

Eesti Kunstiakadeemia

Arhitektuuri teaduskond

Sisearhitektuuri osakond

Mirell Ülle

## Materjalide mõju tervisele

Bakalaureusetöö

Juhendajad:

Alina Nurmist

Kirke Päss

Jekaterina Shipilenko

Tallinn 2020

### Autorideklaratsioon

Olen koostanud bakalaureusetöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjalikest allikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Mirell Ülle

.....

## Sisukord

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Sissejuhatus .....                                                      | 5         |
| <b>1. Kahjulike materjalide ajalugu .....</b>                           | <b>6</b>  |
| 1.1 Asbest .....                                                        | 6         |
| 1.2 Plii .....                                                          | 7         |
| <b>2. Siseõhu saastatus .....</b>                                       | <b>9</b>  |
| 2.1 Lenduvad orgaanilised ühendid .....                                 | 9         |
| 2.2 Formaldehüüd .....                                                  | 10        |
| 2.3 Haige maja sündroom .....                                           | 10        |
| 2.4 Seadusandlus.....                                                   | 11        |
| <b>3. Tervist kahjustavad materjalid siseruumis .....</b>               | <b>12</b> |
| 3.1 Kemikaali eraldumine materjalist .....                              | 12        |
| 3.2 Sattumine organismi .....                                           | 13        |
| 3.3 Mõju tervisele .....                                                | 14        |
| 3.4 Materjali elutsükel .....                                           | 16        |
| <b>4. Kemikaalide 6 klassi .....</b>                                    | <b>17</b> |
| 4.1 Kõrgelt flooritud kemikaalid .....                                  | 18        |
| 4.2 Antimikroobsed ained .....                                          | 18        |
| 4.3 Broomitud leegiaeglustid .....                                      | 19        |
| 4.4 Bisfenoolid ja ftalaadid .....                                      | 20        |
| 4.5 Lahustid .....                                                      | 21        |
| 4.6 Raskemetallid .....                                                 | 20        |
| 4.7 Koondtabel .....                                                    | 22        |
| <b>5. Kahjulike kemikaalide ja materjalide olemasolu põhjused .....</b> | <b>23</b> |
| 5.1 Keemikute õppekavas puudub toksikoloogia .....                      | 23        |
| 5.2 Kemikaalide lühike testimise periood .....                          | 23        |
| 5.3 Kahetsusväärne asendus .....                                        | 24        |
| 5.4 Rohepesu .....                                                      | 25        |
| <b>6. Uurimisobjekt – Kohtla-Järve Riigigümnaasium .....</b>            | <b>27</b> |
| 6.1 Siseõhukvaliteedi mõõtmine .....                                    | 27        |
| 6.1.1 Klassid – PVC-põrandakattega ruumid .....                         | 29        |
| 6.1.2 Töökabinetid jt vaipkattega ruumid .....                          | 30        |

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 6.2 Küsimustik .....                                                      | 31        |
| 6.3 Kokkuvõte ja järeldused .....                                         | 31        |
| <b>7. Testid materjalidega .....</b>                                      | <b>32</b> |
| 7.1 Puit .....                                                            | 32        |
| 7.2 Vaip .....                                                            | 35        |
| 7.3 Plastik .....                                                         | 36        |
| 7.3.1 Diivanilauad .....                                                  | 36        |
| 7.3.2 PVC põrandakatted ja marmoleum .....                                | 38        |
| <b>8. Lõputöö väljund - näitus .....</b>                                  | <b>41</b> |
| <b>9. Edasine suund - magistritöö .....</b>                               | <b>45</b> |
| Kokkuvõte .....                                                           | 46        |
| Summary .....                                                             | 47        |
| Kasutatud allikad .....                                                   | 48        |
| Illustratsioonide loetelu .....                                           | 53        |
| Lisa 1. Kohtla-Järve Riigiümnaasiumi mõõtmistulemused ruumide kaupa ..... | 55        |
| Lisa 2. Kohtla-Järve Riigiümnaasiumi küsimustiku tulemused .....          | 64        |
| Lisa 3. Mõõdetud puitmaterjalide tabel .....                              | 70        |
| Lisa 4. Mõõdetud põrandakatete tabel .....                                | 71        |

## Sissejuhatus

Bakalaureusetöö eesmärk on uurida siseruumi materjalides kasutatavate keemiliste ainete mõju tervisele. Teema valikuni jõudsin läbi isikliku kogemuse. Mõningad sisustuselemendid kodus põhjustasid terviseprobleeme.

Teoreetilises osas uurin, millised on tervist kahjustavad ühendid siseruumi materjalides ja viimistlusvahendites, kuidas need eralduvad aja jooksul õhku ning milline on tagajärg inimese organismile.

Praktilises osas kasutan õhukvaliteedi detektorit. Mõõdan Kohtla-Järve Gümnaasiumi siseõhu kvaliteeti ja viin läbi küsimustiku, mille eesmärk on uurida seost ruumi ja ruumikasutaja enesetunde vahel. Selgitamaks, kui palju eraldub kahjulikke aineid materjalidest, mõõdan neid ka eraldi katsekastis. Uurimistöö piirideks on baasteadmised kahjulikest materjalidest.

Lõputöö väljundiks on näitus, mille eesmärk on anda külastajale aimu probleemi olemusest läbi ruumilise kogemuse.

## 1. KAHJULIKE MATERJALIDE AJALUGU

Inimene on pidevas arengus ja enamasti ei tule kõik esimese korraga välja. Aja jooksul tekivad uued teadmised, mille järgi paremini toimida. Läbi aegade on kasutatud materjale, mille mõju tervisele on selgunud aastaid hiljem. Viimase sajandi uurimistöödega on kindlaks tehtud asbesti ja plii kahjulikkus ning nüüdseks on nende kasutamine väga paljudes riikides keelatud.

### 1.1 Asbest

Asbesti esineb looduses igal kontinendil maailmas ja seda on kasutatud juba aastatuhandeid. Arheoloogid on leidnud asbestikiude, mis pärinevad juba kiviajast. Egiptuse vaaraod mässiti asbestist riidesse, et nende kehad säiliks. Kreeka filosoof ja geograaf Strabo (sünd. 63/64 e.Kr.) märkis üles „kopsuhaiguse” orjadel, kes kodusid asbesti kangasse. Tulekindla omaduse tõttu, lasi Prantsuse kuningas Charlemagne teha laudlina asbestist, et see pidustuste ajal põlema ei läheks. Tööstuslikult on asbest kasutuses olnud ligikaudu 150 aastat. Esimeste uurimustega asbesti mõjust tervisele alustati Inglismaa tootmistehastes 1833. a. Selle käigus täheldati töötajatel asbesti tolmust tekkinud laiaulatuslikku kopsukahjustust. Esimene ametlikult fikseeritud asbestist põhjustatud surm leidis aset 1906. a. Järgnevatel aastatel Itaalias ja Prantsusmaal tehtud uuringutest võib samuti leida, kuidas asbestiga kokku puutuvad inimesed surid liiga noorelt. Vaatamata toimunule ei peatunud asbesti tootmine, vaid see sai hoogu juurde. Nii Esimese kui Teise maailmasõja järgses ühiskonnas tõusis vajadus odava masstoodangu ja ehitusmaterjali järele ning 1970-ndatel toodeti 85 riigis tuhandeid asbesti sisaldavaid tooteid.<sup>1</sup>

Asbesti on kasutatud ehitusmaterjalides nagu soojustus- ja tulekindlusmaterjalid, katusesindlid, lae- ja põrandaplaadid, elektrilised soojustusmaterjalid, ahjud ja kuumaveetorude katted, tsemenditooted, kattematerjalid, plastikud, tihendid ja tekstiilid.

Praeguseks on teada asbesti kantserogeensus. See võib põhjustada kopsu-, kopsuembraani-, kõhu-, söögitoru-, soole-, pärasoole-, häälepaelte- ja neeruvähki. Pikajaline kokkupuude asbestiga on näidanud mesotelioomi teket. See on kehaõõnes asuvaid siseorganeid kattev ja siseelundeid ühendava kihi haruldane vähktõve tüüp. Korduv

---

<sup>1</sup> Daniel King, History of Asbestos - Mesothelioma Center, 3 II 2020, <https://www.asbestos.com/asbestos/history>

kokkupuude suures koguses asbestiga töökohas võib põhjustada asbestoosi, mis võib viia puude kujunemiseni või põhjustada surma – see armistab kopse ja võib põhjustada südame suurenemist. Nimetatud haigused ei kujune kohe, vaid võivad välja kujuneda aastaid pärast kokkupuudet. Suures koguses asbesti sissehingamine töökohas võib põhjustada valu rindkeres, hingeldamist, madalat hapnikutaset veres, kaalukaotust, sõrmede kõverdumist ja nahatüükaid kätel. Väiksemas koguses asbesti sissehingamine võib põhjustada hingamist häirivaid kopsukahjustusi.<sup>2</sup>

Laiem ühiskond hakkas kopsuhaiguse ja asbesti vahelist seost aru saama 1970-ndate lõpul, mil algas asbesti kasutuse dramaatiline langus paljudes tööstusriikides.<sup>3</sup> Euroopa Komisjon keelustas 1999. aastal peaaegu kõik praegu veel kasutusel olevad asbesti liigid. Valge asbesti kasutamine on keelatud alates 2005 a.<sup>3</sup> Ameerika Ühendriikides on asbest endiselt lubatud. Kuigi viimane kaevandus suleti 2002 aastal, on USA endiselt veel kõige suurem asbesti importija. 2019 aasta seisuga on Venemaa suurim asbesti kaevandaja, tootes 750 000 tonni aastas.<sup>4</sup>

Asbesti kahjulikkuse tõestamisest, teaduslikult ja meditsiiniliselt, on möödunud sajand, kuid veel aastal 2013 toodeti maailmas 2 mln tonni asbesti. Veel tänasel päeval kaevandatakse asbesti maailma eri paikades paljakäsi, ilma kaitsevahendite ja tööhutusjuhendita.<sup>5</sup> Ameerika Ühendriikides sureb iga aasta 39 000 inimest asbestist põhjustatud haiguse tagajärjel.<sup>6</sup>

## 1.2 Plii

Sajandeid on olnud probleemiks ka plii kasutamine. Juba 1786. aastal uuris poliitik, teadlane ja filosoof Benjamin Franklin plii negatiivset mõju joogiveele. Plii on pehme sinakashall raskemetall, mida looduslikult esineb kivimites ja maakoores. Seda saadakse ka fossiilkütuste põletamisel, kaevandamisel ja tootmisel. Pliiga võib kokku puutuda vanades

---

<sup>2</sup> Asbest – Kemikaalimaailm, Sotsiaalministeerium, <http://kemikaalimaailm.sm.ee/kemikaalid/asbest.html>

<sup>3</sup> Daniel King, History of Asbestos - Mesothelioma Center, 3 II 2020, <https://www.asbestos.com/asbestos/history>

<sup>4</sup> Major countries in worldwide asbestos mine production from 2010 to 2019 – Statista II 2020, <https://www.statista.com/statistics/264923/world-mine-production-of-asbestos/>

<sup>5</sup> Joey Rosenberg, Asbestos Cover-Up - Mesothelioma Center, <https://www.asbestos.com/featured-stories/cover-up>

<sup>6</sup> Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020

elumajades, kus on kasutatud pliid sisaldavaid värve või pliijoodisega veetorusid. Kodus võib pliiga kokku puutuda, kui vana pliid sisaldav värv maha koorub, pudeneb või tolmuks laguneb. Väikelapsed võivad pliiga kokku puutuda süües värvilaaste, närides värvitud esemeid, neelates pliid sisaldavat tolmu või puutudes kokku mullaga, kuhu on fassaadivärvist pudenenud pliiühendeid. Ei ole olemas turvalist plii kogust inimese organismis. Plii võib mõjutada peaaegu kõiki inimorganeid ja -süsteeme. Plii võib olla samaväärselt kahjulik nii sissehingamisel kui ka allaneelamisel. Kõige tundlikum kehaosa on kesknärvisüsteem, eriti laste puhul, kes on pliiümürgistuse suhtes haavatavamad kui täiskasvanud. Korduv kokkupuude väikeste plii kogustega võib muuta laste normaalset vaimset ja füüsilist arengut ning viia õpi- ja käitumisraskusteni. Lühiajalisel kokkupuutumisel pliiga võib tekkida kõrge vererõhk, peavalu, ärrituvus, mäluhäired, unehäired ning meeleolu- ja isiksuse muutused. Pliiühendite sissehingamine võib ärritada nina ja kurku. Plii võib kahjustada ka vereliblesid ja närve, põhjustades kehvreresust ja nõrkust. Kokkupuude võib põhjustada ka lihas- ja liigesvalu, reageerimise aeglustumist, koordinatsiooni- ja mäluhäireid. Paljud pliiühendid on kantserogeensed või reproduktiivtoksilised.<sup>7</sup>

1900. aastate algul keelati paljudes riikides pliivärv, kuid mitte Ameerika Ühendriikides. Samal ajal paisati turule reklaam, kus kirjeldati pliivärvi positiivset mõju tervisele. Plii kasutamine sisevärvides keelati USA-s alles 1977. a, kuid praeguseeni elavad inimesed vanemates majades selle keskel.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Plii – Kemikaalimaailm, Sotsiaalministeerium, <http://kemikaalimaailm.sm.ee/kemikaalid/plii.html>

<sup>8</sup> Alison Mears, Let's Consider Lead - Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020

## 2. SISEÕHU SAASTATUS

Inimene veedab ligi 90% oma ajast siseruumis.<sup>9</sup> Siseõhk võib olla 2-5 korda saastatum kui välisõhk.<sup>10</sup> Siseõhu saastatuse kontsentratsioonid on tõusnud viimastel kümnenditel tänu energiatõhusate hoonete ehitusele ning ehitus- ja mööblimaterjalides sünteetiliste ainete laialdasele kasutusele. Ehitus- ja mööblimaterjalid eraldavad aja jooksul ruumi lenduvaid orgaanilisi ühendeid ning see mõjub negatiivselt elusorganismidele. Peamine probleem on seadusandluse puudumine siseõhukvaliteedile, aga ka kehv ventilatsioon. Vanemates hoonetes puudub tõhus ventilatsioonisüsteem ning uuemates ei hooldata neid piisavalt. Tihti peale töötab ventilatsioon poole võimsusega või ei lülitatagi seda sisse.<sup>11</sup> Lisaks muule mõjutab ka üldine kliimamuutus õhku, mida me hingame. Materjalitööstused üle maailma saastavad õhku ja see tungib samuti siseruumi, mõjutades siseõhukvaliteeti.

### 2.1 Lenduvad orgaanilised ühendid

Kogu eluslooduse aluseks on orgaanilised ühendid, mis sisaldavad süsinikku, vesinikku, hapnikku, floori, kloori, broomi, väävlit või lämmastikku. Need on ühendid, mis muutuvad vedelikust kergesti auruks. Lenduvate orgaaniliste ühendite akronüümina on kasutusel inglise keelne lühend VOC – *volatile organic compound*. VOC-id eralduvad bensiini, puidu, kivisüsi või maagaasi põlemisel. Siseruumis eraldub neid lahustitest, värvidest, liimidest, aga ka paljudest tahketest sünteetilisest materjalidest mida kasutatakse mööblis, põrandakattematerjalides, tekstiilides jm. VOC-id on näiteks bensiin, benseen, formaldehüüd, lahustid nagu tolueen, ksüleen ja perkloroetüleen, mida kasutatakse keemilises puhastuses. Need on laialt levinud ohtlikud õhusaasteained ning kliimamuutuste põhjustajad. Nende ühendite reageerimisel lämmastikoksiididega tekib maapinna tasemel osoon või sudu.

Kokkupuude lenduvate ühenditega toimub peamiselt sissehingamisel. Mõjud sõltuvad ühendi omadustest ning varieeruvad kahjulikku mõju mitteavaldavatest kuni äärmiselt mürgisteni. Oluline on ka kokkupuute kestus ja kogus.<sup>12</sup>

---

<sup>9</sup> Ameerika Ühendriikide Keskkonnakaitse Agentuur. Report to Congress on indoor air quality: Volume 2. EPA/400/1-89/001C. Washington, DC

<sup>10</sup> Ameerika Ühendriikide Keskkonnakaitse Agentuur. The total exposure assessment methodology (TEAM) study: Summary and analysis. EPA/600/6-87/002a. Washington, DC

<sup>11</sup> Siseõhk ja selle tähtsus – Terviseamet, <https://www.terviseamet.ee/et/keskkonnatervis/inimesele/siseohk>

<sup>12</sup> Lenduvad orgaanilised ühendid – Sotsiaalministeerium, <http://kemikaalimaailm.sm.ee/kemikaalid/lenduvad-orgaanilised-uhendid.html>

## 2.2 Formaldehüüd

Üks probleemsemaid ja kergemini lenduvaid orgaanilisi ühendeid on formaldehüüd. See on värvusetu, tuleohtlik gaas või vedelik, millel on terav lõmmatav lõhn. Formaldehüüdi keemistemperatuur on  $-21^{\circ}\text{C}$  ehk see eraldub intensiivselt igasuguses inimesele mõeldud keskkonnas. Siseroomis eraldub seda peamiselt puitmaterjalidest nagu vineer, liimpuit ja puitkiudplaat. Formaldehüüdi kasutatakse ka vaipades, lakkides, kangaste püsipressainetes ning säilitusainena värvides. Laialdaselt on see kasutusel ka teistes valdkondades nagu meditsiinilaborid, toiduainetööstus, kosmeetikatooted, ravimid, pestitsiidid, latekskummid ja mitmed desinfektsioonivahendid.<sup>13</sup> Formaldehüüdi keemiline valem on  $\text{HCHO}$ .

Juba 80-ndatel oli teada selle katseroogeenne mõju.<sup>14</sup> Kindlaks on tehtud formaldehüüdi molekuli võime kahjustada inimese DNA-d.<sup>15</sup> Pikaajaline kokkupuude formaldehüüdiga põhjustab kõri- nina- ja verevähki. Lühiajaline ning väikese kogusega kokkupuutumine võib ärritada silmi, nina, kõri ja nahka. Astmat põdevad inimesed on tundlikumad selle aine suhtes.<sup>16</sup>

## 2.3 Haige maja sündroom

Haige maja sündroomi väljend on kasutuses kõnekeeles, tegemist ei ole meditsiinilise terminiga. Seisund viitab erinevatele sümptomitele ja üldisele halvale enesetundele, millele ei ole otsest selgitust. Sümptomiteks on peavalu, silmade ärritus, punetus või vesistus, sügelev või kinnine nina, aevastused, kurguärritus, häälekähedus ning kuiv ja sügelev nahk. Mida kauem hoones viibida, seda tugevamalt süveneb kehv enesetunne. Majast väljudes enesetunne paraneb või sümptomid mööduvad. Lisaks eelnevalt mainitule kaasneb tihti peale ka kurnatus, väsimus, närvilisus ja keskendumisraskused. Seda kõike põhjustab hoone kehv

---

<sup>13</sup> Formaldehüüd – Sotsiaalministeerium, <http://kemikaalimaailm.sm.ee/kemikaalid/formaldehuud.html>

<sup>14</sup> R.C. Grafstrom, Albert Fornace, Curtis C. Harris, Repair of DNA damage caused by formaldehyde in human cells, 1984 – Semantic Scholar, <https://www.semanticscholar.org/paper/Repair-of-DNA-damage-caused-by-formaldehyde-in-Grafstrom-Fornace/4ba1fe4a64275fc653e0e1af2ffcc658c6658a47>

<sup>15</sup> Masanobu Kawanishi, Tomonari Matsuda, Takashi Yagi, Genotoxicity of formaldehyde: molecular basis of DNA damage and mutation – Frontiers in Environmental Science, 2014, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2014.00036/full>

siseõhu kvaliteet. Haige maja sündroom on probleemiks peamiselt kontorihoonetes, kortermajades, lasteaedades ja koolimajades.<sup>16 17</sup>

## 2.4 Seadusandlus

Lenduvate orgaaniliste ühendite ja formaldehüüdi kontrolli all hoidmiseks on välja töötatud mitmed standardid ja emissioonimäärade piirnormid. Need kõik kehtivad iga konkreetse materjali kohta, mida on testitud kinnises kambris. See aga ei anna infot mis toimub ruumis, kus on mitmeid kihte erinevaid materjale koos. Siseõhu kvaliteedile pole ühtset seadlusandlust, küll aga on Maailma Terviseorganisatsiooni poolt välja töötatud soovituslikud formaldehüüdi ja TVOC tasemed siseõhus.

