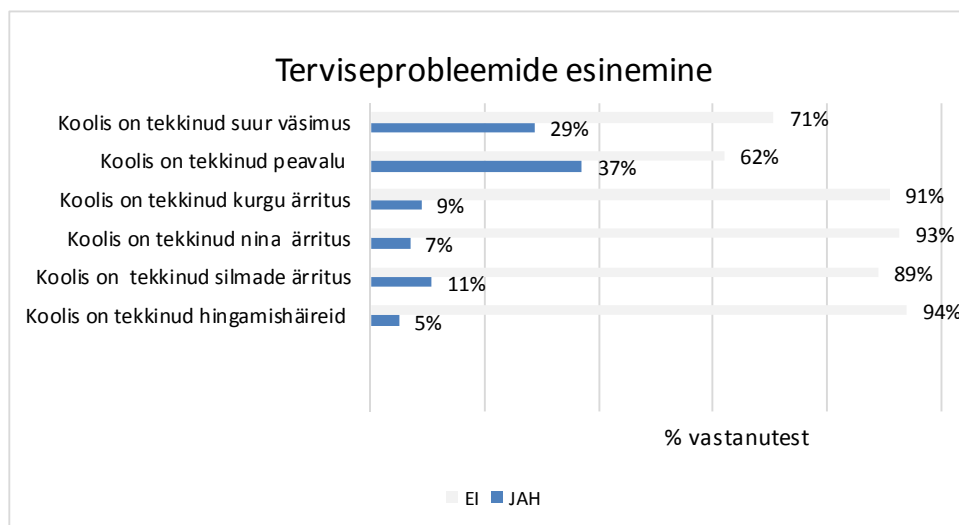


Jooniselt 2 on näha, et enim häirivad õpperuumis viibijaid imelikud/häirivad lõhnad (häirib 29% vastajatest): söögi lõhnad sööklast, garderoobi või riietusruumi spetsiifilised lõhnad, tualetile iseloomulik lõhn, klassis ja koridoris levivad ebameeldivad lõhnad. Umbne õhk häirib 25% vastajatest. Ühe ja sama kooli laste seas olid väga erinevad vastused - näiteks häiris ühtesid söökla-, teisi tualetilõhn, kolmandad ei maininud ankeedis üldse mingit neid häirivat lõhna. Temperatuurile, niiskusele ja õhu kuivusele oli pretensioone väga vähestel, arvestades vastajate üldarvu.

Kõikide vastanute hulgast 5%-l oli diagnoositud arsti poolt astma. Astmadiagnoosiga vastanutest 21%-l on tekkinud koolis häired hingamisega ning 46%-l on arsti poolt diagnoositud allergia. 7% seostab koolis tekkinud hingamishäireid koormusega ja 4% õpikeskkonnaga.

Allergiadiagnoosiga astmaatikutest 21%-l ei ole allergia seotud toiduga. Astmaatikutest 39%-l mööduvad tervisehädad pärast koolimajast lahkumist. Terviseprobleemide esinemist koolis illustreerib joonis 3.

Joonis 3. Terviseprobleemide esinemine koolis



Lapsed seostasid koolis tekkinud tervisehäireid muuga, kui ruumidega.

Näiteks hingamishäireid seostasid vastajad kevade, sügise ja allergeenidega (tolm, õietolm).

Tekkinud suurt väsimust seostati pigem õppimise protsessi, kui klassiruumiga (nimetatud põhused: unisus esimeste tundide ajal; päev pikk; kui palju õppida).

Silmade ärritust seostati silmade väsimusega, liiga ereda päikesevalgusega, rohke arvutikasutusega. Peavalu teket mainiti enamasti kas hommikul või päeva lõpuga seoses.

