

Ruila Kool



Ruila Põhikool

CO₂ SISALDUS RUILA KOOLI KLASSIRUUMIDES

Uurimustöö

Koostaja: Märt Roomets

Juhendaja: Mart Roomets

Ruila 2022

SISUKORD

SISSEJUHATUS	3
1. TEOREETILINE OSA	4
1.1 CO ₂ omadused, leidumine, sisaldus atmosfääris.....	4
1.2 Keskkonnaprobleem.....	5
2. PRAKTILINE OSA	7
2.1 Mõõteriist Trotec BZ30.....	7
2.2 Mõõtmine	8
2.3 Järeldused	13
KOKKUVÕTE.....	14
KASUTATUD KIRJANDUS.....	15
LISA.....	16

SISSEJUHATUS

Tänapäeval on suureks probleemiks CO₂ üleüldine taseme tõus atmosfääris. Riigid üle maailma on võtnud eesmärgiks piirata CO₂ edasist kasvu. Seoses Covid-19 levikuga on selgunud, et tähtis on ka pöörata tähelepanu ruumide paremale ventileerimisele. Ventilatsiooni puudumisel tõuseb CO₂ tase ruumis. Kõrge CO₂ tase põhjustab vaimset väsimust, mis omakorda mõjutab õppetegevust.

Töö teoreetilise osa eesmärgiks on tutvuda kirjanduse kaudu CO₂ taseme tõusuga atmosfääris aastate vältel, süsihappegaasi füüsikaliste ja keemiliste omadustega. Praktilise tööna tahan mõõta CO₂ sisaldust klassiruumides ning selle muutumist õppetunni vältel. Eeldan, et tunni edenedes CO₂ sisaldus tõuseb. Soovin sellele eeldusele saada kinnitust. Planeerin kasutada CO₂ mõõteriista Trotec BZ30. Mõõteriista töö tuleneb tema kasutusjuhendist.

Teoreetilise osa kirjutan teaberaamatute, teadusajakirja ja internetiallikate järgi. Tutvun lisaks Tallinna Arte Gümnaasiumis 2014. aastal tehtud samalaadse tööga.

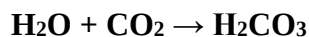
Teoreetilises osas uurin CO₂ omadusi ja selle põhjustatud keskkonnaprobleeme.

Praktilises osas kirjeldan mõõteriista parameetreid, klassiruumide valikut ja mõõtmistulemusi, mida väljendan graafikutena. Iga graafiku juurde annan ka omapoolse selgituse.

1. TEOREETILINE OSA

1.1. CO₂ omadused, leidumine, sisaldus atmosfääris

CO₂ ehk süsihappegaas on värvitu, lõhnatu ja maitsetu gaas. Siiski suure kontsentratsiooni puhul on süsihappegaasil terav ja happeline lõhn. Kui hingata sisse suure CO₂ tasemega õhku, võib tekkida hapukas maitse suus ja torkiv tunne ninas ning kurgus, lisaks tekib väsimustunne. CO₂ reageerib hingamisteedes ning neelus oleva veega järgmise keemilise reaktsiooni kohaselt:



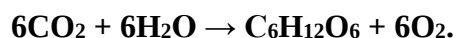
Tekkiv H₂CO₃ on nõrk hape, inimorganismi see ei kahjusta ja looduskeskkonda mõjutab vähesel määral. Väiksemas koguses on see gaas meile ohutu.

Süsihappegaasi leidub nii õhus kui ka lahustunud moel ookeanides. Süsihappegaas kuulub kasvuhoonegaaside alla, see tähendab, et CO₂ ei neela päikese kiirgust, see-eest aga neelab infrapunakiirgust. (Liiv 2018: 148)

CO₂ on ka õhust 1,5 korda raskem. Süsihappegaas ei põle ja ei toeta põlemist mingil moel. Süsihappegaasi kasutatakse näiteks tulekustutites, jookide gaseerimisel ja ka tahkel kujul “kuivjääna”. CO₂ satub atmosfääri nii inimtekkelisel kui looduslikul moel. Looduslikud viisid: kõdunemine, vulkaanipursked, lagunev järvemuda jmt. Inimtekkelised viisid: elusorganismide väljahingamisel, igasuguste põlemiste käigus, nt. auto heitgaasid, suured katlad vabrikutes jne. (Katt 2021).

CO₂ kogus atmosfääris on 0,04% ja süsihappegaasi tase atmosfääris on suurenenud 1850. aastast lausa 45% võrra (Imeline Teadus 2020). Taimed kasutavad CO₂ klorofüllil ja valguse abil fotosünteesimiseks ja orgaaniliste ühendite tekitamiseks. Fotosüntees on ainus looduslik protsess, mille käigus anorgaanilistest ainetest tekivad orgaanilised ühendid (Karik 2003: 383).