Standard EN 16798 käsitleb hoonete ventilatsiooni, mis eeldab, et ruumid on projekteeritud madala lenduvusega orgaaniliste ühenditega (*low VOC*) materjalidest, samas aga arvestab ruumi sobimatuses teatud protsendile inimestele.<sup>18</sup> See näitab, et juba madalad tasemed mõjutavad ruumis viibija heaolu, piirnormid püüavad leida tasakaalu ja need tegelevad pigem tagajärgedega. Seetõttu ei keskendu oma töös erinevatele standarditele ja emissioonimääradele vaid pean oluliseks ennetada neid samme ning disainida ja projekteerida teadlikult looduslähedaste ja tervislikemate materjalidega, mis ei vaja tagant järele reguleerimist.

---

<sup>16</sup> Paula Rõuk, Eesti teadlased räägivad: kellel on haige maja sündroom? – Postimees, <https://tervis.postimees.ee/6437722/eesti-teadlased-raagivad-kellel-on-haige-maja-sundroom>

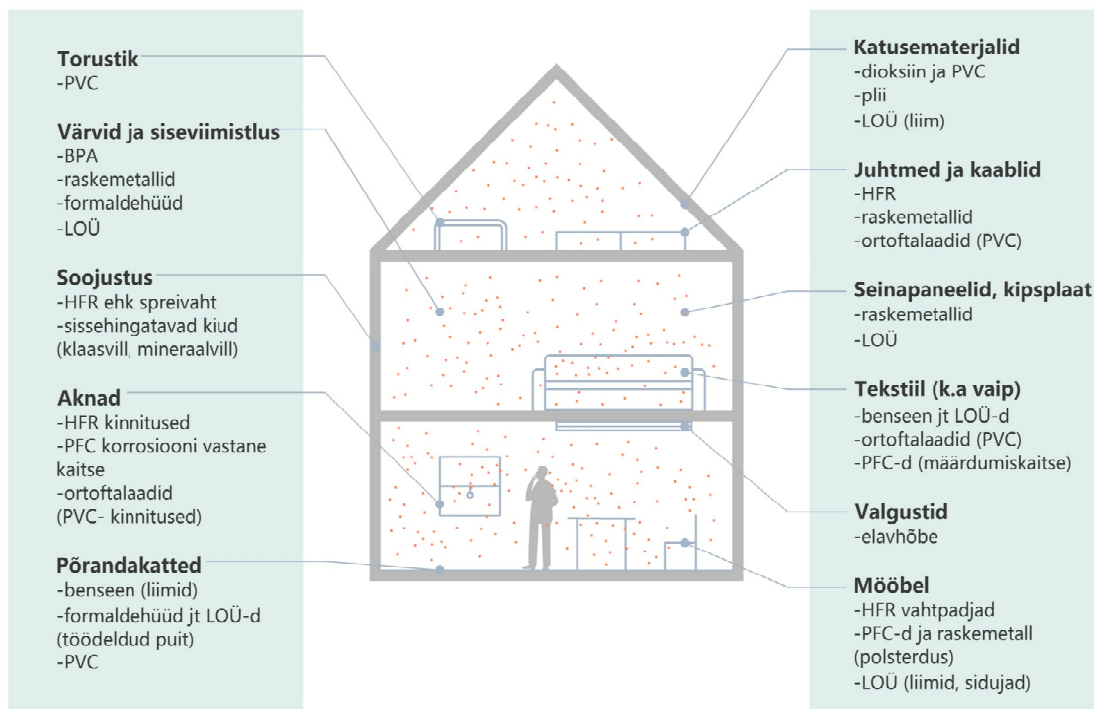
<sup>17</sup> Sick Building Syndrome – World Health Organization Regional Office for Europe

<sup>18</sup> Guideline for using indoor environmental input parameters for the design and assessment of energy performance of buildings. Lk. 36 - <https://www.din.de/resource/blob/66392/911886c68e3d0917dc03085dcc35f144/tr-16789-2-draft-data.pdf>

### 3. TERVIST KAHJUSTAVAD MATERJALID SISERUUMIS

Tohutul hulgal on kasutuses materjale, mis on regulatsioonidega määratud kasutama, kuigi mõju tervisele on teadmata. Kahjulikke aineid leidub põrandakatetes, mööblis, tekstiilis, akendes, seinapaneelides, värvides jm siseviimistlusmaterjalides, valgustites, torudes, soojustuses, juhtmetes-kaablites ja katusematerjalides (ill 1).

Materjalides kasutatavad kemikaalid eralduvad aja jooksul välja, sattuvad inimese organismi ning põhjustavad nii lühi- kui pikaajalisi terviseprobleeme.

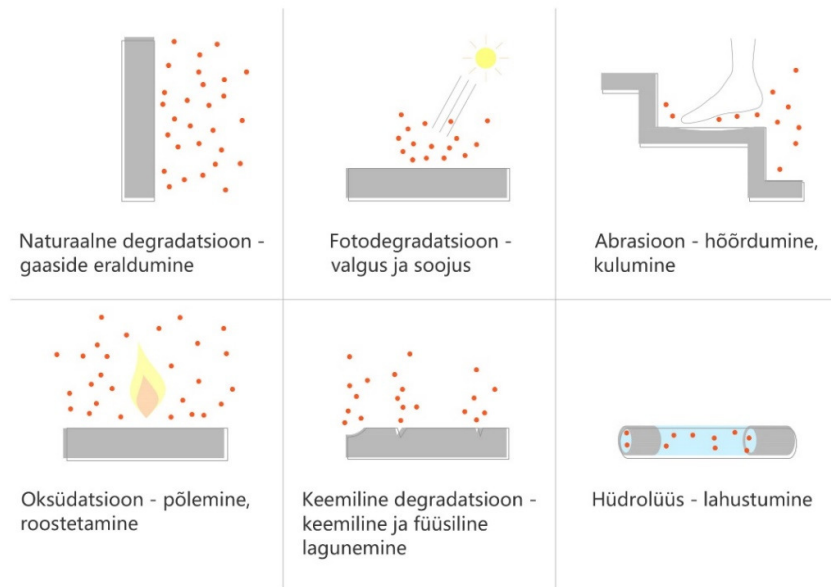


Illustratsioon 1. Siseruumi materjalides leiduvad kahjulikud ühendid. Autor: Mirell Ülle

#### 3.1 Kemikaali eraldumine materjalist

Kemikaalide eraldumine toimub mitmel viisil (ill 2). Protsessi, mil kemikaalid aurustuvad materjalidest välja, nimetatakse inglise keeles *off-gassing*. Kõige sagedamini esineb naturaalsel degradatsiooni ehk gaaside eraldumist materjali loomuliku vananemise käigus. Molekulide lagunemist võib esineda ka fotodegradatsiooni ehk päikese valguse ja soojuse toimele. Väikeseid osakesi ja tolmu eraldub ka materjali hõõrumise, kraapimise või lohistamise käigus. Põlemise või roostetamise teel võib samuti vabaneda jääkprodukte keskkonda. Halogeenitud kemikaalid ehk tulekaitsevahendid eraldavad põlemise käigus

dioksiine, mis on kõrgelt toksilised püsivad saasteained, need ei lagune meie planeedil kunagi. Keemilise degradatsiooni ehk materjali keemilise või füüsilise lagunemise käigus võib samuti eralduda saasteaineid. Näiteks plastikust molekulid aja jooksul lagunevad ning eraldavad kemikaale. Sellisel teel võivad tekkida siseõhus isegi uued, veel ohtlikumad ühendid. Materjalide koostisosad võivad lahustuda ka vees. Siin võib esile tuua varasemalt kasutuses olnud pliitorud ja praegu kasutusel olevad PVC-torud. Õlis lahustuvad komponendid sattuvad tolmu sisse.<sup>19</sup>



Illustratsioon 2. Kemikaalide eraldumine materjalist. Autor: Mirell Ülle

### 3.2 Sattumine organismi

Igapäevaselt viibime erinevates keskkondades, puutume kokku mitmete pindade ja materjalidega ning viise, kuidas tervist kahjustavad ühendid meie kehasse sattuvad, on mitmeid (*ill 3*). Peamine on inhalatsioon. Piisab viibimisest saastatud õhu käes, kui hingame sisse õhus leiduvaid osakesi või tolmu. Probleemne on ka käest-suhu kontakt. Katsudes erinevaid materjale või tolmuiseid pindu, kanduvad ühendid kätelt edasi suhu. Toksilised ühendid võivad imenduda ka otse meie naha kaudu. See võib toimuda kokkupuutel saastatud

<sup>19</sup> Autori konspekt. Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020

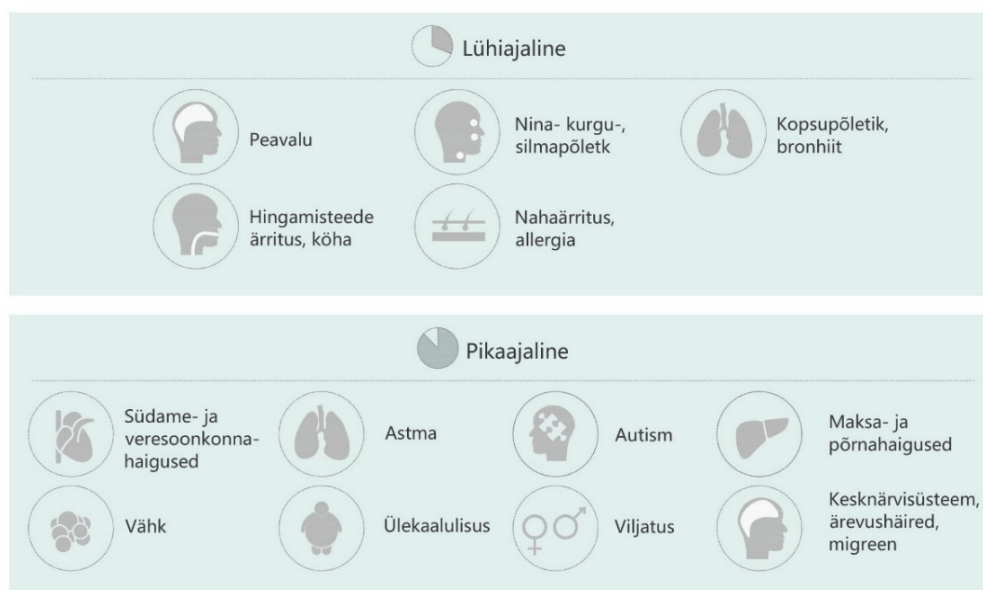
The diagram illustrates five transmission routes of infectious agents, each shown in a separate panel with a human silhouette and red dots representing the pathogen:

- Inhalatsioon:** A person is shown breathing in, with red dots entering through the mouth and nose into the respiratory system.
- Käest-suhu kontakt:** A person is shown with red dots on their hand, which are being transferred to their mouth.
- Naha kaudu:** A person is shown with red dots on their arm, indicating transmission through the skin.
- Platsenta ülekande:** A pregnant woman is shown with red dots in the placenta, indicating transmission from mother to fetus.
- Imetamise teel:** A person is shown holding a baby, with red dots in the breast, indicating transmission through breastfeeding.

### 3.3 Mõju tervisele

<sup>20</sup> Autori konspekt. Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020

Pidev viibimine kemikaalidest saastatud keskkonnas võib tekitada mitmeid kroonilisi haiguseid. Peamine on astma ning seda põhjustavaid kemikaale leidub väga paljudes ehitustoodetes ja -materjalides nagu värvid, viimistlused ja liimid. Kokkupuude kartsinogeenidega nagu formaldehüüd, kõrgelt flooritud kemikaalid (PFC) ja raskemetallid, mida leidub paljudes ehitusmaterjalides, võivad viia erinevate vähitüüpideni. Formaldehüüdi eraldub peamiselt töödeldud puitmaterjalidest. Inimese organismile mõjuvad ka kemikaalidega töödeldud kangad. Nendes kasutatud kemikaalid on endokriini häirijad ehk need sekkuvad hormonaalsüsteemi. Nii kangastes kui vinüülpõrandates kasutatavad bisfenoolid ja ftalaadid imiteerivad inimese keha hormoone ja mõjuvad paljunemisvõimele, arengule, neuroloogiale ja immunsüsteemile. Enneaegset sündi seostatakse siseruumi kemikaalidega nagu formaldehüüdid, benseen jt lenduvad orgaanilised ühendid. Hiljutistest uurimustest on leitud seoseid autismi ning õhusaaste, elavhõbeda ja bisfenool-A vahel. PFC-d, ftalaadid ja tulekaitsevahendid mõjuvad ka metabolismile ja põhjustavad miljonite inimeste diabeedi ja ülekaalulisuse.<sup>21</sup>



Illustratsioon 4. Mõju organismile. Autor: Mirell Ülle

<sup>21</sup> Autori konspekt. Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020

### 3.4 Materjali elutsükkel

Mõju tervisele algab kaugemalt kui materjali kasutuselevõtt või paigaldus. Tervisele mõjuv faktor ei ole oluline ainult siseruumis, vaid igas etapis toimub kokkupuude kahjulike ühenditega. Alates kaevandusest ja tooraine töötlemisest kuni taaskasutuse või prügimajanduseni välja – kogu materjali eluea jooksul on kõrval inimene. Kaudselt oleme samuti mõjutatud. Näiteks tootmistehases on ohustatud sealsed töötajad, kuid õhusaaste kaudu levib see ka mujale.

#### 4. KEMIKAALIDE 6 KLASSI

Euroopas on kasutuses üle 100 000 kemikaali, kuid vaid 60 on põhjalikult hinnatud tervise- ja keskkonnamõjude osas ning veel vähem on seadustega reguleeritud.<sup>22</sup> Rohelise Teaduspoliitika Instituut (*The Green Science Policy Institute*) on jaganud kemikaalid 6 klassi (ill 5). Selline lähenemisviis võimaldab paremini mõista kemikaale nende funktsioonide kohaselt: kus neid kasutatakse ja kuidas neid vältida. See võib ära hoida ka kahetsusväärse asendamise tsükli.



Illustratsioon 5. Kemikaalide 6 klassi. Autor: Mirell Ülle

Esimesed kolm klassi baseeruvad järgnevalt: floor, kloor, broom. Need kemikaalid sisaldavad molekule, millel on väga tugev side. Need on kõige probleemsemad, sest ei lagune ning jäävad nii organismi kui looduskeskkonda püsima igaveseks. Organismi enda kaitsesüsteem neid ei tunne, mistõttu ei ole võimeline neid lagundama ega väljutama. Nii püsivad need ained terve elu inimese organismis ja tekitavad geneetilisi mutatsioone. Kuute klassi on oluline mõista, sest lisaks siseõhu saastatusele ja tervisemõjudele on keemiareostus tõsine globaalne probleem ja planeet suudab vaid teatud piirinini neid vastu võtta. Kemikaalid kanduvad hoovuste ja veega põhja- ja lõunapoolustele ning kuhjuvad sealse keskkonnas, kus püsivad miljoneid aastaid.<sup>23</sup> Oluline on juba disainiprotsessis teha teadlikke valikuid.

<sup>22</sup> Study for the strategy for a non-toxic environment of the 7th Environment Action Programme – Milieu Ltd, XIII 2018, <https://ec.europa.eu/environment/chemicals/non-toxic/pdf/NTE%20main%20report%20final.pdf>

<sup>23</sup> Arlene Blum, Introduction to six classes - Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020

#### 4.1 Kõrgelt flooritud kemikaalid (PFC)

Kõrgelt flooritud kemikaalid on perioodilise tabeli kõige tugevamad molekulid. Selleks, et neid murda, on vaja äikest. Need püsivad keskkonnas igavesti. Siia klassi kuuluvaid aineid kasutatakse peamiselt pleki- ja veekindluse tagamiseks. Tänapäeval kasutatakse neid üle 3000 toote valmistamisel: vaibad, vaibahooldusvahendid, toidupakendid, pehme mööbel, kosmeetika, matkavarustus, riided, liimid ja hermeetikud, jalanõude kaitsesprei, non-stick küpsetus, autoistmed, tulekustutusvaht ja põrandavaha. On teada, et need põhjustavad neeru- ja munandivähki, kõrget kolesteroolitaset, vähenenud viljakust ja kilpnäärme haiguseid. Need ained sekkuvad hormoonide funktsioneerimisse ja vähendavad vaktsiinide tõhusust.<sup>24</sup>

Vältimaks selliste toodete kasutamist siseruumis, tuleks valida vaibad ja muud tekstiilid, mis ei ole pleki- ja veekindlate vahenditega töödeldud. Ettevaatlik tuleks olla PFOA-free jms siltidega, sest tihti peale sisaldavad need sama klassi asenduskemikaale.

#### 4.2 Klooritud antimikroobsed ained

Klooritud kemikaalid, nagu eelnevalt mainitud, on samuti püsivad ained. Nende vajalikkus laialdases kasutuses on kaheldav. Need on loodud tapma mikroorganisme ja võivad kahjustada ka teisi elusolendeid rakutasandil. Klooritud kemikaalid sattuvad vette ja läbi toiduahela ka inimese organismi. Siseruumis võib leiduda neid värvides, põrandates, kodutekstiilides ja köögitööpindades, aga ka paljudes ehitusmaterjalides. Klooritud antimikroobsed ained tõstavad tundlikkust allergeenidele, mõjutavad hormoonide funktsioneerimist, viljakust ja loote arengut. Organismis kuhjudes, võib tekkida antibiootikumide resistsus.