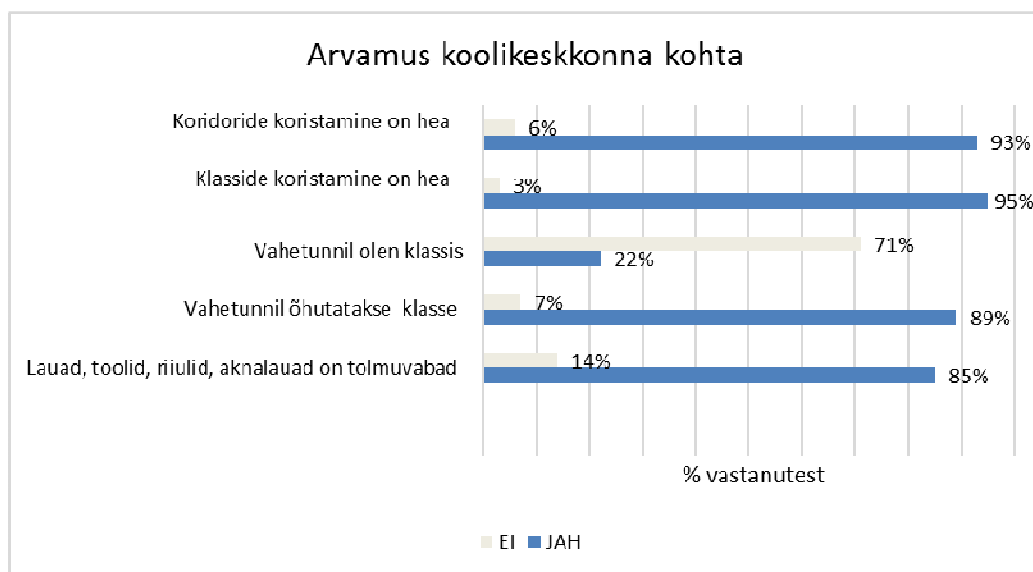
Nina ärritust seostati peamiselt kevadega. Kurgu ärritust külmega, talvega.

94%-l vastanutest ei ole diagnoositud astmat - nendest 4% vastas, et on tekkinud koolis hingamishäired. 3% seostab hingamishäireid õpikeskkonnaga ja 3% koormusega ning 22%-l mööduvad tervisehäired pärast koolimajast lahkumist.

Vastanutest on allergiadiagnoosiga lapsi 14%. Nendest 49%-l ei ole allergia seotud toiduga, 14%-l on koolis tekkinud hingamishäired. 5% seostab hingamishäireid koormusega ja 8% õpikeskkonnaga.

Arvamust koolikeskkonna kohta iseloomustab joonis 4. Klasside ja koridoride koristamisega ning laudadelt, toolidelt, riulitelt, aknalaudadelt tolmu koristamisega ollakse rahul (vastajatest 95% ja 93% ning 85%).

Joonis 4. Arvamus koolikeskkonna kohta



Vahetunnis viibib klassis peaaegu veerand õpilastest – vahetunni ajal võiksid klassid olla siiski tühjad, et ruume efektiivsemalt tuulutada. Samuti tuleks õpilastele kasuks vahetunni ajal liikuda.

Vahetundidel õhutab klasse valdav enamus uuringus osalenud koolidest (89%). Samas ilmnes küsimustiku vastustes vasturääkivusi kuna ühe ja sama klassi lastest osa kinnitas, et vahetunnil toimub klasside õhutamise kuid oli ka neid, kes väitsid, et klassi tuulutamist ei toimunud.

Koolide ja lasteaedade siseviimistlus

Uuringus osalenud lasteaedade ja koolide seinad on reeglina värvitud. Laed on värvitud, kasutatud on akustilist moodulriiplage või puitkiudplaati. Põrandal on enamasti PVC-kate või ftalaadivaba PVC (Tarkett). On ka paigaldatud keraamilist põrandaplaati, puitparketti, kummipõrandat ja linoleumi. PVC ja linoleumi liimimiseks põrandale on kasutatud valdavalt akrüüldispersioonliimi Kiiolto Extra ja liimi Uzin-KE 418.

Mööbli materjaliks on peamiselt liimpuit ja laminaat. Lasteaedades esineb ka puitmööblit.

Uuringus osalenud koolidel ja lasteaedadel on pakettaknad. Kümnelt koolil üheteistkümnelt on mehaaniline ventilatsioon (ühel loomulik), kõikidel lasteaedadel on mehaaniline ventilatsioon.