Et vältida nende ainete kasutust, tuleb hoiduda toodetest, mis on antibakteriaalsed või antimikroobsed. Ka siin võivad olla asendused problemaatilised ja mittevajalikud.<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup> Highly Fluorinated Chemicals – Green Science Policy Institute, Healthy Materials LAB online kursust, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020

<sup>25</sup> Antimicrobials - Green Science Policy Institute, Healthy Materials LAB online kursust, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020

### 4.3 Broomitud leegiaeglustid

Siia klassi kuuluvad tulekaitsevahendid ning ka neid kemikaale ei ole tegelikult vaja. Leegiaeglustid hoiavad põlemist ära vaid mõned sekundid ja muudavad tulekahjud isegi ohtlikumaks (*ill 6*). Kui materjalides on kasutatud keemilisi tulekaitsevahendeid, siis põlemise käigus eraldub rohkem suitsu ja toksilisi gaase ning paljud tulekahjude surmad ja vigastused ongi pigem sellest põhjustatud. Tulekaitsevahendite testimise käigus on tulekahju tekitatud kontrollitud keskkonda. Leegi suurus, sigaret, asukoht ja ventilatsioon on kitsalt ära defineeritud, kuid päris tulekahju korral ei ole nendest miski kontrollitud. Selliste testidega ei saa selgitada tulekaitsevahendite tõhusust ja vajalikkust



*Illustratsioon 6. Leegiaeglusti hoiab tulekahju eemal vaid mõned sekundid* <sup>26</sup>

Leegiaeglustid on ka ilma põlemiseta, tavapärasel kasutuses toksilised ja eralduvad mööblist siseruumi, settivad tolmu sisse ning sattuvad sealt meie organismi. Väikelapsed veedavad oma esimesed eluaastad põrandal ning nii koguneb nende organismi kolm korda rohkem kahjulikke aineid kui täiskasvanutel. Lapsed sünnivad juba sama kogusega, mis on nende emal. Ka loomad on ohustatud. Kassidel on 10 – 100 korda kõrgemad tasemed kui inimestel, sest nad lakuvad pidevalt oma karvkatet.

Leegiaeglustite kemikaalid sattuvad ka pinnasesse, jõgedesse ja ookeanidesse. Vaalade organismides on väga kõrged tasemed. 10 kilomeetrises Mariaani sügavikus elavate väikeste mereusside organismides on tulekaitsevahendi kemikaalide tasemed ülikõrged. Need ületavad

<sup>26</sup> Tom Harrington, Marketplace - CBC News, <https://www.cbc.ca/marketplace/episodes/2012-2013/burned>

isegi Hiina kõige reostatumates jõgedes elavate organismide tasemeid. Ka eskimotel ja jääkarudel on tasemed ekstreemselt kõrged. Kogu meie planeet – ookeanide sügavikust kuni atmosfääri kihtideni - on täis tulekaitsevahendite kemikaale.

Siseruumis võib leida tulekaitsevahendeid peamiselt mööbli poroloonis, tekstiilis, vaibas, ruloos, värvis jm viimistluses, samuti ka juhtmetes ja kaablites.

Tulekaitsevahendid põhjustavad lastel madalat IQ taset ja hüperaktiivsust. Täiskasvanutel hormonaalhäireid, vähenenud viljakust ja vähki.<sup>27</sup>

Tulekindlat mööblit on olemas ka ilma nende kemikaalideta. Oluline on küsida ja uurida infot. Materjalivalik saab olla nii tulekindlust kui ka tervist ja keskkonda arvestav. Tulekaitsevahendid ja -seadused loodi ajastul, mil suitsetati väga palju siseruumides. Tänapäeval on ühiskond edasi arenenud ning lisaks on ka välja töötatud mitmed erinevad tuleohutuse süsteemid. Samuti arvestame hoone ja ruumiplaneerimisel evakuatsioonitee äärse materjalivalikuga.

#### 4.4 Bisfenoolid ja ftalaadid

Bisfenooli ja ftalaate kasutatakse plastmassis. Need ained ei püsi kaua organismis. Kui lõpetatakse nende kasutus, siis organism saab mõne päevaga puhtaks. Siiski on loode ja väikelapsed eriti haavatavad, sest kemikaalid mõjutavad organite arengut. Need levivad üsna kergelt, mistõttu võib sisse hingata, süüa või juua. Bisfenoolid ja ftalaadid võivad ka naha kaudu organismi imenduda. Neid aineid eraldub ka vette või tolmu.

Bisfenool teeb plastiku tugevaks. Seda kasutatakse purgitoitude servades, plastiknõudes, imikutele närimiseks mõeldud mänguasjades, kassatšekkides ja ka mitmetes teistes valdkondades. Lastel põhjustavad need närvisüsteemi arengu probleeme. Pideval pikaajalisel kokkupuutel tekitavad need ka viljatust, südamehaiguseid, ülekaalulisust ja 2. astme diabeeti. Peamine tuntud kemikaal on bisfenool-A ehk BPA, mis tihtipeale asendatakse BPS või BPF-ga. Kahjuks pole ka need ohutud.

Ftalaadid teevad plastiku painduvaks. Peamiselt kasutatakse neid PVC-põrandates ja -torudes. Materjalist eraldudes tõstavad need tundlikkust allergikutel ja astmahaigetel.

---

<sup>27</sup> Flame retardants - Green Science Policy Institute, Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020

Pikaajalisel kokkupuutel võivad ftalaadid põhjustada viljatust. Tihtipeale asendatakse ka need sarnaste kemikaalidega, mis pole turvalised.<sup>28</sup>

#### 4.5 Lahustid

Lahustites kasutatavad kemikaalid aurustuvad kergelt ning tekitavad sudu. Settides võivad need saastada piinasevett ja sattuda joogivette. Lahusteid kasutatakse õlibaasil värvides, värvieemaldites, liimides, hermeetikutes ning puiduviimistlusvahendites. Mööblivalmistajatel esineb nende tõttu uimasust, tasakaaluprobleeme ja ähmasust. Kujuneda võib astma, vähk ning kahjustada saavad ka neerud ja närvisüsteem. Isegi väga madalad tasemed mõjuvad organismile ning häirivad loote arengut.<sup>29</sup>

Paljudes värvides ei lõppe aurustumine paari esimese päevaga, vaid aja jooksul jääbki eralduma lenduvaid orgaanilisi ühendeid. Selleks, et vältida nende kasutust, oleks hea valida õlivärvi asemel veebaasil värve. Liimidest tuleks valida samuti veebaasil liimid või kasutada hoopis kruvisid või teisi mehhaanilisi kinnitusi.

#### 4.6 Raskmetallid

Raskmetallidest tekitavad probleeme elavhõbe, arseen, kaadmium ja plii. Kui metallist toodetega otsesel kokkupuutumisel tervisekahjustusi ei saa, siis nende kaevandamine ja tootmine saastab siiski keskkonda. Elavhõbedat lendub õhku söekaevanduses ning satub veekogudesse. Arseen imendub riisiistandustes, mistõttu inimese organismi satub seda toidu kaudu. Plii oli eelmisel sajandil kasutuses bensiinis ning selle eemaldamisel kütustest langesid tasemed inimeste organismides märgatavalt.<sup>30</sup>

Raskmetallid on kõige ohtlikumad lootearengule ja väikelastele, sest kahjustavad aju arengut. Elavhõbe mõjutab inimese närvisüsteemi, neere, südant. Arseen tekitab erinevaid

---

<sup>28</sup> Bisphenols and Phtalates - Green Science Policy Institute, Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020

<sup>29</sup> Organic solvents - Green Science Policy Institute, Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020

<sup>30</sup> Jessica Wolpaw Reyes, Environmental policy as social policy ? The impact of childhood lead exposure on crime – National Bureau of Economic Research, <https://jwreyes.people.amherst.edu/papers/LeadCrimeNBERWP13097.pdf>

vähivorme ja veresoonkonnahaigusi. Kaadmium põhjustab nõrgenenud luid. Ei ole olemas plii turvalist kogust organismis. See võib esile kutsuda nurisünnitust ja viljatust.

Kaadmiumi kasutatakse värvides, metallkatetes ja ka plastikus. Elavhõbedat leidub luminofoorlampides. Neid ettevaatlikult käsitledes ning turvaliselt ära visates, saab riske vähendada.<sup>31</sup>

#### 4.7 Koondtabel

|                              |                                                                                                                 |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kõrgelt flooritud kemikaalid | vaip, tekstiilihooldusvahendid, pehme mööbel, liim, hermeetik, tulekustutusvaht, põrandavaha                    |
| Antimikroobsed ained         | värv, põrand, tekstiil, köögitööpind, paljud ehitusmaterjalid                                                   |
| Leegiaeglustid               | poroloon, tekstiil, vaip, ruloo, värv jm viimistlus, juhtmed, kaablid                                           |
| Bisfenoolid + ftalaadid      | plastik, vaik, epoksiidliim, vinüültapeet, linoleum, laminaat, tekstiil, PVC-torudes ja -põrandates             |
| Lahustid                     | õlibaasil värv, krohvivärv, akrüülvärv, värvi- ja lakieemaldi, liim, hermeetik, email, puidulakk ja -viimistlus |
| Raskemetallid                | luminofoorlambid, värvid, plastik, metallkatted                                                                 |

Tabel 1. 6 klassi süsteem. Autor: Mirell Ülle

<sup>31</sup> Certain Metals - Green Science Policy Institute, Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020

## 5. KAHJULIKE KEMIKAALIDE JA MATERJALIDE OLEMASOLU PÕHJUSED

Kemikaale tuleb iga päev juurde, ühiskond ei jõua järke pidada mis nendest on ohtlikud ning iga uus paneb unustama eelneva. Kui vaadata kõiki materjale mis ümbritsevad inimest, siis 90% on midagi viga. Mõnel rohkem, mõnel vähem. Põhjuseid on mitmeid, järgnevalt toon välja vaid mõningad nendest.

### 5.1 Keemikute õppekavas puudub toksikoloogia

On levinud arusaam, et keemia peabki ohtlik olema. Keemikud peavadki tegelema ohtlike molekulidega ja kaitsma end maskide, prillide, kinnaste ja ülikondadega. Nüüdseks on teada, et materjalide sisse pandud kemikaalid lenduvad sealt ka välja. Kui avada maailma koolide leheküljed, siis üheski keemia õppekavas ei ole nõutud toksikoloogia koolitus.<sup>32</sup> See aga tekitab olukorra, kus juba uute ainete ja molekulide loomisel ei mõeldaks tervisele, vaid seda tehakse alles siis, kui toode on valmis. Selleks ajaks on see aga läbinud mitmed materjali elutsükli etapid. Tagant järele tekib vajadus luua mitemid standardeid ja institutsioone, et seda kõike ohjata.

### 5.2 Kemikaalide lühike testimise periood

Toksikoloogia on eriala, mis uurib kuidas kemikaal kahjustab organismi ja kuidas toimub kokkupuude. See uurib DNA mutatsioone, hormoonide häiret jpm. On olemas kokkulepitud ja detailsed protokollid kuidas kemikaale testitakse ning kõik peavad seda tegema samades tingimustes. Toksikoloogid teevad loomkatseid peamiselt rottide peal. 18 kuud roti elu võrdub inimese 60-80 aastaga. Enamasti aga ühe-kahe aastaseid teste ei soovi tootjad teha, sest kulud ulatuvad 6-kohaliste arvudeni. Üldiselt võetakse põhipakett, milleks on 3 kuud. Nii lühikese aja jooksul ei selgu uuest ainest tervet ülevaadet ja antakse vaid osaline info. Kolme kuuga võtab loom kaalust alla, kuid elab, seejärel katse lõpetatakse.<sup>33</sup> Tekib küsimus, mis saanuks edasi? (*ill 7*)

---

<sup>32</sup> John Warner, (President & Chief Technology Officer, The Warner Babcock Institute for Green Chemistry) Green Chemistry - Building Products and Chemistry, Healthy Materials LAB online kursus

<sup>33</sup> Laura Vandenberg, Chemical Hazards and Toxicology - Building Products and Chemistry, Healthy Materials LAB online kursus



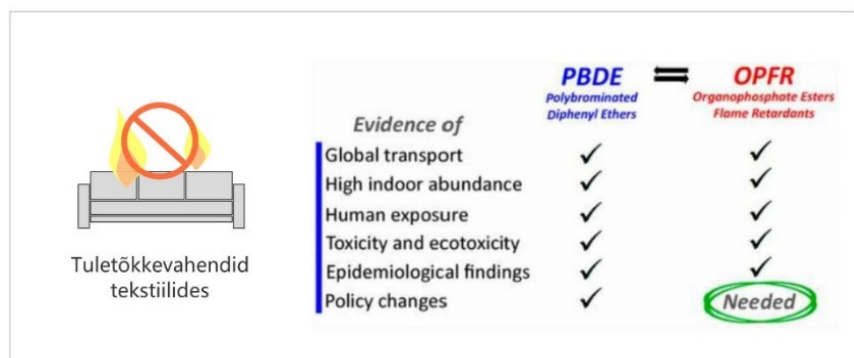
Illustratsioon 7. Kemikaale testitakse liiga vähe. Autor: Mirell Ülle

Paljud siseruumi materjalides kasutuses olevad kemikaalid on kehvasti uuritud. Uusi luuakse palju kiiremini, kui jõutakse neid tundma õppida. Alati on midagi veel, mida tuleks teada, kuid kemikaalid lastakse liiga vara turule.

### 5.3 Kahetsusväärne asendus

Kiirete testide põhjuseks on tihti peale ka tähtajad, mil on vaja leida keelatud ainele uus asendus. Taktika, mida nimetatakse inglise keeles *regrettable substitution*, tekitab olukorra, kus üks kahjulik kemikaal asendatakse teise samaväärsega. Asendused peavad olema piisavalt erinevad, et pääseda läbi regulatsioonide, kuid need ei pea olema inimesele turvalisemad. See kehtib näiteks pestitsiidide, tulekaitsevahendite, *non-stick* pannide ja küünelakkide kohta.<sup>34</sup> Järgneval illustratsioonil on näha kuidas polübroomitud tulekaitsevahend (PBDE) on asendatud halogeenitud tulekaitsevahendiga (OPFR), kuid olulist vahet neil ei ole (*ill 8*). Regulatsioonid ja teadustöö ei jõua käia käsikäes.

<sup>34</sup> Joseph Allen, Assistant professor, Harvard University, Stop playing whack-a-mole with hazardous chemicals - Washington Post, <https://www.washingtonpost.com/opinions/stop-playing-whack-a-mole-with-hazardous-chemicals/2016/12/15/9a357090-bb36-11e6-91ee-1addfe36cbe>



Illustratsioon 8. Tuletõkkevahendi kahetsusväärne asendus. Illustratsiooni autor: Mirell Ülle. Kemikaali võrdlus: väljavõtte uurimistööst <sup>35</sup>

Üks probleemsemaid on ka perfluorooktaanhape (PFOA), mida tuntakse kui C8 ja tefloni nimetuse all. See aine keelustati, sest sisaldas 8 ohtlikku süsinikku, kuid sellele on tulnud sadu asendusi C6, C4, C3 kujul. Nende info hoitakse saladuses. Teada on aga C8 kantserogeensus ja sarnase struktuuriga molekuli sarnane mõju DNA-le. <sup>36</sup>

#### 5.4 Rohepesu

Tänu kemikaalide asendusele saab tootele panna sildi, mis ütleb, et see on vastava keelatud aine vaba. Hea näide sellest on bisfenool-A vabad (*BPA-free*) tooted. Bisfenoole kasutatakse plastikutes ning väga palju on tooteid, mille turundus on üles ehitatud just sellele rohelsele sildile. Samas ei anta infot millega on keelatud aine asendatud. Nii võidakse tekitada vale mulje puhtast tootest. Peamiselt on need erinevad imikutele ja väikelastele mõeldud lutipudelid, nõud ja närimislülid. Enamasti on aga BPA asenduseks BPS, mis võib olla lastele isegi veel ohtlikum. <sup>37</sup>

<sup>35</sup> Arlene Blum, Mamta Behl, Linda S. Birnbaum, Miriam L. Diamond, Allison Phillips, Veena Singla, Nisha S. Sipes, Heather M. Stapleton, Marta Venier, Organophosphate Ester Flame Retardants: Are They a Regrettable Substitution for Polybrominated Diphenyl Ethers? – ACS Publications, <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.estlett.9b00582>

<sup>36</sup> Highly Fluorinated Chemicals – Green Science Policy Institute, Healthy Materials LAB online kursused, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020

<sup>37</sup> Joseph Allen, Assistant professor, Harvard University, Stop playing whack-a-mole with hazardous chemicals – Washington Post, <https://www.washingtonpost.com/opinions/stop-playing-whack-a-mole-with-hazardous-chemicals/2016/12/15>

Erinevates rohemärkides peitub erinev info. Näiteks roheline puuleheke vineeri infolehel tähendab tihtipeale, et tootja tegeleb jätkusuutliku metsamajandusega, kuid see ei tähenda, et toode on siseruumis keskkonnasõbralik. See tekitab tarbijal tunde loodustlähedasest materjalist, kuigi valmistamisel on tõenäoliselt kasutatud formaldehüügliimi. Oluline on vaadata toote koostist, mitte lasta eksitada end erinevatest märkidest.

## 6. UURIMISOBJEKT – KOHTLA-JÄRVE RIIGIGÜMNAASIUM

Materjalidest eralduvad ained on kõige ohtlikumad just kasutuse algusperioodis ning lapsed on kõige vastuvõtlikumad. Sellest lähtuvalt valisin oma uurimisobjektiks kõige uuema kooli Eestis, milleks osutus Kohtla-Järve Riigigümnaasium. Hoone autorid on BOA Arhitektid ja Pille Lausmäe Sisearhitektuuribüroo ning see avati 2019. aasta septembris. Koolimajas mõõtsin siseõhu kvaliteeti 2020 a märtsikuus ja viisin läbi ka küsimustiku. Eesmärk oli uurida seost õhukvaliteedi ja ruumikasutaja enesetunde vahel.

### 6.1 Siseõhukvaliteedi mõõtmine

Kasutasin Igeress Air Quality monitори, mis mõõdab formaldehüüdi (HCHO), kogu lenduvate orgaaniliste ühendite (TVOC) ja peenete mikroosakeste (PM) sisaldust õhus. Siseruumi materjalidest eralduvad peamiselt esimesed kaks, mistõttu toon esile just need tulemused. Siseõhu kvaliteedile pole seadusega määratud piirnorme, seega lähtun oma töös Maailma Terviseorganisatsiooni soovitatud tasemetest.

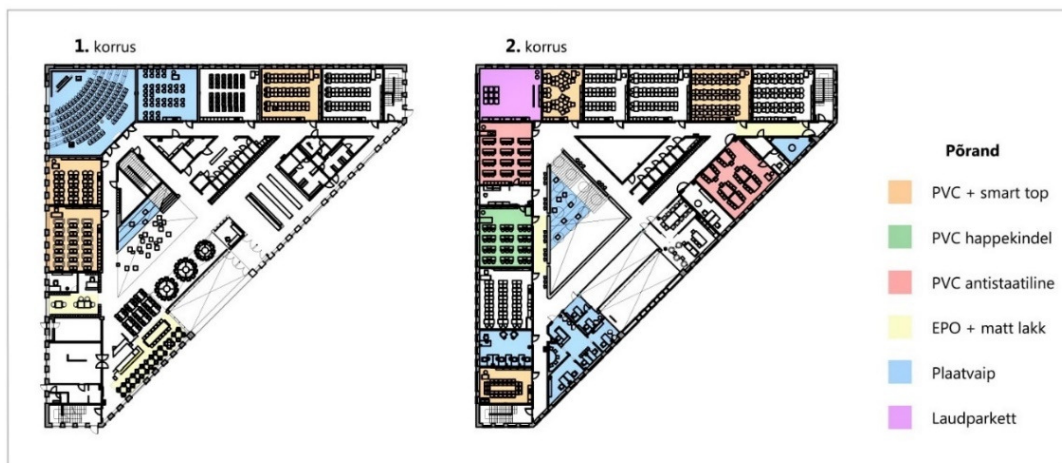
| TVOC mg/m <sup>3</sup>   | HCHO mg/m <sup>3</sup> |
|--------------------------|------------------------|
| < 0,3 Madal              | < 0,1                  |
| 0,3 - 0,5 Aktsepteeritav | > 0,1                  |
| 0,5 - 1 Marginaalne      |                        |
| 1 - 3 Kõrge              |                        |
| > 3 Ülikõrge             |                        |

Lenduvate orgaaniliste ühendite koguarv <sup>38</sup> Formaldehüüd <sup>39</sup>

Hoones viibisin 6,5 h, mille keskel sulgus hoone ventilatsioonisüsteem. See lasi võrrelda ruumide õhusaastatust enne ja pärast õhuvahetust ruumis. Mõõtmise ajal ei viibinud ruumides teisi inimesi. Kokku mõõtsin koolimajas 22 ruumi/ala siseõhu kvaliteeti (*skeem 1*). Igas ruumis võtsin 2 - 3 proovi, auditooriumis rohkem.

<sup>38</sup> Acceptable VOC levels in the air - Tecam Group <https://www.tecamgroup.com/acceptable-voc-levels>

<sup>39</sup> Dr Christian Meyer, Overview of TVOC and Indoor Air Quality - <https://www.idt.com/eu/en/document/whp/overview-tvoc-and-indoor-air-quality>

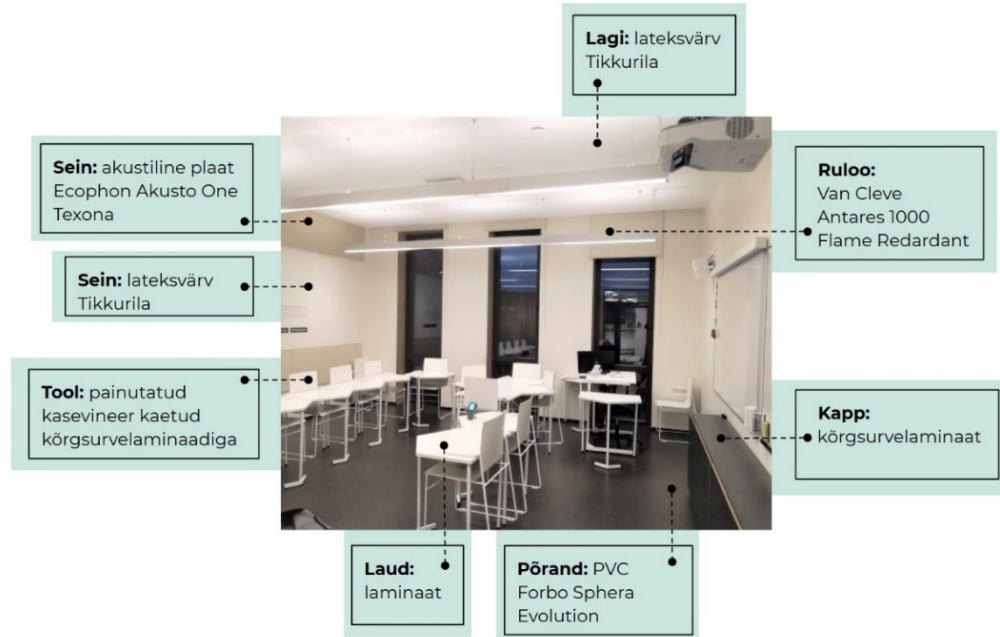


Skeem 1. Mõõdetud ruumid. Joonise autorid: Boa Arhitektid, PLSAB. Muudatused: Mirell Ülle

Läbi hoone on kasutuses valdavalt samad materjalid. Koolimaja seinad ja laed on kaetud lateksvärviga. Kapid, lauad ja toolid on kaetud laminaadiga. Töökabineti mööblil on ka tammespoon. Klassiruumides on kasutusel PVC põrandakate. Töökabinettides, auditooriumis ja muusikaklassis vaipkate. Avalikel aladel on kasutatud EPO-põrandat ning puitpõrand on kasutuses vaid *black-box*'is. Kasutatud materjalid vastavad Riigi Kinnisvara AS nõuetele.<sup>40</sup> Järgnevalt toon esile ruumid, kus inimesed viibivad päeva jooksul kõige rohkem – klassiruumid ja töökabinetid. Kõikide mõõdetud ruumide täpseid tulemusi ja koondtabelit saab näha lisas 1.

<sup>40</sup> Kooliruumid – Riigi Kinnisvara, <https://nouded.rkas.ee/ruumikaardid>

### 6.1.1 Klassid – PVC-põrandakattega ruumid



Skeem 2. Klassiruumides kasutatud materjalid. Foto ja skeemi autor: Mirell Ülle

Mõõtsin kokku kuute klassiruumi. Kõikides on kasutusel samad materjalid (*skeem 2*). Materjalide korduvus annab võrreldava tulemuse erinevates ruumides. Järgnevas diagrammis on näha ülevaadet kuidas õhusaastatus tõuseb, kui ventilatsioon on kinni. (*diagr 1*)

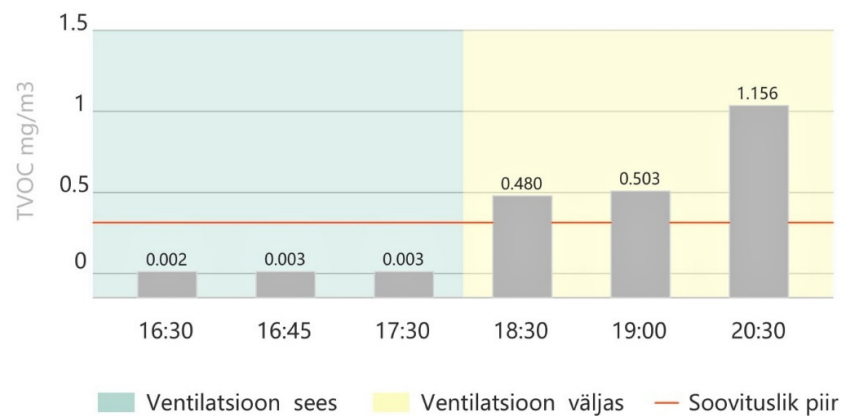
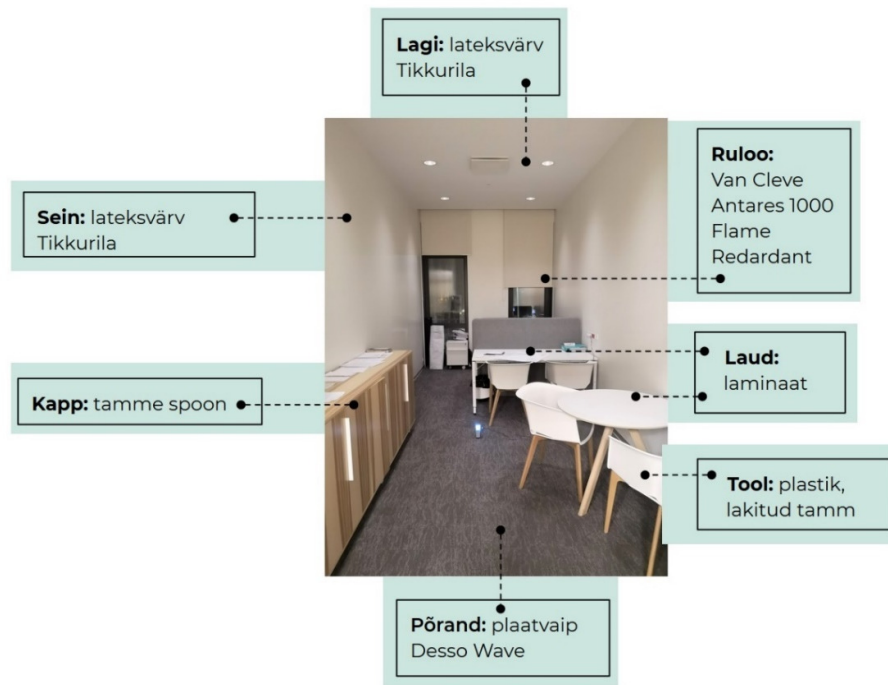


Diagramm 1. Klassiruumide siseõhukvaliteet. Autor: Mirell Ülle

### 6.1.2 Töökabinetid jt vaipkattega ruumid



Skeem 2. Kabinettides kasutatud materjalid. Foto ja skeemi autor: Mirell Ülle

Vaipkatted on kasutuses töökabinettides, auditooriumis ja muusikaklassis. Viimased kaks on mõõdetud ventilatsiooni töötades ning õhusaastega probleeme ei esinenud. Kabinetid olid mõõtmise hetkeks seisnud tühjana ja õhuvahetusega ca 2 h ning nendes ruumides olid näidud üsna kõrged (*diagr 2*).

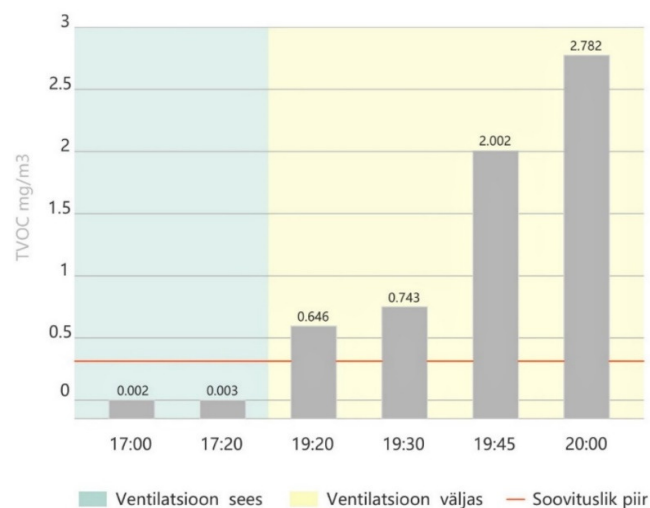


Diagramm 2. Vaipkattega ruumide siseõhukvaliteet. Autor: Mirell Ülle

### 6.2 Küsimustik

Küsitluse eesmärk oli uurida nii õpilaste kui õpetajate tähelepanekuid siseruumi õhukvaliteedi osas ning välja selgitada, kas nad on leidnud seoseid ruumi, õhu, materjalide ja enesetunde vahel. Kokku vastas 150 inimest, neist 44 on allergia- või astmahaiged.

Küsimustiku täpsemad tulemused on lisas 2. Järgnevalt toon esile olulisemad aspektid:

- 78% vastanutest esineb haige maja sündroomile iseloomulikke sümptomeid, mis majast väljudes mööduvad
- 70,7% vastanutest arvas, et ruume on vaja tuulutada päeva jooksul 2-3 korda või enam

53 inimest seostas halba enesetunnet konkreetse ruumiga. Kokku nimetati 16 erinevat ruumi, kus õhukvaliteet on enesetunnet häiriv. Peamiselt tunti end kehvasti keemia (13 in) ja kunstiklassis (11 in).

### 6.3 Kokkuvõte ja järeldused

Formaldehüüdi üldine madal tase läbi erinevate koolimaja ruumide näitab, et lamineeritud mööblist ei eraldu seda olulisel määral. Hoone puhul on lähtutud piirnormidest, materjalid vastavad nõuetele ja numbrite kohaselt peaks ventilatsioonist justkui abi olema, kuid küsimustiku tulemusest on näha kuidas paljude enesetunne on häiritud. Neil esineb haige maja sündroomile iseloomulikke kaebusi ning ruumid vajavad päeva jooksul tuulutamist. Senikaua kui inimene viibib ruumis ja puutub otseselt kokku materjaliga, võib tema organsimi sattuda kahjulikke ühendeid, mis mõjutavad enesetunnet ja tervist. Ainult ventilatsioonist ei piisa.

## 7. TESTID MATERJALIDEGA

Mõistmaks paremini, kui palju saastavad õhku materjalidest eralduvad kemikaalid, mõõtsin neid eraldi katsekastis. Eesmärk oli ka uurida, kas materjali koguse lisades saasteainete hulk tõuseb. Materjalide valikus tuginesin eelnevale uurimistööle. Emissiooni mõõtmiseks kasutasin samuti Igeress Air Quality monitori. Katsekasti, mõõtmetega 500x500x500 mm, valmistasin akrüülist. Testimised viisin läbi värskes õhus, kus vaadeldavad näidud olid 0-lähedased. Enne iga materjali testimist veendusin segavate faktorite puudumises, tuulutasin eelneva õhusaaste ning mõõtsin kasti ka tühjana. Ühe tüki mõõtmiseks kulus aega 15-60 min, vastavalt sellele, millal näit püsima jäi ja enam ei tõusnud. Lähtusin taas Maailma Terviseorganisatsiooni soovituslikest tasemetest.

| TVOC mg/m <sup>3</sup>   |
|--------------------------|
| < 0,3 Madal              |
| 0,3 - 0,5 Aktsepteeritav |
| 0,5 - 1 Marginaalne      |
| 1 - 3 Kõrge              |
| >3 Ülikõrge              |

| HCHO mg/m <sup>3</sup> |
|------------------------|
| < 0,1                  |
| > 0,1                  |

### 7.1 Puit



Illustratsioon 9. Mõõdetud puitmaterjal. Vasakult: vineer 12 mm, liimpuit, melamineeritud puitlaastplaat

Fotode autor: Mirell Ülle

Puitmaterjalidest osutus valituks kaks erineva paksusega vineeri, liimpuit, OSB ehk puitlaastplaat, MDF ehk keskmise tihedusega puitkiudplaat ning melamineeritud puitlaastplaat (ill 9). Peamine probleemiallikas puitmaterjali puhul on nendes kasutatav formaldehüüdiim. Järgnevast diagrammist on näha kuidas vineer ja liimpuit osutusid selles osas kõige kõrgemaks, ületades soovituslikku piirnormi (diagr 3). Kõige probleemsem oli 12 mm vineer, mille näidud tõusid punaseks juba esimese minuti jooksul. See näitab, et katmata materjalist eraldub väga tugevalt formaldehüüdi. Mõõteaparaat on formaldehüüdi võimeline mõõtma kuni 1.999 mg/m<sup>3</sup>, tegelik õhusaastatuse tase oli tõenäoliselt veel kõrgem.

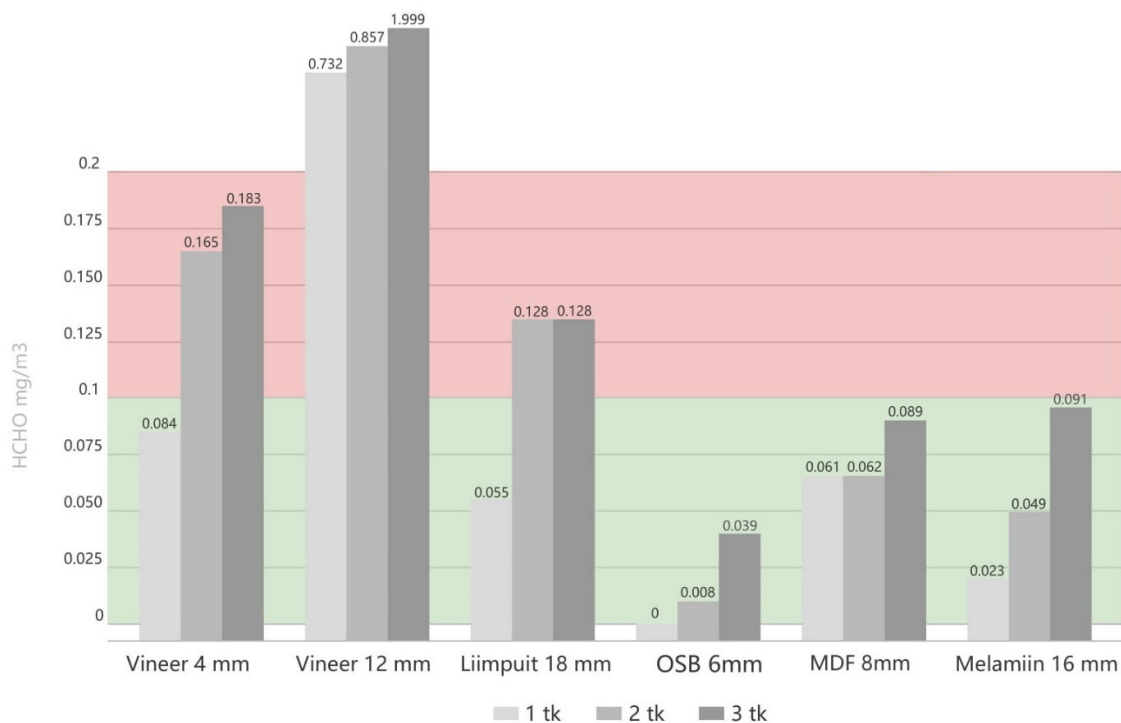


Diagramm 3. Formaldehüüdi emissioonitasemed puitmaterjalides. Autor: Mirell Ülle

Järgmine diagramm vaatleb orgaaniliste ühendite kogulenduvust (*total volatile organic compounds* ehk *TVOC*) puitmaterjalides (diagr 4). TVOC kõrged tasemed tulenevad keemilistest lisaainetest, mida liimidesse pannakse. Mõningate lisandite eesmärk on peatada formaldehüüdi lenduvust, kuid see meetod toimib vaid kindlal õhuniiskuse- ja temperatuurivahemikul. Kui need on ületatud, siis lendub formaldehüüd tavapäraselt ja lisaks lenduvad ka lisaained. See tõstabki mõne materjali puhul just TVOC taset. Tulemustest on ka näha kuidas iga tüki lisades, õhusaastatus tõuseb. Siin tootsin esile taaskord 12 mm vineeri ja MDF-i liiga kõrged tasemed. Õhumõõtja on võimeline näitama

TVOC taset kuni 9,999 mg/m<sup>3</sup>. Soovituslikku piirnormi ülevatad ka OSB ja liimpuit. Küll tunduvalt vähemal määral, kuid siiski on see arvestatav kogus õhusaastet.

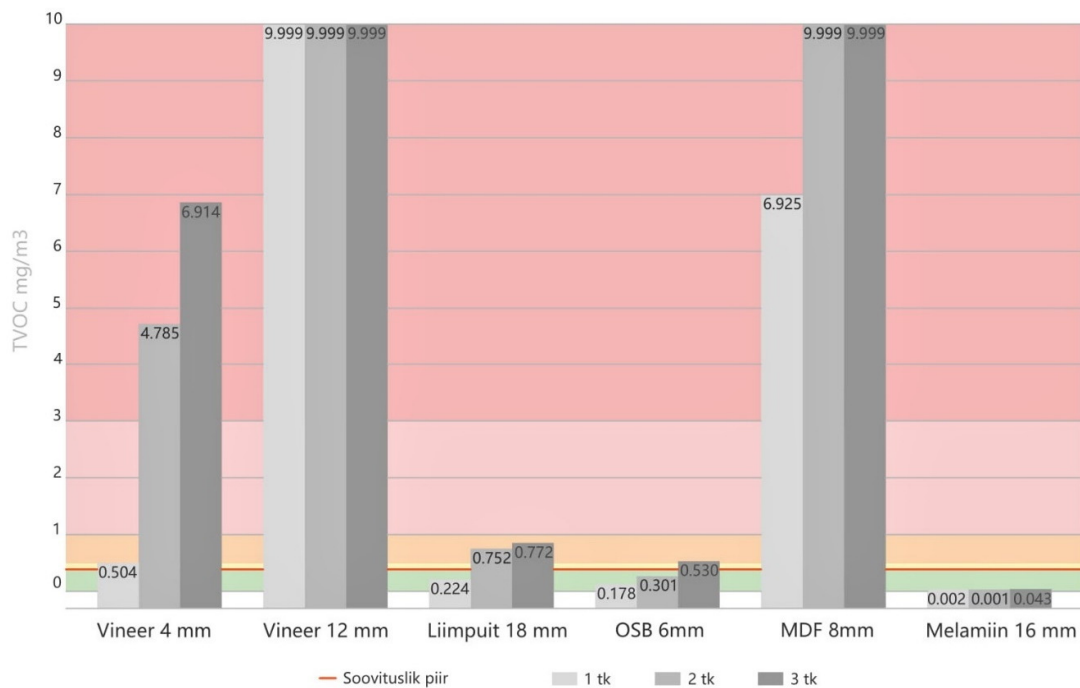


Diagramm 4. Kogu lenduvate orgaaniliste ühendite emissioonitasemed töödeldud puitmaterjalides

Autor: Mirell Ülle

Kui vaadelda mis püsib soovituslikes normides, siis ainus nendest on melamineeritud puitlaastplaat. Ülejäänud mõõdetud materjalid ei jäänud alla soovituslikku taset (*diagr 5*). Puitlaastplaat on teisel kohal, kuid sisaldab siiski arvestatavas koguses lenduvaid orgaanilisi ühendeid, mis pikema aja jooksul saastavad tasapisi keskkonda. Puitmaterjalide mõõtmistulemused on tabelina ära toodud lisas 3.