Seadusandlus

Eestis on reguleeritud süsinikdioksiidi (CO₂) sisaldus ja mikrokliimale esitatavad nõuded lasteasutustes (lasteaedad ja koolid) järgmiselt:

- Vabariigi Valitsuse 30.05.2013 määrus nr 84 "Tervisekaitsenõuded koolidele" § 12:

(3) Õpperuumi ühes liitris siseõhus võib olla keskmiselt kuni 1000 mikrolitrit (ppm-parts per million ehk osakeste arv miljoni õhuosakese kohta) süsinikdioksiidi.

(5) Õpperuumi siseõhu optimaalne suhteline niiskus peab olema vahemikus 40% kuni 60%. Talvel võib nädala keskmine suhteline niiskus langeda 25%-ni ja suvel tõusta 70%-ni.

(6) Õhutemperatuur peab olema õpperuumis vähemalt 19 °C, võimlemissaalis vähemalt 18 °C ja duširuumis vähemalt 24 °C. Õhutemperatuuri mõõtmiseks peab õpperuumis olema termomeeter.

(7) Õhu liikumiskiirus kooliruumis peab olema väiksem kui 0,21 meetrit sekundis (m/s). Ruumides ei tohi olla tuuletõmbust.

(8) Ruume, kus puudub ventilatsioon, tuleb regulaarselt tuulutada.

- Vabariigi Valitsuse 06.10.11 määrus nr 131 "Tervisekaitseõuded koolieelse lasteasutuse maa-alale, hoonetele, ruumidele, sisustusele, sisekliimale ja korrashoiule" § 9:

(3) Lasteruumide ühes liitris siseõhus võib süsihappegaasi- ehk süsinikdioksiidisisaldus olla kuni 1000 mikrolitrit (ppm).

(5) Lasteruumide siseõhu optimaalne suhteline niiskus on vahemikus 40% kuni 60%. Talvel võib nädala keskmine suhteline niiskus langeda 25%-ni ja suvel tõusta 70%-ni.

(6) Rühmaruumi õhutemperatuur peab olema vähemalt 21 °C. Õhutemperatuuri tõusmisel üle 26 °C tuleb võtta tarvitusele meetmed temperatuuri mõju vähendamiseks.

(8) Lasteruumides lubatud õhu liikumiskiirus peab olema talvel väiksem kui 0,2 meetrit sekundis ja suvel väiksem kui 0,25 meetrit sekundis. Lasteruumides ei tohi olla tuuletõmbust.

(9) Rühmaruumi aknad peavad olema avatavad ja vajaduse korral võimaldama tuulutamist. Õietolmuperioodil akna kaudu tuulutamisel on soovitatav kasutada õietolmu kaitsevõrke.

Saasteainete hindamine siseõhus

Eestis puuduvad hetkel piirnormid saasteainetele, sh lenduvate orgaaniliste ühendite (LOÜ) sisaldusele siseruumides.

Keskkonnaministri 08.07.2011. a määruse nr 43 „Välisõhu saastatuse taseme piir- ja sihtväärtused, saasteainete sisalduse muud piirnormid ning nende saavutamise tähtajad“ lisa 5 järgi on ammoniaagi, kui esmatähtsusetu saasteaine 1 h keskmine piirväärtus 200 µg/m³ ja 24 h keskmine piirväärtus 40 µg/m³.

Tulemuste hindamisel on arvestatud riigisiseseid määruseid, standardeid ja võrdlust peamiselt Soome ja Maailma Terviseorganisatsiooni (WHO) siseõhu normidega.

SISEÕHU KVALITEET KOOLIDES

Uuringu käigus mõõdeti ruumide siseõhus mikrokliima, süsinikdioksiid (CO_2), formaldehüüd ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), ammoniaak ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), lenduvad orgaanilised ühendid ehk LOÜ arvatuna toluenile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), sh 2-etüülheksanool ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) arvatuna toluenile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) kokku 33 klassis üheteistkümnes koolis.