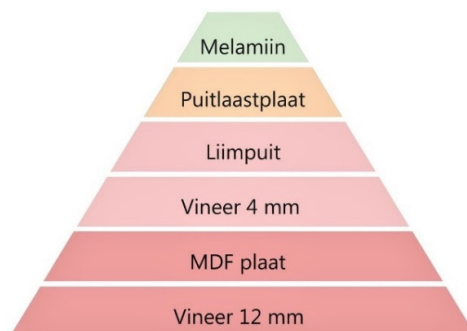
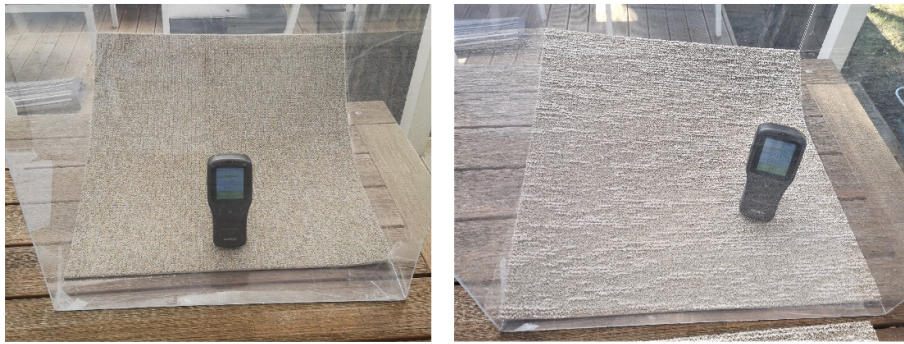


Diagramm 5. Puitmaterjalide järjestus siseõhu saastatuse kohaselt.

Autor: Mirell Ülle

## 7.2 Vaip



Illustratsioon 10. Vasakul Desso Stratos, paremal Desso Wave Ecobase. Fotode autor: Mirell Ülle

Vaipkatted valisin Kohtla-Järve Gümnaasiumi järgi, et võrrelda tulemusi ruumist eraldi. Hoones on kasutuses Desso tootesarjad Wave Ecobase, Stratos ja Grain (ill 10). Wave ja Grain tootesarjal on TVOC taset testitud tootja poolt 28 päeva jooksul. Wave infolehel on emissiooni väärtus kuni  $0,1 \text{ mg/m}^3$ . Katsekastis mõõtmise tulemus oli 0-lähedane (diagr 6).

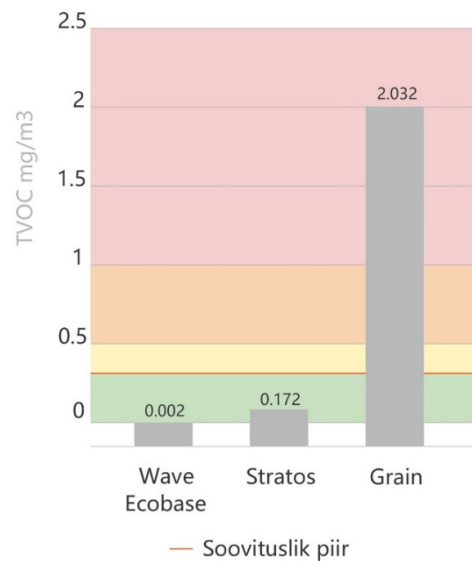


Diagramm 6. Mõõdetud vaibad. Wave Ecobase, Stratos ja Grain. Autor: Mirell Ülle

Ecobase vaip on läbinud tervisetestid ning see on 100% ftalaadi-vaba. Vaip omab Cradle to Cradle Silver sertifikaati.<sup>41</sup> Stratos tooteinfo ei olnud TVOC väärtust ära toodud, kuid põhjana on kasutatud samuti Ecobase'i.<sup>42</sup> Katsest selgus, et Stratose tase on küll kõrgem, kuid ei ületa soovituslikku piirnormi. Grain sarjal on tagumine pool Probase ning tootja poolt

<sup>41</sup> Wave Ecobase – Desso, [https://professionals.tarkett.com/en\\_EU/collection-C001086-wave/wave-b754-9990](https://professionals.tarkett.com/en_EU/collection-C001086-wave/wave-b754-9990)

<sup>42</sup> Stratos – Desso, [https://media.tarkett-image.com/docs/DS\\_INT\\_Stratos.pdf](https://media.tarkett-image.com/docs/DS_INT_Stratos.pdf)

märgitud lenduvuse piirväärtus on 1 mg/m<sup>3</sup>, mis ületab juba kolmekordselt Maailma Terviseorganisatsiooni soovituslikku piirnormi.<sup>43</sup> Katsekastis selgus aga tõsiasi, et see eraldab tootja enda lubatud piirist kaks korda rohkem kahjulikke ühendeid. Sünteetiliste vaipade puhul, mille kiud või tagakülg on valmistatud polüpropüleenist jääb aja jooksul eralduma orgaanilisi ühendeid.

Võrreldes katseid Kohtla-Järve Gümnaasiumiga on tulemused aga vastupidised. Ruumides, mille mõõtmise hetkel oli ventilatsioon sees, oli kasutuses Grain vaibad ja seal oli õhusaastatuse tase alla normi. Töökabinettides oli kasutuses Wave Ecobase, mõõtmise ajal oli ventilatsioon kinni ning õhusaastatus oli ülikõrge.

Kui toode on spetsifikatsioonide kohaselt madala lenduvusega, siis võib probleeme tekitada hoopis vale paigaldus või hooldus. Materjaliga võivad reageerida liim või puhastusvahendid. Ka tavaline vesi võib mõne toote puhul tekitada reaktsiooni, mis vallandab keemiliste ühendite eraldumise protsessi.

### 7.3 Plastik

#### 7.3.1 Diivanilauad



Illustratsioon 11. Diivanilaud Bowl. Allikas: aatrium.ee

Järgnevad katseobjektid on kaks plastikust kausikujulist lauda, mille kaanematerjal on saarepuidust vineer ja MDF (*ill 11*). Uurimistöö protsessi osaks said need läbi isikliku kogemuse. Esimest korda pakendist välja võttes oli tunda plastikust osal väga tugevat kemikaali lõhna. Esimesel mõõtmisel tõusis TVOC tase maksimumini, mida antud tehnika on võimeline näitama. Selgus, et tegu on probleemse mööbliga ja ületab ülikõrgelt aktsepteeritavat taset. Laudu on kaks, millest ühte tuulutasin kaks nädalat iga öö värskes õhus. Tuulutatud laua tase oli hiljem küll veidi madalam, kuid see ei muutunud oluliselt

<sup>43</sup> Grain – Desso, [https://media.tarkett-image.com/docs/DS\\_INT\\_Grain.pdf](https://media.tarkett-image.com/docs/DS_INT_Grain.pdf)

paremaks, et seda kasutama hakata. Ka pool aastat hiljem mõõtes, olid näidud veel endiselt väga kõrgel (*diagr 7*).

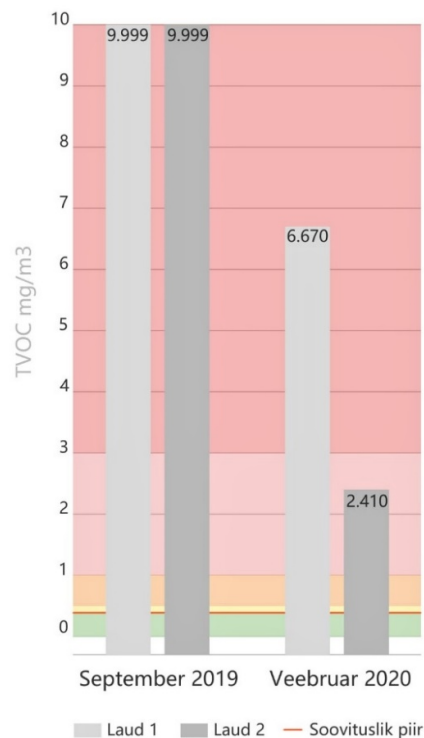


Diagramm 7. Plastikust laudade mõõtmistulemused. Autor: Mirell Ülle

Veebruaris mõõtsin samal ajal ka ruumi, et vaadata kui palju mõjutab lauast tulenev lenduvus toa õhukvaliteeti (*ill 12*). Enne laudade mõõtmist oli toa õhukvaliteedi tase 0,5 mg/m³. Kahe tunni möödudes, pärast laudade mõõtmist, tõusis õhusaastatus pea kolmekordseks. 20 min hiljem, kui ruum oli tuulutatud ning laudade kaaned kinni, püsis toaõhk taas madalam (*diagr 8*).



Illustratsioon 12. Ruumi õhukvaliteedi mõõtmine. Foto autor: Mirell Ülle

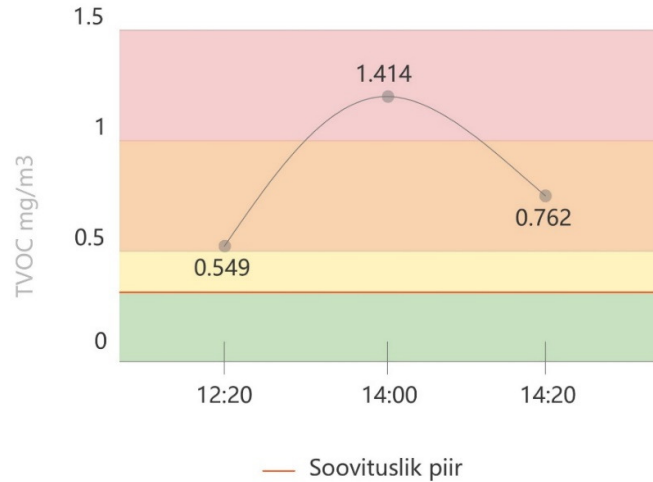


Diagramm 8. Toaõhk mõõdetuna enne, samal ajal ja pärast laudade mõõtmist. Autor: Mirell Ülle

Peamiselt valmistatakse plastikust mööblit polüpropüleenist või polüvinüülkloriidist (PVC), kuid uurimistöö käigus ei õnnestunud selgitada millest on lauad valmistatud. Edasimüüjalt ei saanud infot ei toote, maaletooja ega ka tootja kohta. Vastati, et tegemist on Prantsusmaa firmaga, kes ei tegele enam mööblivalmistamisega. See toode on hea näide, kuidas isegi Euroopa turg ei ole kontrollitud.

### 7.3.2 PVC Põrandakatted ja marmoleum

Polüvinüülpõrandakatetest mõõtsin Forbo viite erinevat toodet. Üks nendest, Sphera Evolution, on kasutusel Kohtla-Järve Gümnaasiumi klassiruumides. Ohtlike orgaaniliste ühendite lenduvuse põhjustavad nendes materjalides ftalaadid, mis teevad materjali pehmeks ja plastitsiidid, mis hoiavad ära rullmaterjali kokkutõmbumise. Tootja on lenduvuse vähendamiseks eemaldanud paljudest tootesarjadest ftalaadid ning pakub valida põrandakatet plaatidena, mis vähendab plastitsiidide kasutamise vajadust.

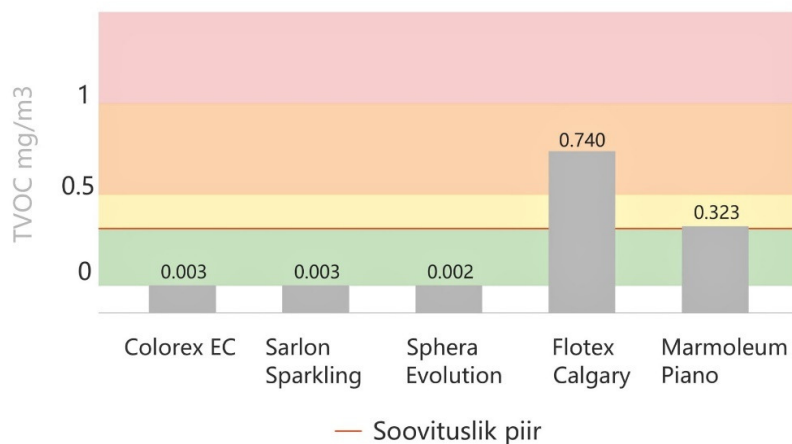


Diagramm 9. Forbo põrandakatete TVOC väärtused. Autor: Mirell Ülle

Colorex EC on antistaatiline ning loodud selleks, et maandada elektrilaenguid laborites, IT-ruumides jm. Tootelehel puudub info TVOC väärtuse ja ka ftalaatide kasutuse osas.<sup>44</sup> Toode on saadaval plaatidena, mis võib olla madala lenduvuse selgituseks.

Sarlon Sparkling tootesarja puhul on TVOC väärtuseks määratud 0,055 mg/m<sup>3</sup>.<sup>45</sup> Katsetulemus oli 0-lähedane.

Sphera Evolution on ftalaadi-vaba ja madala lenduvusega, tootja poolt testitud TVOC väärtus on 0,01 mg/m<sup>3</sup>.<sup>46</sup> Pealmise viimistluskihi SMART-top, mis tagab vastupidavuse kriimustuse, pleki ja kemikaalidele, puudub koostise info. Ka testimise tulemus näitas ülimaldat taset.

Flotex Calgary tootesari on heakskiidetud Allergy UK Seal of Approval'i poolt. Sellel on ainulaadne omadus püüda ruumis levivaid allergeene ja tolmu. Selle puhastamisel tuleb kaks korda enam allergeene kui tavalistel toodetel. Tootja poolt tehtud emissiooni testides jäid tulemused alla tuvastatava taseme.<sup>47</sup> Katsekastis tõusis tulemus aga üsna kriitilise piirini. Flotex moodulpõrand andis tulemuseks 0,740 mg/m<sup>3</sup>.

<sup>44</sup> Colorex EC Product Construction – Forbo, [https://www.forbo.com/flooring/en-gl/products/esd-cleanroom-flooring/colorex-ec/colorex-ec/bhlsck#panel\\_100](https://www.forbo.com/flooring/en-gl/products/esd-cleanroom-flooring/colorex-ec/colorex-ec/bhlsck#panel_100)

<sup>45</sup> Sarlon Sparkling Technical Specifications – Forbo, [https://forbo.blob.core.windows.net/forbodocuments/15413/Forbo\\_Sarlon\\_Sparkling\\_technical\\_specifications.pdf](https://forbo.blob.core.windows.net/forbodocuments/15413/Forbo_Sarlon_Sparkling_technical_specifications.pdf)

<sup>46</sup> Sphera Evolution Technical Specifications – Forbo, [https://forbo.blob.core.windows.net/forbodocuments/53792/Forbo\\_Sphera\\_Evolution\\_technical-specifications.pdf](https://forbo.blob.core.windows.net/forbodocuments/53792/Forbo_Sphera_Evolution_technical-specifications.pdf)

<sup>47</sup> Flotex Calgary – Forbo, <https://www.forbo.com/flooring/en-gl/products/flotex-flocked-flooring/flotex-planks/flotex-calgary/bhyvey>

Viimasena mõõtsin ka marmoleumi Piano, et võrrelda looduslikku ja tehislukku materjali. See on PVC-, PET-, sünteetilise kummi ja plastitsiidi-vaba. TVOC väärtuseks on märgitud 0,05 mg/m<sup>3</sup>.<sup>48</sup> Üllatuseks oli selle TVOC mõõtmistulemus, mis jäi pisut üle soovitusliku piiri. Veel üllatavam oli formaldehüüdi sisaldus marmoleumis, mille tase ületas aktsepteeritavat piiri 0,110 mg/m<sup>3</sup>. Põrandakatte materjalide tabel on lisas 4.

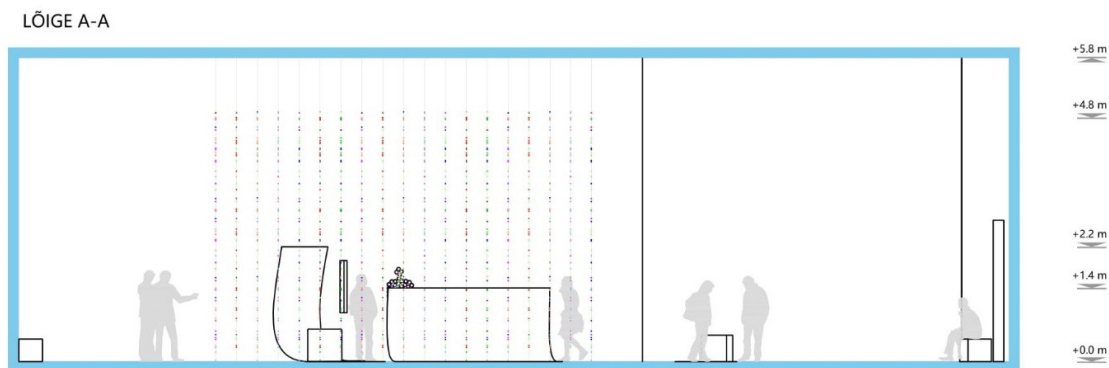
---

<sup>48</sup> Marmoleum Piano – Forbo, <https://www.forbo.com/flooring/en-gl/products/linoleum/marmoleum-solid/marmoleum-piano/b8ixpa#3630>

## 8. LÕPUTÖÖ VÄLJUND – NÄITUS

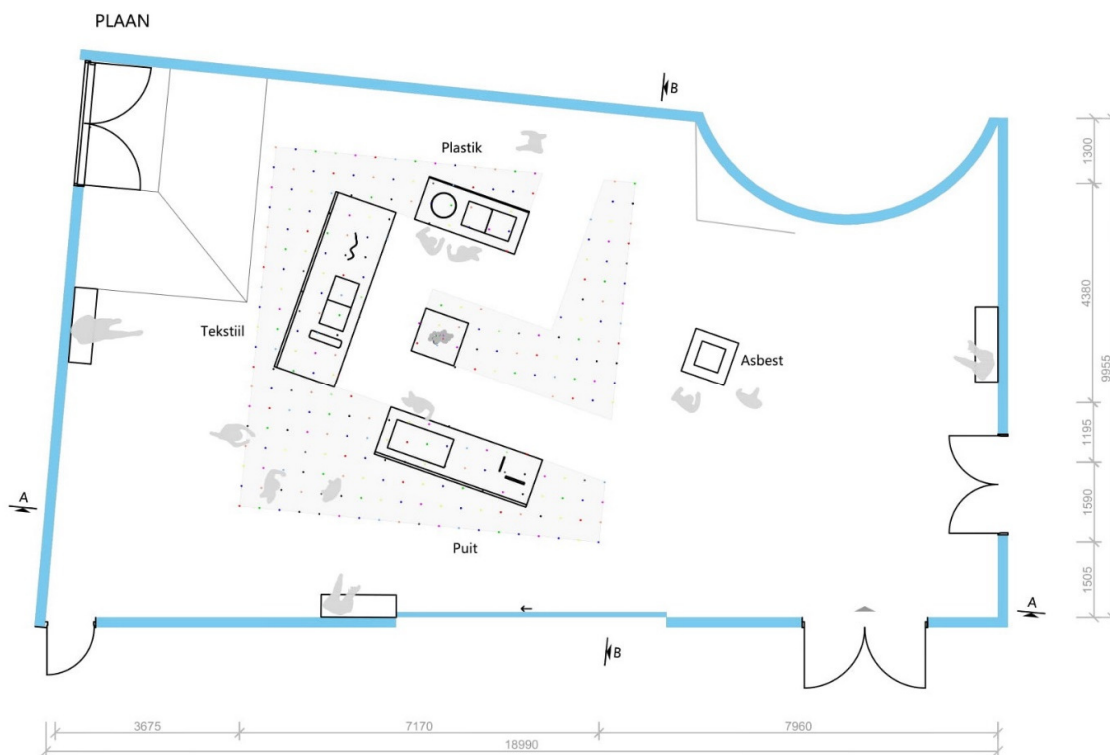
Tehisliku keskkonna mõju elusorganismile võib olla suurem, kui teadlikud oleme ning näitus on hea vahend selle probleemi teadvustamiseks. Seetõttu valisin lõputöö väljundiks väljapaneku, mis on kujundatud Eesti Kunstiakadeemia galeriisse. Näituse eesmärk on näidata kuidas siseruumi materjalides kasutatavad kemikaalid mõjutavad õhku ja inimest.

Ruumi keskel asetseb väikestest värvilistest pallidest riputatud helendav installatsioon, mis on piiritletud hoonekujuliseks massiks. Erinevad värvid sümboliseerivad kemikaalide paljusust, nõ kokteili, õhus. Installatsiooni eesmärk on anda külastajale ruumiline elamus ja seeläbi tuua siseõhusaastatuse probleem esile. Läbi füüsilise ruumilise kogemuse on probleem meeldejäavam, kui näiteks valguse või muu tehnika abil saavutatud efekt. Vahetu otsene kogemus tekitab momente, kus ei ole võimalik mööda vaadata ja tänast olukorda ignoreerida. Installatsiooni ümbritsev tühiruum laseb aimata millest see mass tuleneb – selle sees asetsevatest materjalidest.



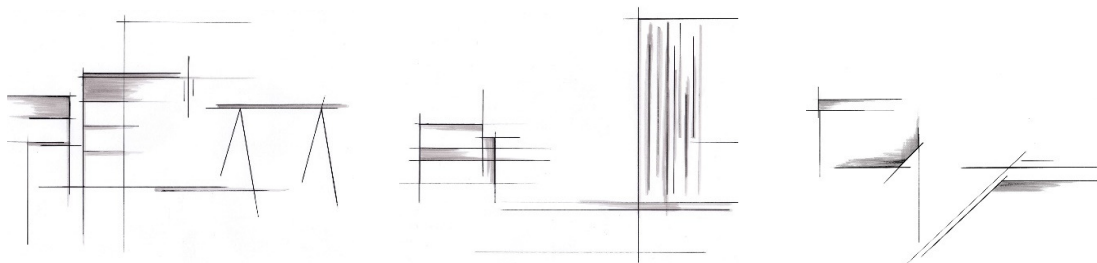
Joonis 1. Lõige A-A. Autor: Mirell Ülle

Hoonemassist väljas asetseb üksikus kinnises kastis asbest, mis on nüüdseks keelatud kahjulik materjal. Samas, selle kõrval asetsevas hiiglaslikus pilves on materjale, mille kahjulikkusest on teadus ja meditsiin teadlik, kuid millega endiselt puutume igapäevaselt kokku. Kõige selle keskel seisev abstraktne inimfiguur on tõestus, kuidas õhus leviv saaste on tema sees samapalju kui õhus. Siin pole miski oletuslik või teoreetiline, vaid füüsilisel kujul väga konkreetse eksistentsiga.

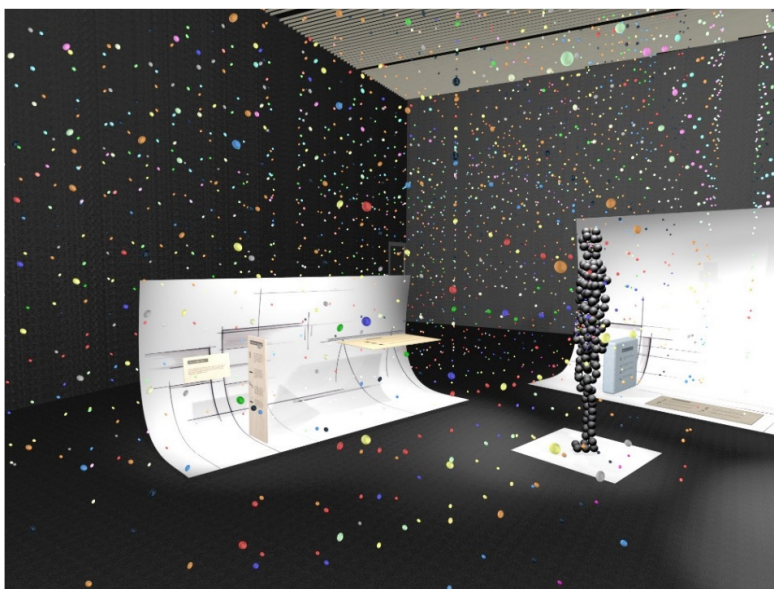


Joonis 2. Plaan. Autor: Mirell Ülle

Materjali liike on esindatud kolm – puit, tekstiil, plastik. Igäühes on esile toodud 2-3 materjalinäidist, mille aluseks ja taustaks on valge leht. Seinad ja põrand on tumedaks kaetud, et pääseks esile lihtsa paberilehe mõju, mis omakorda laseb materjalil domineerida. Materjali esitluse puhul ei ole oluline disain ega funktsioon. Iga materjali tükk on kui fragment mööblist, iga mööbel on kui fragment ruumist. Arhitektuurselt visandlik joon materjali taustalehel nõuab tähelepanu probleemile juba disainiprotsessis.

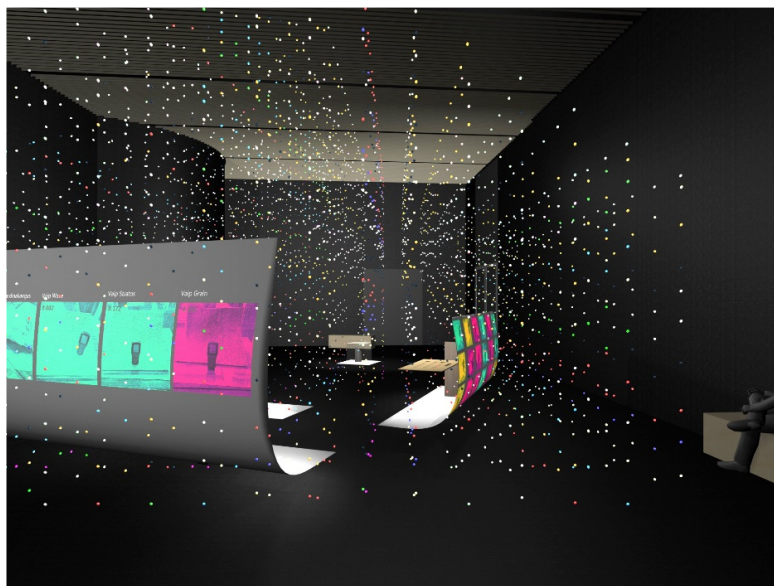


Illustratsioon 13. Puit, tekstiil, plastik. Autor: Mirell Ülle



Illustratsioon 14. Puidu ja tekstiili esitlus näitusel, inimese skulptuur. Autor: Mirell Ülle

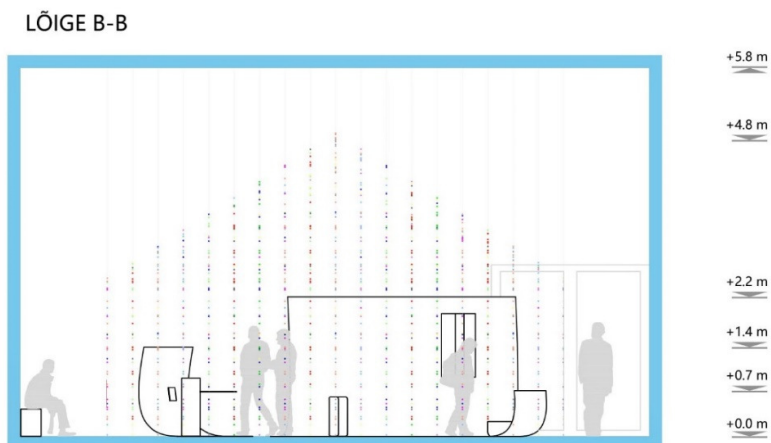
Galeriisse sisse astudes tutvub külastaja esmalt asbesti ajalooga, mille pilt on suunatud projektoriga kaarseinale. Sealt edasi ei ole liikumise järjekord oluline. Installatsiooni seespool on peamiselt uurimistöö teoreetiline osa. Vastav info on materjalidele peale trükitud: kahjulik aine ehk mida vältida või jälgida, eraldumise viisid, sattumine organismi ning mõju tervisele. Massi välisperimeetris liikudes, saab näha valge lehe tagaküljele projektoriga näidatud infot uurimistöö praktilisest osast ehk tutvuda mõõtmistulemustega.



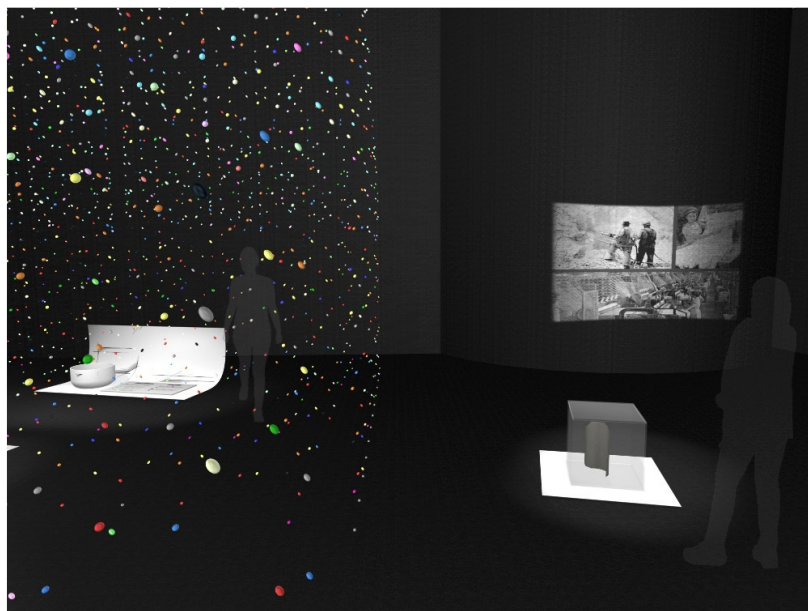
Illustratsioon 15. Puidu ja tekstiili esitluse tagakülg. Autor: Mirell Ülle

Ruumi otstesse on asetatud pingid, et tuua külastaja kõigest eemale – võtta hetk, vajalik mõttepaus ja näha tervikpilti.

Valgustus on lahendatud materjalidele suunatud kohtvalgustitega. Ülejäänud installatsioon on valgustatud UV- lampidega, et osakesi esile tõsta.



Joonis 3. Lõige B-B. Autor: Mirell Ülle



Illustratsioon 16. Plastiku ja asbesti esitlus. Autor: Mirell Ülle

## 9. EDASINE SUUND - MAGISTRITÖÖ

Bakalaureusetöös saadud teadmised on alusbaasiks edaspidiseks õppetööks magistri tasemel. Teema on laiahaardeliselt läbi võetud, siin on mitmeid aspekte millele keskenduda ning veel põhjalikumalt uurida. Järgmine samm võiks olla tervislike alternatiivide otsimine. Milline on tervislik ruum? Milline on terve maja? Kuidas luua kemikaalivaba mööblidisaini?

## 10. KOKKUVÕTE

Hoones on mitmeid kihte materjale ning terviseriskide osas leidub igas valdkonnas midagi problemaatilist. Siseruumi materjalides kasutatavad kemikaalid mõjutavad siseõhukvaliteeti ning inimese tervist, põhjustades lühi- ja pikajalisi terviseprobleeme. Uurimistöö teoreetilises osas selgus siseõhukvaliteedi seadusandluse puudumine ning asjaolu, et ventilatsiooni standardid arvestavad juba eos ruumi sobimatusega teatud protsendile inimestele.

Materjalidel on nõutud emissioonimäärad, mis püüavad reguleerida olukorda. Kuid nii meditsiiniliselt kui teaduslikult on tõestatud neis sisalduvate ainete molekulide kahjulikkus DNA struktuurile. Igapäevaselt toodetakse kemikaale juurde, kuid kontroll nende üle on üsna keeruline ning aega- ja rahanõudev. Kohtla-Järve Gümnaasiumi küsimustiku tulemus näitas kuidas ventilatsioonist ja nõuetega reguleeritud materjalidest ei piisa. Paljudel vastanutest esineb siiski haige maja sündroomi ning ruumid vajavad üsna tihedat tuulutamist. Raske on orienteeruda ka sertifikaatide ja rohemärkide maailmas – mis on usaldusväärsem, mis mitte.

Sisearhitekti roll on siinkohal teha teadlikke valikuid, olla sammuke eespool ning püüda leida lahendusi leidlike lähenemiste läbi.

## 11. SUMMARY

In a building, there are multiple layers of materials and in every category there are health risks. Chemicals that are used in indoor materials affects indoor air quality and human health which leads to short and long period health problems.

In the theoretical part of my research I found out that there is no law for requirements for indoor air quality and the European standards of ventilation already accepts the fact that even the low-voc rooms aren't suitable for everybody. There are emission levels required but at the same time scientists and medics has proven the DNA damage of chemical molecules. Every day the world produces more and more chemicals but regulating all this is time and money consuming. Case study with Kohtla-Järve Highschool showed that materials used there are up to standards and ventilation seems well enough by the numbers, but most of the students and teachers feel sick building syndrome symptoms during a day. There is also necessity to open windows every now and then. It is hard to navigate in the world of certificates and green labels – which can I rely on?

It is interior architects role to make informed decisions to create better and healthier environment. It is important to be a step ahead from all of this and find unique solutions for design and space.

## Kasutatud allikad

1. Daniel King, History of Asbestos - Mesothelioma Center, 3 II 2020, <https://www.asbestos.com/asbestos/history>
2. Asbest – Kemikaalimaailm, Sotsiaalministeerium, <http://kemikaalimaailm.sm.ee/kemikaalid/asbest.html>
3. Daniel King, History of Asbestos - Mesothelioma Center, 3 II 2020, <https://www.asbestos.com/asbestos/history>
4. Major countries in worldwide asbestos mine production from 2010 to 2019 – Statista II 2020, <https://www.statista.com/statistics/264923/world-mine-production-of-asbestos>
5. Joey Rosenberg, Asbestos Cover-Up - Mesothelioma Center, <https://www.asbestos.com/featured-stories/cover-up>
6. Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020
7. Plii – Kemikaalimaailm, Sotsiaalministeerium, <http://kemikaalimaailm.sm.ee/kemikaalid/plii.html>
8. Alison Mears, Let's Consider Lead - Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020
9. Ameerika Ühendriikide Keskkonnakaitse Agentuur. Report to Congress on indoor air quality: Volume 2. EPA/400/1-89/001C. Washington, DC
10. Ameerika Ühendriikide Keskkonnakaitse Agentuur. The total exposure assessment methodology (TEAM) study: Summary and analysis. EPA/600/6-87/002a. Washington, DC
11. Siseõhk ja selle tähtsus – Terviseamet, <https://www.terviseamet.ee/et/keskkonnatervis/inimesele/siseohk>
12. Lenduvad orgaanilised ühendid – Sotsiaalministeerium, <http://kemikaalimaailm.sm.ee/kemikaalid/lenduvad-orgaanilised-uhendid.html>

13. Formaldehüüd – Sotsiaalministeerium,  
<http://kemikaalimaailm.sm.ee/kemikaalid/formaldehuud.html>
14. R.C. Grafstrom, Albert Fornace, Curtis C. Harris, Repair of DNA damage caused by formaldehyde in human cells, 1984 – Semantic Scholar,  
<https://www.semanticscholar.org/paper/Repair-of-DNA-damage-caused-by-formaldehyde-in-Grafstrom-Fornace/4ba1fe4a64275fc653e0e1af2ffcc658c6658a47>
15. Masanobu Kawanishi, Tomonari Matsuda, Takashi Yagi, Genotoxicity of formaldehyde: molecular basis of DNA damage and mutation – Frontiers in Environmental Science, 2014,  
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2014.00036/full>
16. Paula Rõuk, Eesti teadlased räägivad: kellel on haige maja sündroom? – Postimees,  
<https://tervis.postimees.ee/6437722/eesti-teadlased-raagivad-kellel-on-haige-maja-sundroom>
17. Sick Building Syndrome – World Health Organization Regional Office for Europe
18. Guideline for using indoor environmental input parameters for the design and assessment of energy performance of buildings. Lk. 36 -  
<https://www.din.de/resource/blob/66392/911886c68e3d0917dc03085dcc35f144/tr-16789-2-draft-data.pdf>
19. Autori konspekt. Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020
20. Autori konspekt. Korduv viide, vt 19.
21. Autori konspekt. Korduv viide, vt 19.
22. Study for the strategy for a non-toxic environment of the 7th Environment Action Programme – Milieu Ltd, XIII 2018, <https://ec.europa.eu/environment/chemicals/non-toxic/pdf/NTE%20main%20report%20final.pdf>
23. Arlene Blum, Introduction to six classes - Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020
24. Highly Fluorinated Chemicals – Green Science Policy Institute, Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020

25. Antimicrobials - Green Science Policy Institute, Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020
26. Tom Harrington, Marketplace - CBC News,  
<https://www.cbc.ca/marketplace/episodes/2012-2013/burned>
27. Flame retardants - Green Science Policy Institute, Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020
28. Bisphenols and Phtalates - Green Science Policy Institute, Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020
29. Organic solvents - Green Science Policy Institute, Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020
30. Jessica Wolpaw Reyes, Environmental policy as social policy ? The imapct of childhood lead exposure on crime – National Bureaeu of Economic Reasearch,  
<https://jwreyes.people.amherst.edu/papers/LeadCrimeNBERWP13097.pdf>
31. Certain Metals - Green Science Policy Institute, Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020
32. John Warner, (President & Chief Technology Officer, The Warner Babcock Institute for Green Chemistry) Green Chemistry - Building Products and Chemistry, Healthy Materials LAB online kursus
33. Laura Vandenberg, Chemical Hazards and Toxicology - Building Products and Chemistry, Healthy Materials LAB online kursus
34. Joseph Allen, Assistant proffessor, Harvard University, Stop playing whack-a-mole with hazardous chemicals - Washington Post,  
<https://www.washingtonpost.com/opinions/stop-playing-whack-a-mole-with-hazardous-chemicals/2016/12/15/9a357090-bb36-11e6-91ee-1addfe36cbe>