1. Mikrokliima

Mõõtmistulemused näitasid, et õhu temperatuur ja niiskus jäävad klassides normi piiridesse. Kütteperioodil võib suhteline niiskus õhus langeda kuni 25%-ni. Mida kuivem on siseruumis õhk, seda vähem eraldub sellesse ümbritsevast keskkonnast (viimistlus, sisustus) saasteaineid, kuid liiga kuiv õhk (alla 20%) hakkab kuivatama nina limaskestast. Mõõtmise tingimus oli, et aknad peavad olema suletud. Ühel koolidest oli ainult loomulik ventilatsioon – ainult loomuliku ventilatsiooni puhul peaks õppetöö ajal klassi lühiajaliselt tuulutama või peaks aken olema pidevalt veidi avatud. Vabariigi Valitsuse määruse nr 84 „Tervisekaitseõnõuded koolidele“ §12 lg 8 kohaselt tuleb ruume, kus puudub ventilatsioon, regulaarselt tuulutada. Erinevad uuringud on näidanud, et mugavus- ja heaolutundest lähtudes on inimesele parim temperatuurivahemik 21-23°C, hea on ka vahemik 20-24°C.

Kokkuvõtte koolide siseõhu saastainete määramise tulemustest on tabelis 1.

Tabel 1. Keemiliste ja mugavuse parameetrite jaotus koolides

Parameeter	Lubatud tase	Min-Max	Keskmine	Mediaan	SD
CO_2 (ppm)	1000	300-2800	783	700	526
Formaldehüüd ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	WHO: kuni 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3-32	8	6	6
Ammoniaak ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Soome: 30-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	17-296 (161*)	33	20	50
LOÜ arvatuna toluenile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Soome: kuni 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	2-187	42	32	40
sh 2-etüülheksanool ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) arvatuna toluenile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Saksamaa: kuni 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Soome: 10	2-20	6	6	4
Temperatuur (°C)	vähemalt 19 °C	19-25	23	22	2
Õhuniiskus (%)	40-60% (25-70%)	27-49	36	36	6
Õhu liikumise kiirus (m/s)	<0,21	< 0,15			

*kordusmõõtmine

2. Saasteained klasside õhus

Süsinikdioksiidi (CO_2) sisaldus siseõhus on otseselt seotud hingamisega. Siseõhu süsinikdioksiidi sisaldus tõuseb koolides tundide ajal, saavutades (õhutamata/ventileerimata ruumis) maksimaalse taseme tundide lõpus. CO_2 suure sisalduse korral õhus muutub ruum tuntavalt umbseks ning võib põhjustada väsimust, peavalu ja õppimisvõime vähenemist. CO_2 sisaldust siseruumis mõjutavad hoone asukoht, mehaanilise ventilatsiooni töötamise efektiivsus, ruumi(de) suurus, inimeste arv ruumis ja ruumi tuulutamine.

Mõõtmistest selgus, et süsinikdioksiidi sisaldus koolides jäi vahemikku 300-2800 ppm.

- 4-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kolmeteistkümnes klassis;
- 30-81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kuueteistkümnes klassis
- 116-187 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kolmes klassis.

2-etiülheksanooli (2EH) sisaldus jäi koolide siseõhu mõõtmisel vahemikku 2-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. 2 EH on olemuselt alkohol. Värvitu vedelik, mida sisaldavad paljud lahustid ja lõhnaained. Veidi lillelõhnaline. Võib põhjustada kurgu ja silmade ärritust, köha ja peavalu. Eestis ei ole 2-etiülheksanooli sisalduse piirkontsentratsiooni siseõhus kehtestatud, uuringu tulemustele hinnangu andmisel on lähtutud Saksa normidest⁴, mille järgi ettevaatusel põhinev piirväärtus on 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ning mugavus- ja heaolutundest lähtuv piirväärtus 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mõõdetud 2-etiülheksanooli (arvutatuna toluleenile) sisaldus uuringu käigus:

- alla avastamispiiri ($< 6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 17 klassis;
- 3-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kümnes klassis;
- 8-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kuues klassis.

Formaldehüüd (H_2CO) on värvitu, tugevalõhnaline gaas, mida kasutatakse ehitus- ja viimistlusmaterjalide tootmisel ning mööbli valmistamisel. Formaldehüüdi sisaldus jäi koolides mõõtmisel vahemikku 3-32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Peamiseks eraldumisallikaks siseruumides on puitlaastplaatidest viimistlus (paneelid) ning mööbel. Puitlaastplaatide valmistamisel kasutatakse formaldehüüdivaiku. Veel lendub formaldehüüdi ka happe mõjul kõvenevatest lakkidest, värvidest, pinnatöötlemisvahenditest, tekstiilidest, põrandakatetest, vaipadest, tubakasuitsust, põlemisgaasidest ja desinfitatsioonivahenditest.

Põhjustab silmade ja hingamisteede limaskestade ärritust (konjunktiviit, köha, allergiline nohu, allergilist bronhiiti või bronhiaalastmat).

Maailma Terviseorganisatsiooni (WHO) soovituslik suunis siseõhus leiduvatele saasteainetele ehk „WHO. Indoor quality guidelines: selected pollutants. 2010“ lubab 30 minuti keskmisena taset 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mõõdetud formaldehüüdi sisaldus uuringu käigus:

- alla 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kümnes klassis;
- 3-9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kaheksateistkümnes klassis;
- 10-16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kolmes klassis;
- 28-31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kahes klassis.

Mõõdetud formaldehüüdi sisaldus ei ületa Maailma Terviseorganisatsiooni soovituslikku suunist.

SISEÕHU KVALITEET KOOLIEELSETES LASTEASUTUSTES.

Uuringu käigus mõõdeti lasteaedade ruumide siseõhus mikrokliima, süsinikdioksiid (CO_2), formaldehüüd ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), ammoniaak ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), lenduvad orgaanilised ühendid ehk LOÜ arvutatuna toluleenile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), sh 2-etiülheksanool ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) arvutatuna toluleenile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) kokku 4 lasteaia 8 rühmaruumis.

Õhutemperatuur ja -niiskus jäid üldiselt lubatud vahemikku, arvestades mõõtemääramatust. Ühes lasteaias oli õhk võrreldes teiste lasteaedadega kuivem (ühes ruumis mõõdeti 23%), samas ei saa niiskuse mõõtmise tulemusi võrrelda määruses nr 131 mainitud nädala keskmise

⁴ „Indoor Air Committee“ ja „Supreme State Health Authorities“ poolt välja antud Saksa normid.

väärtusega, kuna mõõtmised teostati lühiajaliselt, mitte nädala vältel. Mõõdetud õhu liikumiskiirus oli kõikides lasteaedades < 0,15 m/s, olles kehtivate nõuetega vastavuses.

Siseõhu mõõtmine lasteaedades andis kokkuvõttes järgmised tulemused (on arvestatud kordusmõõtmist):

Tabel 2

Parameeter	Lubatud tase	Min-Max	Keskmine	Mediaan	SD
CO ₂ (ppm)	1000	600-800	669	650	75
Formaldehüüd (µg/m ³)	WHO: kuni 100 µg/m ³	5-8	6	6	2
Ammoniaak (µg/m ³)	Soome: 30-40 µg/m ³	20-111 (103*)	33	20	32
LOÜ arvutatuna tolueneile (µg/m ³)	Soome: kuni 400 µg/m ³ .	30-207	82	61	59
sh 2-etüülheksanool (µg/m ³) arvutatuna tolueneile (µg/m ³)	Saksamaa: kuni 100 µg/m ³ , Soome: 10	6-18	8	6	4
Temperatuur (°C)	vähemalt 19 °C	22-24	23	23	1
Õhuniiskus (%)	40-60% (25-70%)	23-38	30	29	5
Õhu liikumise kiirus (m/s)	<0,21	< 0,15			

*kordusmõõtmine

Süsinikdioksiidi sisaldus tõuseb lasteaedade mänguruumides mängimise ajal, samuti magamise ruumis lõunauinaku ajal, olles otseses seoses hingamisega. CO₂ ei ületanud uuritud rühmaruumides lubatud taset 1000 ppm.

Formaldehüüdi sisaldus jäi lasteaedade rühmaruumide siseõhus vahemikku 5-8 µg/m³.

Mõõdetud formaldehüüdi sisaldus uuringu käigus:

- alla 5 µg/m³ kolmes ruumis;
- 5 µg/m³ ühes ruumis;
- 7 µg/m³ ühes ruumis;
- 8 µg/m³ kolmes ruumis

Ammoniaagi sisaldus jäi lasteaedade rühmaruumide siseõhus vahemikku 20-111⁵ µg/m³.