35. Arlene Blum, Mamta Behl, Linda S. Birnbaum, Miriam L. Diamond, Allison Phillips, Veena Singla, Nisha S. Sipes, Heather M. Stapleton, Marta Venier, Organophosphate Ester Flame Retardants: Are They a Regrettable Substitution for Polybrominated Diphenyl Ethers? – ACS Publications,  
<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.estlett.9b00582>
36. Highly Fluorinated Chemicals – Green Science Policy Institute, Healthy Materials LAB online kursus, Parsons School of Design Open Campus, New York, 2020
37. Joseph Allen, Assistant professor, Harvard University, Stop playing whack-a-mole with hazardous chemicals - Washington Post,  
<https://www.washingtonpost.com/opinions/stop-playing-whack-a-mole-with-hazardous-chemicals/2016/12/15>
38. Acceptable VOC levels in the air - Tecam Group  
<https://www.tecamgroup.com/acceptable-voc-levels>
39. Dr Christian Meyer, Overview of TVOC and Indoor Air Quality -  
<https://www.idt.com/eu/en/document/whp/overview-tvoc-and-indoor-air-quality>
40. Kooliruumid – Riigi Kinnisvara, <https://nouded.rkas.ee/ruumikaardid>
41. Wave Ecobase – Desso, [https://professionals.tarkett.com/en\\_EU/collection-C001086-wave/wave-b754-9990](https://professionals.tarkett.com/en_EU/collection-C001086-wave/wave-b754-9990)
42. Stratos – Desso, [https://media.tarkett-image.com/docs/DS\\_INT\\_Stratos.pdf](https://media.tarkett-image.com/docs/DS_INT_Stratos.pdf)
43. Grain – Desso, [https://media.tarkett-image.com/docs/DS\\_INT\\_Grain.pdf](https://media.tarkett-image.com/docs/DS_INT_Grain.pdf)
44. Colorex EC Product Construction – Forbo, [https://www.forbo.com/flooring/en-gl/products/esd-cleanroom-flooring/colorex-ec/colorex-ec/bhlsck#panel\\_100](https://www.forbo.com/flooring/en-gl/products/esd-cleanroom-flooring/colorex-ec/colorex-ec/bhlsck#panel_100)
45. Sarlon Sparkling Technical Specifications – Forbo,  
[https://forbo.blob.core.windows.net/forbodocuments/15413/Forbo\\_Sarlon\\_Sparkling\\_technical\\_specifications.pdf](https://forbo.blob.core.windows.net/forbodocuments/15413/Forbo_Sarlon_Sparkling_technical_specifications.pdf)
46. Sphera Evolution Technical Specifications – Forbo,  
[https://forbo.blob.core.windows.net/forbodocuments/53792/Forbo\\_Sphera\\_Evolution\\_technical-specifications.pdf](https://forbo.blob.core.windows.net/forbodocuments/53792/Forbo_Sphera_Evolution_technical-specifications.pdf)

47. Flotex Calgary – Forbo, <https://www.forbo.com/flooring/en-gl/products/flotex-flocked-flooring/flotex-planks/flotex-calgary/bhyvey>
48. Marmoleum Piano – Forbo, <https://www.forbo.com/flooring/en-gl/products/linoleum/marmoleum-solid/marmoleum-piano/b8ixpa#3630>

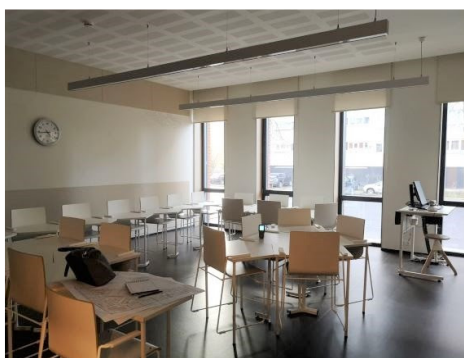
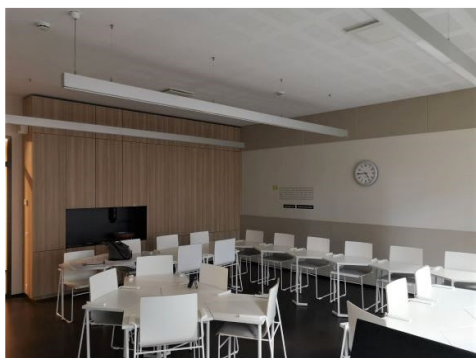
## Illustratsioonide loetelu

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Illustratsioon 1. Siseruumi materjalides leiduvad kahjulikud ühendid. Autor: Mirell Ülle.....                                                | 12 |
| Illustratsioon 2. Kemikaalide eraldumine materjalist. Autor: Mirell Ülle .....                                                               | 13 |
| Illustratsioon 3. Kemikaalide sattumine organismi. Autor: Mirell Ülle .....                                                                  | 14 |
| Illustratsioon 4. Mõju organismile. Autor: Mirell Ülle.....                                                                                  | 15 |
| Illustratsioon 5. Kemikaalide 6 klassi. Autor: Mirell Ülle.....                                                                              | 17 |
| Illustratsioon 6. Leegiaeglusti hoiab tulekahju eemal vaid mõned sekundid .....                                                              | 19 |
| Tabel 1. 6 klassi süsteem. Autor: Mirell Ülle .....                                                                                          | 22 |
| Illustratsioon 7. Kemikaale testitakse liiga vähe. Autor: Mirell Ülle .....                                                                  | 24 |
| Illustratsioon 8. Tuletõkkevahendi kahetsusväärne asendamine. Autor: Mirell Ülle .....                                                       | 25 |
| Tabel. Lenduvate orgaaniliste ühendite koguväärtus ja formaldehüüdi piirnormid. Autor:<br>Mirell Ülle .....                                  | 25 |
| Tabel. Lenduvate orgaaniliste ühendite koguarv. Formaldehüüd. ....                                                                           | 27 |
| Skeem 1. Mõõdetud ruumid. Joonise autorid: Boa Arhitektid, PLSAB. Muudatused: Mirell<br>Ülle .....                                           | 28 |
| Skeem 2. Klassiruumides kasutatud materjalid. Foto ja skeemi autor: Mirell Ülle .....                                                        | 29 |
| Diagramm 1. Klassiruumide siseõhukvaliteet. Autor: Mirell Ülle.....                                                                          | 29 |
| Skeem 2. Kabinettides kasutatud materjalid. Foto ja skeemi autor: Mirell Ülle .....                                                          | 30 |
| Diagramm 2. Vaipkattega ruumide siseõhukvaliteet. Autor: Mirell Ülle.....                                                                    | 30 |
| Illustratsioon 9. Mõõdetud puitmaterjal. Vasakult: vineer 12 mm, liimpuit, melamineeritud<br>puitlaastplaat. Fotode autor: Mirell Ülle ..... | 32 |
| Diagramm 3. Formaldehüüdi emissioonitasemed puitmaterjalides. Autor: Mirell Ülle .....                                                       | 33 |
| Diagramm 4. Kogu lenduvate orgaaniliste ühendite emissioonitasemed töödeldud<br>puitmaterjalides. Autor: Mirell Ülle .....                   | 34 |
| Diagramm 5. Puitmaterjalide järjestus siseõhu saastatuse kohaselt. Autor: Mirell Ülle .....                                                  | 34 |
| Illustratsioon 10. Vasakul Desso Stratos, paremal Desso Wave Ecobase. Fotode autor: Mirell<br>Ülle.....                                      | 35 |
| Diagramm 6. Mõõdetud vaibad. Wave Ecobase, Stratos ja Grain. Autor: Mirell Ülle .....                                                        | 35 |
| Illustratsioon 11. Diivanilaud Bowl. Allikas: aatrium.ee .....                                                                               | 36 |
| Diagramm 7. Plastikust laudade mõõtmistulemused. Autor: Mirell Ülle.....                                                                     | 37 |
| Illustratsioon 12. Ruumi õhukvaliteedi mõõtmine. Foto autor: Mirell Ülle .....                                                               | 37 |
| Diagramm 8. Toaõhk mõõdetuna enne, samal ajal ja pärast laudade mõõtmist. Autor: Mirell<br>Ülle.....                                         | 38 |

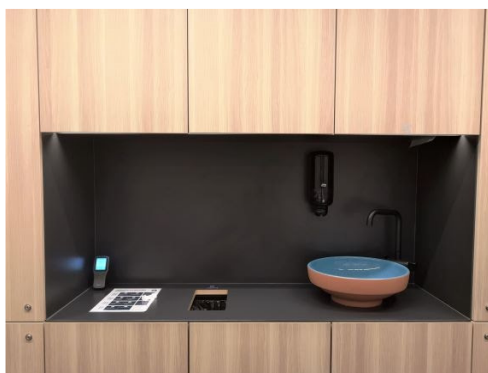
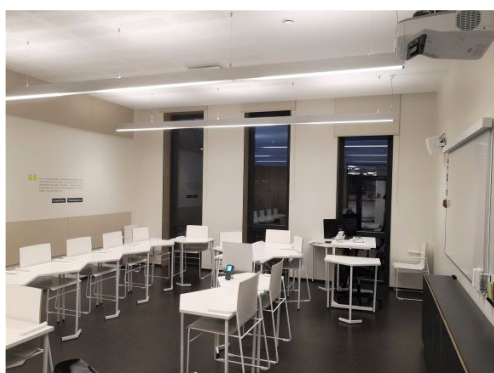
|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Diagramm 9. Forbo põrandakatete TVOC väärtused. Autor: Mirell Ülle .....                           | 39 |
| Joonis 1. Lõige A-A. Autor: Mirell Ülle .....                                                      | 41 |
| Joonis 2. Plaan. Autor: Mirell Ülle .....                                                          | 42 |
| Illustratsioon 13. Puit, tekstiil, plastik. Autor: Mirell Ülle .....                               | 42 |
| Illustratsioon 14. Puidu ja tekstiili esitlus näitusel, inimese skulptuur. Autor: Mirell Ülle .... | 43 |
| Illustratsioon 15. Puidu ja tekstiili esitluse tagakülg. Autor: Mirell Ülle .....                  | 43 |
| Joonis 3. Lõige B-B. Autor: Mirell Ülle .....                                                      | 44 |
| Illustratsioon 16. Plastiku ja asbesti esitlus. Autor: Mirell Ülle .....                           | 44 |

Lisa 1. Kohtla-Järve Gümnaasiumi mõõtmistulemused ruumide kaupa.

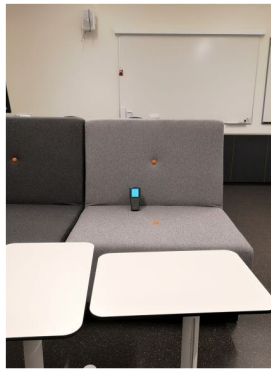
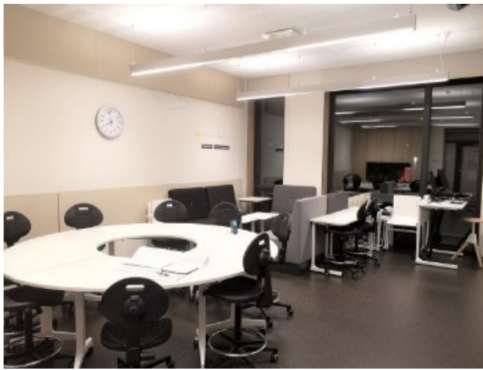
# 1. PVC-põrandakattega ruumid



| Väike klass 1 | HCHO  | TVOC  |
|---------------|-------|-------|
| Laud          | 0,045 | 0,003 |
| Põrand        | 0,047 | 0     |
| Kapp          | 0,053 | 0,001 |

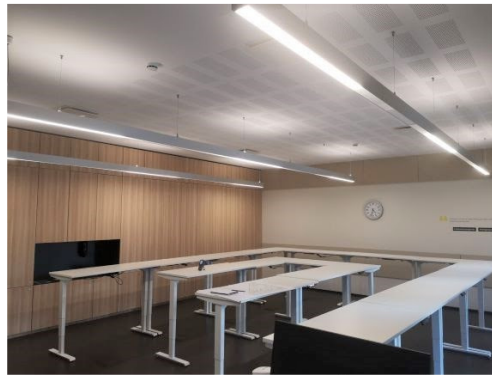
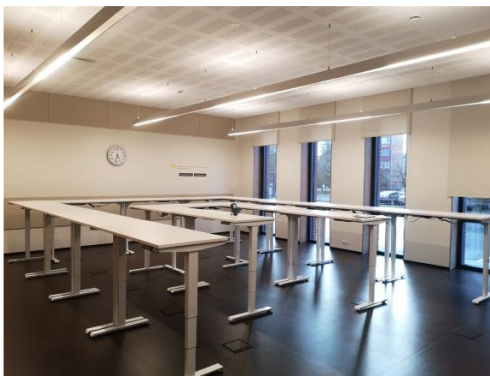


| Väike klass 2 | HCHO  | TVOC  |
|---------------|-------|-------|
| Laud          | 0,008 | 0,467 |
| —Põrand       | 0,008 | 0,480 |
| Kapp          | 0,008 | 0,519 |



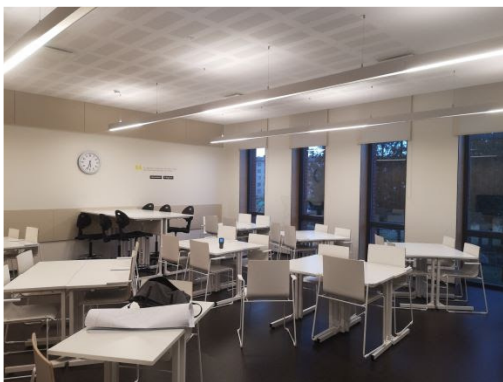
| Väike klass 3 | HCHO  | TVOC  |
|---------------|-------|-------|
| Laud          | 0,012 | 1,156 |
| Iste          | 0,014 | 0,924 |

|            |       |       |
|------------|-------|-------|
| Laud 20:30 | 0,021 | 2,326 |
|------------|-------|-------|

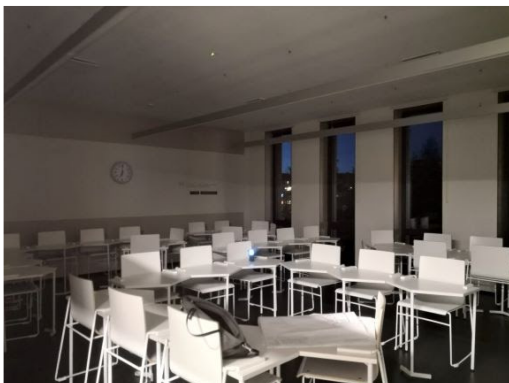


| Suur klass 1 | HCHO  | TVOC  |
|--------------|-------|-------|
| Laud 16:30   | 0,036 | 0     |
| Pörand       | 0,034 | 0,003 |
| Kapp         | 0,040 | 0,003 |

|            |       |       |
|------------|-------|-------|
| Laud 20:35 | 0,012 | 0,798 |
|------------|-------|-------|



| Suur klass 2 | HCHO  | TVOC  |
|--------------|-------|-------|
| Laud         | 0,068 | 0,003 |
| Pörand       | 0,068 | 0,003 |
| Kapp         | 0,070 | 0,003 |



| Suur klass 3 | HCHO  | TVOC  |
|--------------|-------|-------|
| Laud         | 0,003 | 0,503 |
| Pörand       | 0,003 | 0,472 |
| Kapp         | 0,006 | 0,458 |

## Happekindel PVC



| Keemia klass | HCHO  | TVOC  |
|--------------|-------|-------|
| Laud         | 0,024 | 3,064 |
| Põrand 18:10 | 0,025 | 3,521 |

|              |       |       |
|--------------|-------|-------|
| Põrand 20:20 | 0,031 | 6,725 |
|--------------|-------|-------|

## Antistaatiline PVC

| Füüsika | HCHO  | TVOC  |
|---------|-------|-------|
| Laud    | 0,011 | 0,702 |
| Põrand  | 0,009 | 0,697 |

| Arvuti klass | HCHO  | TVOC  |
|--------------|-------|-------|
| Laud         | 0,001 | 0,690 |
| Põrand       | 0,003 | 0,703 |

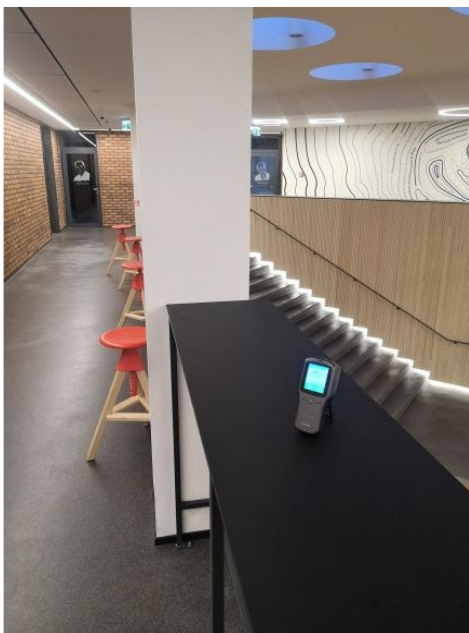
## 2. Epoksiidpõrandaga ruumid



| Kohviku ala            | HCHO | TVOC  |
|------------------------|------|-------|
| Pikk laud              | 0    | 0,080 |
| Viimane ümmargune laud | 0    | 0     |



| Raamatukogu | HCHO | TVOC  |
|-------------|------|-------|
| Laud        | 0    | 0,091 |
| Põrand      | 0    | 0,055 |

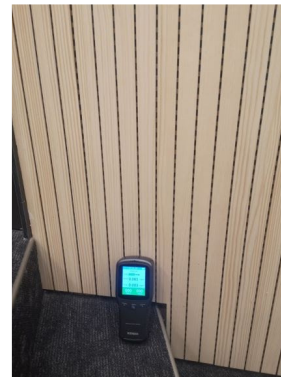
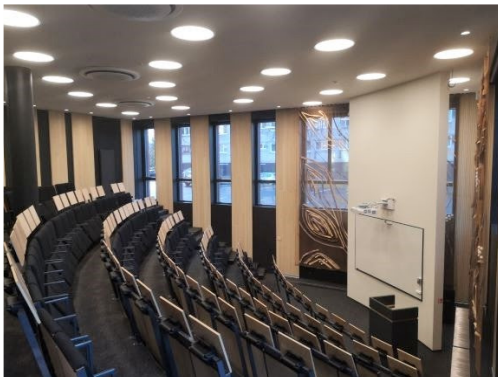


| 2. k avatud koridor | HCHO  | TVOC  |
|---------------------|-------|-------|
| Laud                | 0,012 | 0,467 |
| Põrand              | 0,012 | 0,467 |