Mõõdetud ammoniaagi sisaldus uuringu käigus:

- < 20 µg/m³ kuues ruumis;
- 30 µg/m³ ühes ruumis;
- 103⁶ µg/m³ ühes ruumis.

Lasteaias, kus mõõdeti kõrgeenenud ammoniaagi sisaldus (111 µg/m³), otsustati 10.12.2015. a läbi viia ammoniaagi ning LOÜ kordusmõõtmine. Lasteaed töötab 2015 a. alguses valminud hoones, milles alustati tööd siis, kui maja teises otsas lõpetati ehitusega. Kuna ruumides esines tuntav omapärane lõhn, otsustati kahele varem uuritud rühmaruumile lisaks uurida veel kahe rühmaruumi siseõhku. Mehaaniline ventilatsioon töötas kordusmõõtmisel tavapärasel töörežiimis. Kordusmõõtmine näitas, et ammoniaagi tase oli varem uuritud rühmaruumis langenud 103 µg/m³-le.

Lenduvad orgaanilised ühendid

LOÜ sisaldus jäi lasteaedade rühmaruumide siseõhus vahemikku 30-207 µg/m³. LOÜ ei ületanud üheski ruumis lubatud väärtust.

⁵ Maksimumsisaldus 111 µg/m³ on esmase mõõtmise tulemus, hiljem järgnes kordusmõõtmine.

⁶ Maksimumsisaldus 103 µg/m³ on kordusmõõtmise tulemus.

Mõõdetud LOÜ sisaldus uuringu käigus:

- 30-54 µg/m³ kolmes ruumis;
- 57-78 µg/m³ kolmes ruumis;
- 130-207 µg/m³ kahes ruumis

2-etiülheksanooli (arvutatauna tolueenile) sisaldus jäi lasteaedade rühmaruumide siseõhus vahemikku 6-18 µg/m³.

Mõõdetud 2-etiülheksanooli sisaldus uuringu käigus:

- alla avastamiskiir ($< 6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) seitsmes ruumis
- 18 µg/m³ ühes ruumis

TA Kesklabori analüüs näitas, et mõõdetud LOÜ väärtusest (207 mg/m³) moodustab 53% 2-fenoksüetanool.

2-fenoksüetanool (C₈H₁₀O₂): dokumendis „AGÖF Guidance Values for Volatile Organic Compounds in Indoor Air“⁷ on Saksa normid siseõhus leiduvatele lenduvatele orgaanilistele ainetele, milles suunisväärtus on 9 µg/m³, tähelepanu vääriv sisaldus 9,2 µg/m³, lõhna suunisväärtus 100µg/m³ ja toksilisus 300µg/m³. 2-fenoksüetanooli kasutatakse kosmeetikas, vaktsiinides ja ravimites säilitusainena ning fikseerijana parfüümides, putukatõrjevahendites, antiseptikumides, lahustina tselluloosatsetaadis, mõnedes värvainetes, tintides, ja vaikudes. Toidu ja Ravimi Amet on hoiatanud, et kemikaal on toksiline allaneelamisel, võib põhjustada oksendamist ja kõhulahtisust. Leidub põrandakatete liimides, eraldub siis, kui liim laguneb. Märkimisväärne kogus lenduvaid laguprodukte absorbeerub betooni poorisüsteemi ja võib eralduda pikka aega peale kahjustunud liimi eemaldamist (Sjöberg 2001b)⁸. 2-fenoksüetanooli eraldub palju uuest liimpuitmööblist⁹.

Kordusmõõtmisel leiti ühe rühmaruumi õhust vähesel määral **isopropanooli** (TA Kesklabor arvutatuna tolueenile 41 µg/m³; TA Tartu labor arvutatuna tolueenile 92 µg/m³ - tulemuste erinevused mõõtemääramatusest 30-50%). Ühes ruumidest leiti LOÜ hulgas 2-fenoksüetanooli (TA Kesklabor arvutatuna tolueenile 9 µg/m³; TA Tartu labor 39 µg/m³). Isopropanool esineb alkoholi baasil toodetud puhastus- ja desinfitseerimisvahendites, mis eemaldavad mustuse, õli, tolmu, vees mittelahustuva tindi, viltpliiatsitindi ja vaigu. Kasutatakse video- ja audioseadmete magnetpeade, optika, peeglite, poleeritud metallpindade puhastamiseks. On ärritava toimega silmadele ja hingamisteedele. Korduv või pikaajaline kokkupuude ainega põhjustab naha kuivust. Kokkupuute ohjamiseks on vaja tagada piisav ruumi ventilatsioon. Piirnormiks on 350 mg/m³, lühiajalise toime korral 600 mg/m³.^{10, 11}