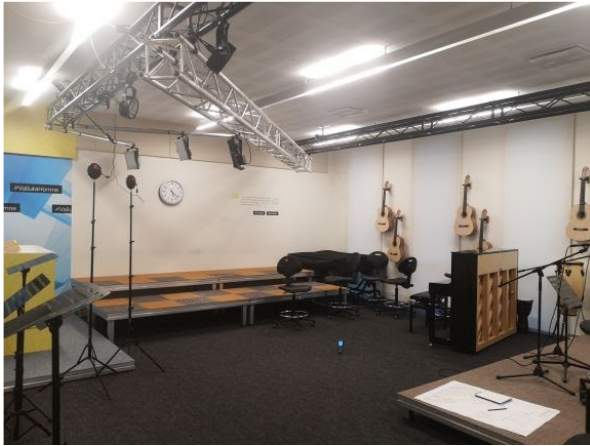


| 2. k koridor  | HCHO  | TVOC  |
|---------------|-------|-------|
| Värvitud sein | 0,022 | 1,414 |
| Klinkertellis | 0,022 | 1,861 |

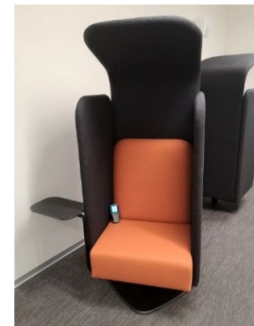
## 2. Vaipkattega ruumid



| Auditoorium | HCHO  | TVOC  |
|-------------|-------|-------|
| Vaip        | 0,058 | 0,001 |
| Tool        | 0,060 | 0,001 |
| Laud        | 0,066 | 0,003 |
| Sein        | 0,063 | 0,001 |
| Aken        | 0,063 | 0,002 |



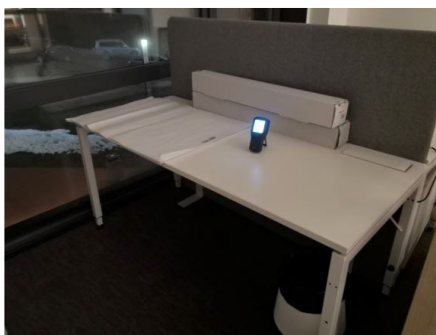
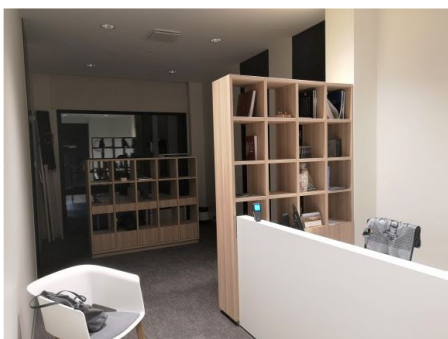
| Muusika | HCHO  | TVOC  |
|---------|-------|-------|
| Vaip 1  | 0,077 | 0,003 |
| Vaip 2  | 0,063 | 0,003 |
| Vaip 3  | 0,063 | 0,003 |
| Tool    | 0,063 | 0,003 |



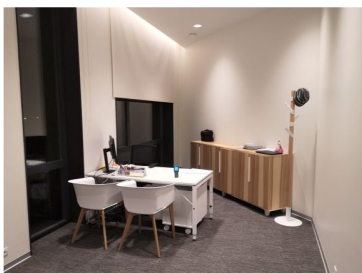
| Õpetajate töötuba | HCHO  | TVOC  |
|-------------------|-------|-------|
| Laud              | 0,011 | 0,646 |
| Põrand            | 0,009 | 0,627 |
| Iste              | 0,018 | 1,753 |



| Töökabinet 1 | HCHO  | TVOC  |
|--------------|-------|-------|
| Laud         | 0,003 | 0,743 |
| Põrand       | 0     | 0,653 |

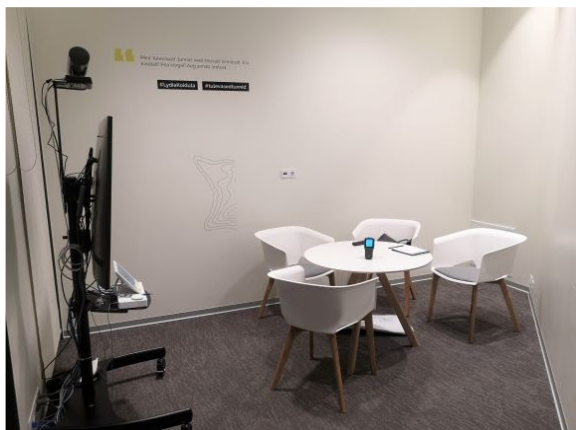


| Töökabinet 2 | HCHO  | TVOC  |
|--------------|-------|-------|
| Laud 1       | 0,016 | 2,251 |
| Laud 2       | 0,013 | 2,002 |



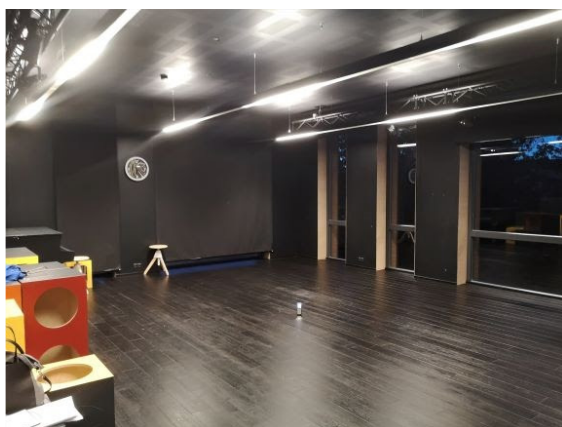
| Töökabinet 3    | HCHO  | TVOC  |
|-----------------|-------|-------|
| Laud            | 0,012 | 2,417 |
| Põrand          | 0,013 | 2,832 |
| Küllastaja tool | 0,014 | 2,782 |

| <b>Töökabinet 4</b> | HCHO  | TVOC  |
|---------------------|-------|-------|
| Põrand              | 0,012 | 2,367 |



| <b>Koosolek</b> | HCHO  | TVOC  |
|-----------------|-------|-------|
| Laud            | 0,003 | 0,463 |

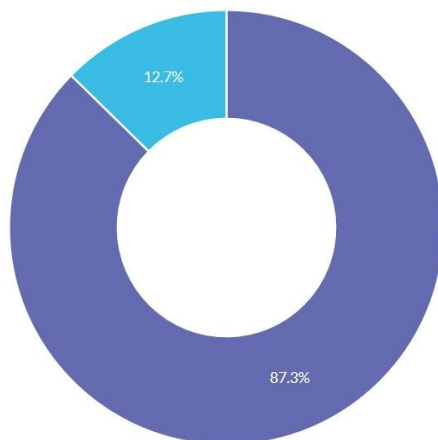
#### 4. Laudparkett



| <b>Black Box</b> | HCHO  | TVOC  |
|------------------|-------|-------|
| Puitkastid       | 0,021 | 0,462 |
| Põrand           | 0,002 | 0,736 |

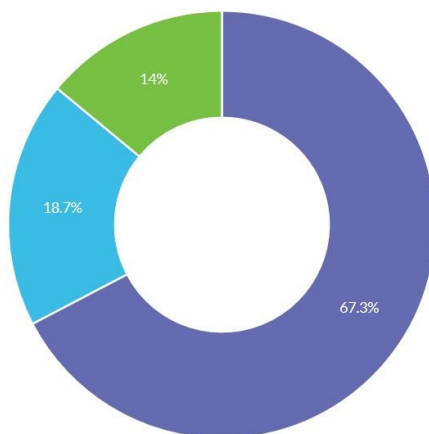
## Lisa 2. Kohta-Järve Gümnaasiumi küsimustiku tulemused

Q1 Kohtla-Järve Gümnaasiumis ...  
Multiple Choice



| Choice   | Total |
|----------|-------|
| • õpin   | 131   |
| • töötan | 19    |

Q2 Kas oled tundnud, et mõnel ruumil on iseloomulik lõhn?  
Multiple Choice

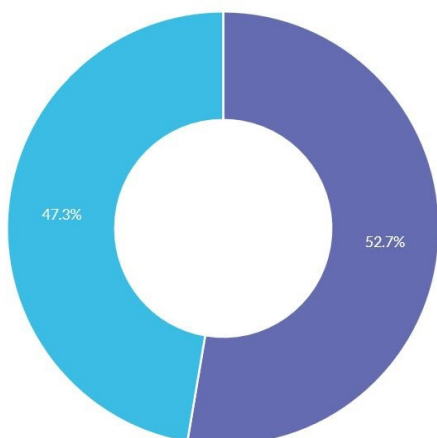


| Choice          | Total |
|-----------------|-------|
| • jah           | 101   |
| • ei            | 28    |
| • ei oska öelda | 21    |

Q3

Kas sind on häirinud see lõhn?

Multiple Choice

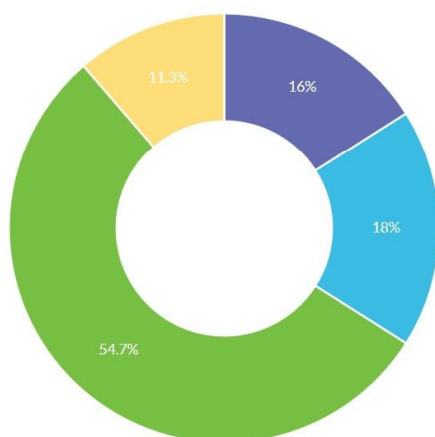


| Choice | Total |
|--------|-------|
| jah    | 79    |
| ei     | 71    |

Q4

Milline on õhk hommikul klassi- või tööruumi sisenedes?

Multiple Choice

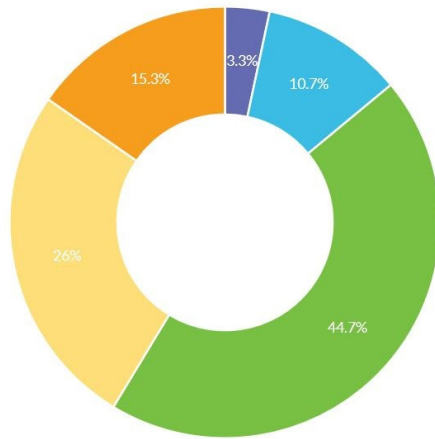


| Choice   | Total |
|----------|-------|
| Värske   | 24    |
| Umbne    | 27    |
| Tavaline | 82    |
| Ei märka | 17    |

Q5

Kui tihti vajavad ruumid päeva jooksul tuulutamist?

Multiple Choice

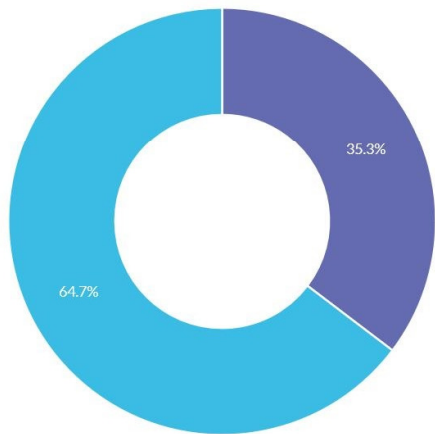


| Choice            | Total |
|-------------------|-------|
| • Ei vaja kordagi | 5     |
| • 1 korra         | 16    |
| • 2-3 korda       | 67    |
| • Rohkem          | 39    |
| • Ei tea          | 23    |

Q6

Kas oled teadlik millest tuleneb "uue asja lõhn"?

Multiple Choice

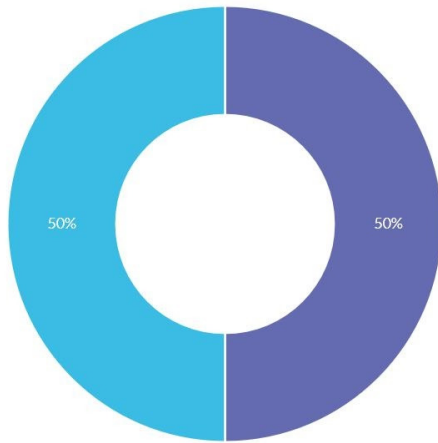


| Choice | Total |
|--------|-------|
| • Jah  | 53    |
| • Ei   | 97    |

Q7

Kas tead, et siseõhk võib olla 2-5 korda saastatum kui välisõhk?

Multiple Choice

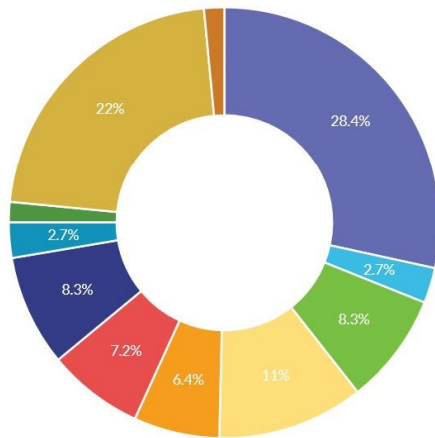


| Choice | Total |
|--------|-------|
| Jah    | 75    |
| Ei     | 75    |

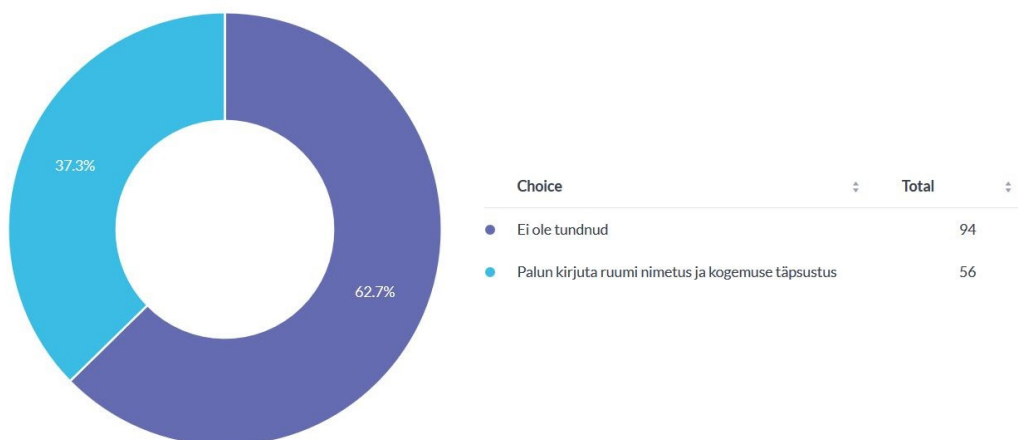
Q8

Kas päeva jooksul esineb sul mõni tervisehäire, mis majast väljudes möödub?

Multiple Choice



| Choice                                                    | Total |
|-----------------------------------------------------------|-------|
| Peavalu                                                   | 75    |
| liveldus                                                  | 7     |
| Pearinglus                                                | 22    |
| Aevastamine, ninasägelus                                  | 29    |
| Kurguvalu või -sügelus, häälekähedus                      | 17    |
| Köha, hingamisteede ärritus                               | 19    |
| Silmade ärritus, mis ei tulene tihedast ekraanikasutusest | 22    |
| Nahaallergiad                                             | 7     |
| Muud allergilised nähud                                   | 4     |
| Ei esine                                                  | 58    |
| Muu tervisehäire                                          | 4     |



#### Täpsustused:

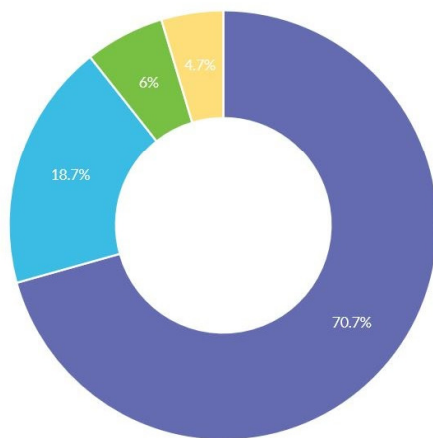
- Kross, umbne ja raskesti hingatav õhk
- Ei oska öelda ruumi nimetus, sest see juhtus erinevates ruumides. Mõnikord mul valutab pea.
- Wiiralt: värvi lõhn, see ajab südame pahaks; Kogerman: värvi lõhn ajab südame pahaks
- Kross, Härma, Tõnisson. Eriti tuleb sööklasi toidu hais, näiteks suppide ja kala toitide)
- Olen tundnud ebameeldivat toidu lõhna esimesel korrusel asuvates õpperuumides!
- Kunstiklassis, kuna seal olevatest toidust eritub kemikaalide lõhna
- Wiiralt klassis on tunda alati väga ebameeldivat ning häirivat lõhna, mis üks kord tegi südame pahaks ning oluliselt mõjutab klassis töötamist, mõnikord tekivad hingamisraskused
- Kala hais
- Wiiralt ruum, kus on spetsiifiline lõhn, mis vahest paneb pea veidi valutama.
- Krossi ruum, seal on alati "vana" õhk ja ebameeldiv lõhn
- Wiiralt klassiruumis(kunstiklass) on veider lõhn, arvatavasti tuleb see lõhn molbertide küljest.
- Kogerman, einasto - ebameeldiv lõhn mida väga kirjeldada ei saagi, nagu veidi kalane
- Keemia õpperuum.

- Wiiralt või mõni muu ruum ,kus oli palju inimesi või tunde ning seda ruumi pole keegi tuulutanud
- Kross, õhupuudus, hetkel ilmselt des vahendite hais
- Oma töökabinetis, seal on printerid ja suhteliselt väike ruum. Kehv enesetunne on kui ei ole saanud tuulutada, pea valutab.
- Ei mäleta kahjuks milline ruum, aga iganädalaselt on seal vaider hais
- Higihais

Q10

Kas oled allergik/astmaatik?

Multiple Choice



| Choice          | Total |
|-----------------|-------|
| • Ei ole kumbki | 106   |
| • Allergik      | 28    |
| • Astmaatik     | 9     |
| • Mõlemad       | 7     |

Lisa 3. Mõõdetud puitmaterjalide tabel

| Materjal                        | HCHO  | TVOC  |
|---------------------------------|-------|-------|
| Vineer 4 mm, 1 tk               | 0,084 | 0,504 |
| Vineer 4 mm, 2 tk               | 0,165 | 4,785 |
| Vineer 4 mm, 3 tk               | 0,183 | 6,914 |
| Vineer 12 mm, 1 tk              | 0,732 | 9,999 |
| Vineer 12 mm, 2 tk              | 0,857 | 9,999 |
| Vineer 12 mm, 3 tk              | 1,999 | 9,999 |
| Liimpuit 18 mm, 1 tk            | 0,055 | 0,224 |
| Liimpuit 18 mm, 2 tk            | 0,128 | 0,752 |
| Liimpuit 18 mm, 3 tk            | 0,128 | 0,772 |
| Puitlaastplaat (OSB) 6 mm, 1 tk | 0     | 0,178 |
| Puitlaastplaat (OSB) 6 mm, 2 tk | 0,008 | 0,301 |
| Puitlaastplaat (OSB) 6 mm, 3 tk | 0,039 | 0,530 |
| MDF 8 mm, 1 tk                  | 0,061 | 6,925 |
| MDF 8 mm, 2 tk                  | 0,062 | 9,999 |
| MDF 8 mm, 3 tk                  | 0,089 | 9,999 |
| Melamiinplaat 16 mm, 1 tk       | 0,023 | 0,002 |
| Melamiinplaat 16 mm, 2 tk       | 0,049 | 0,001 |
| Melamiinplaat 16 mm, 3 tk       | 0,091 | 0,043 |

Lisa 4. Mõõdetud põrandakatete tabel

| Toode            | HCHO  | TVOC  |
|------------------|-------|-------|
| Colorex EC       | 0,005 | 0,002 |
| Sarlon Sparkling | 0,004 | 0,003 |
| Sphera Evolution | 0,007 | 0,002 |
| Marmoleum Piano  | 0,110 | 0,323 |
| Flotex           | 0,000 | 0,740 |