Ühes ruumidest avastati kordusmõõtmisel LOÜ hulgas limoneen (TA Kesklabor arvutatuna tolueenile 50 µg/m³; TA Tartu labor 45 µg/m³). Siseõhust avastatud 2-fenoksüetanool, isopropanool ja limoneen ei olnud kontsentratsioonides, mis põhjustaks tervisele ohtu. Paraku häiris ruumides spetsiifiline lõhn, mida on raske iseloomustada ning mis lasteaia töötajate sõnul „rändab“, olles kord tuntav ühtedes, teisel päeval teistes ruumides. Ventilatsioonisüsteem oli hooldusfirma poolt kontrollitud. Kordusmõõtmise ajal oli mõnes ruumis lõhn intensiivsem, teises nõrgem. Lisaks ventilatsioonile õhutavad kasvatajad ruume regulaarselt akna kaudu.

⁷ http://www.tervemaja.ee/client/common-docs/dokumendid/artiklid/AGOEF_Orientwerte_Eng.pdf

⁸ <https://www.sintef.no/globalassets/upload/byggforsk/publikasjoner/sb-prapp-5.pdf>

⁹ <http://www.agilent.com/cs/library/brochures/Markes%20Residual%20Volatile%20and%20Material%20Emissions.pdf>

¹⁰ Goodpoint Chemicals VITASEPT GEL ohutuskaart vastavalt EÜ määrusele nr. 1907/2006

¹¹ <http://www.hnk.ee/public/files/isopropanool.pdf>

Limoneen (C₁₀H₁₆) võib sattuda siseõhku peamiselt olmekeemiast (puhastusvahendid) ning tsitruseliste koorimisel. Sisaldub looduslikult sidruni-, apelsini ja greibikoores ning nendest valmistatud õlides. Kasutatakse kosmeetikatööstuses, deso- ning puhastusvahendites, antibakteriaalsetes pesupehmenajates ja mujal tsitruselõhnalise aroomi lisamiseks. Dokumendis „AGÖF Guidance Values for Volatile Organic Compounds in Indoor Air“ (vt lehe allmärkus 5) on Saksa norm siseõhus leiduvale limoneenile: suuniväärtus on 6 µg/m³, tähelepanu vääriv sisaldus 33,3 µg/m³ ja lõhna suuniväärtus 200µg/m³. Madal akuutne toksilisus algab piirväärtusest 450 µg/m³.¹²

Pühade ajal (aasta lõpus) töötas TA soovitusel lasteaia ruumide ventilatsioon täisvõimsusel, kanalisatsiooniga tegeles tellitud firma - selle tulemusena kadus ruumidest kanalisatsiooni lõhn ning vähenes ka muu spetsiifiline lõhn. Lasteaial paluti hankida mööbli tootjalt dokumente mööbli keemilise koostise kohta ning edastada need TA Põhja talitusele läbivaatamiseks.

Tänaseks on Terviseameti Kesklabor teostanud õhu mõõtmised lasteaia põrandat katva PVC ja rühmaruumides esineva liimpuitmööbli kohta, et leida võimalikku õhu lõhna põhjustavat allikat. Mõõtmistega ei leitud õhu lõhna põhjustajat.

Terviseameti ettepanekul toimus 11. veebruaril lasteaia lõhnaprobleemiga ruumides ventilatsiooni kontrollmahtude mõõtmine TA Tartu labori spetsialistide poolt. Enne kontrollmõõtmist (tavaolukorras) töötasid kõik ventilatsiooni agregaadid režiimis sissepuhe 80% ja väljatõmme 80%. Projektile vastavad ventilatsioonimahud tagaksid aga sissepuhe 100% ja väljatõmme 100%, mis lahendaks ka lasteaia lõhna probleemi. Järelikult põhjustas lasteaia lõhnaprobleemi mittepiisavalt töötav ventilatsioonisüsteem. Lõhnaprobleem lahenes.

UURITUD LASTEASUTUSTE RUUMIDE SISEÕHU KVALITEET

Koolide ja lasteaedade ehk kõikide sihtuuringu jooksul mõõdetud ruumide siseõhu keemiliste ja mugavusparameetrite määramise tulemused võtab kokku tabel 3.

Tabel 3.

Parameeter	Lubatud tase	Min-Max	Keskmine	Mediaan	SD
CO₂ (ppm)	1000	300-2800	761	650	474
Formaldehüüd (µg/m³)	WHO: kuni 100 µg/m ³	3-32	8	6	6
Ammoniaak (µg/m³)	Soome: 30-40 ug/m ³	17-296 (161*)	33	20	47
LOÜ arvatuna toluleenile (µg/m³)	Soome: kuni 400 µg/m ³ .	2-207	50	38	47
sh 2-etüülheksanool (µg/m³) arvatuna toluleenile (µg/m³)	Saksamaa: kuni 100 µg/m ³ , Soome: 10	2-20	6	6	4
Temperatuur (°C)	vähemalt 19 °C	19-25	23	22	1
Õhuniiskus (%)	40-60% (25-70%)	23-49	35	34	7
Õhu liikumise kiirus (m/s)	<0,21	<0,15			

¹² „The Indoor Environment Handbook.How to make buildings healthy and comfortable“, Philomena M.Blyussen, Earthscan 2009.

Laste arv ruumis proovivõtmise ajal		0-30	16	18	8
--	--	------	----	----	---

*kordusmõõtmine

Uute ja renoveeritud ehitiste puhul on väga olulised ehitusjärelvalve (näiteks, et betoonpõrandad oleks täielikult kuivanud enne nende katmist PVC või muu kattematerjaliga, vältimaks niiskuse ja keemiliste kattematerjalide vahelisi reaktsioone), ning ventilatsioonisüsteemi vastavus projektile koos perioodilise hoolduse ja korrasolekuga.

Saasteained eralduvad uutes hoonetes siseõhku peamiselt ehitus- ja viimistlusmaterjalidest ning uuest mööblit. Tänapäeval võetakse hooned koheselt pärast valmimist kasutusele ning tehastes äsja valmistatud mööbel paisatakse otse müüki – seega võib, kuid ei pruugi just uute ja renoveeritud ehitiste siseõhk olla rohkem saastunud keemiliste saasteainetega, võrreldes vanemate hoonete siseõhuga.

Käesolev siseõhu uuring näitas, et uuringus osalenud 2013-2015. a ehitatud koolide ja lasteaedade siseõhus tervisele ohtlikku saastatust (võrreldes enne 2013. a ehitatud hoonetega ja lubatud saasteainete tasemega) ei esine.

Enne 2013. a ehitatud koolides jäi LOÜ vahemikku 5-39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (keskmine LOÜ 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

2013-2015. a ehitatud koolide siseõhus oli LOÜ vahemikus 2-187 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja lasteaedade siseõhus vahemikus 30-207 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Mõõdetud asutustes kokku oli keskmine LOÜ 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

LOÜ soovituslik piirtase on kuni 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sihtuuring näitas, et mõõdetud LOÜ ehk lenduvad orgaanilised ühendid, mis on siseõhu kvaliteedi hindamisel üks põhilistest näitajatest, oli enne 2013. a ehitatud koolides (maksimum 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, keskmine 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) madalamal tasemel, kui 2013-2015. a ehitatud koolides ja lasteaedades (maksimum 207 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, keskmine 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

SOOVITUSED

Uute ja renoveeritavate ruumide puhul on soovitatav kasutada võimalikult naturaalseid viimistlusmaterjale ja mööblit. Näiteks lenduvate saasteainete minimeerimiseks siseõhus tuleks eelistada seintel, lagedel ja põrandatel looduslikke ja vesialusel värve, õlipeitsi, linoleumi, laudpõrandaid, puitparketti, keraamilisi plaate, interjööris puidust mööblit.

Koostas: Kaili Sillamaa