Väga lihtsustatult võib fotosünteesi summaarse võrrandi kirja panna järgmiselt:



Taim tarbib vett ja süsihappegaasi ning muudab lähteained glükoosiks ja vabaks hapnikuks (Liiv 2018: 153).

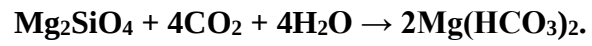
1.2. Keskkonnaprobleem

Keskkonnaprobleemina on CO₂ üpris suur mure, kuna liiga palju süsihappegaasi atmosfääris viib globaalse soojenemiseni. Selle peamiseks põhjustajaks oleme meie ise. Sõidame autodega, lennukitega, põletame fossiilseid kütuseid ja korraldame metsaraiet. Kui me ei taha oma planeedi elukeskkonda jäädavalt kahjustada, peame hoidma CO₂ taseme vahemikus 350-550ppm. Hetkel on tasemeks 380 ppm ja aastast kasvab tase umbes 2 ppm. 550 ppm juures tulekski paljukardetud globaalne soojenemine. (7 keskkonnaprobleemi, mis on osutunud arvatust suuremaks 2022) Tööstusrevolutsiooni arengust 19. sajandil oleme atmosfääri paisanud 2000 miljardit tonni süsihappegaasi. Süsihappegaas langetab ka maailmamere pH taset. Mida väiksem pH tase, seda happelisem on vedelik ja see raskendab mereloomade elu. (Imeline Teadus 2020)

Kuidas siiski autod, põletamine ja metsaraie meie planeeti kahjustab?

1. Metsandus. Puu talletab endas süsinikku, mille sai CO₂ ühendist pikaks ajaks. Kui nüüd puu maha võtta, siis eraldub seal sees kogunenud süsihappegaas, see toimub kas puitu põletades või loomulikult kõdunemisel. Metsade raiumise tõttu sealt vabanev süsinik moodustab umbes 12% kogu heitest, ning metsapõlengud moodustavad sellest veel 25%. Aastatel 1861-2000 moodustas metsaraie 30% kogu süsihappegaasi heitest. (Wallace-Wells 2019: 91)
2. Autod/sõidukid. Umbes 30% CO₂ koguheitest Euroopas tekitab maanteetransport. Lausa 60% maanteetranspordist tekitavad tavalised sõiduaudod. Palju keskkonnasäästlikum oleks sõita näiteks bussi või elektriautoga (Sõiduaudode CO₂-heide: faktid ja arvud 2022). 1l kütuse põletamisel tekib 2,3 kg süsihappegaasi. Bensiniis leidub süsiniku ja vesiniku aatomeid, põlemisel reageerib süsinik hapnikuga ja tekibki CO₂ (Learn the facts: Fuel consumption and CO₂ 2022).
3. Tehased. Siin on samasugune lugu nagu autodega, fossiilkütuse põletamise korral tekib CO₂ (Burton 2020).

On ka võimalusi süsihappegaasi hulga vähendamiseks. Nendest üks viis on panna CO₂ reageerima teiste ainetega. Näiteks oliviin (Mg₂SiO₄), seda mineraali saab leida tardkivimites. Kui oliviin panna kokku veega siis reageerib see süsihappegaasiga ja moodustuvad kahjutud ained, mis hakkavad osalema süsinikuringluses. Kõige parem koht oliviini kasutamiseks oleks randades, kuna meri saab mineraali niiskena hoida. Selle protsessi reaktsioonivõrrand on järgmine:



Mis on eelpool mainitud ppm?

Ppm ehk parts per million.

$$1 \text{ ppm} = \frac{1}{1000000} = 0,000001.$$

$$\text{Seega, näiteks } 400 \text{ ppm} = \frac{400}{1000000} = 0,0004 = 0,04\%.$$

Praegune atmosfääri CO₂ tase, ümardatuna sajandikeni, ongi 0,04%=400 ppm.

2. PRAKTILINE OSA

2.1. Mõõteriist Trotec BZ30

See seade on loodud kasutamiseks ainult siseruumides. Seade mõõdab CO₂ taset ppm-des (parts per million) ja tase kuvatakse kas seadme ekraanil või selleks loodud tarkvaras. Seade näitab ka CO₂ normi toas, 0-800 ppm on hea, 800-1200 ppm on normaalne ja kõik suuremad näidud on halvad. Mõõteriistalt on ka peale CO₂ taseme näha õhuniiskust ja temperatuuri. Tehnilisteks andmeteks on: mõõtevahemik 0-9999 ppm, intervall 1ppm, mõõtmistäpsus +/- 75 ppm või +/- 5% tulemusest, temperatuurivahemik ulatub -5°C- 50°C ja intervall 0,1°C.



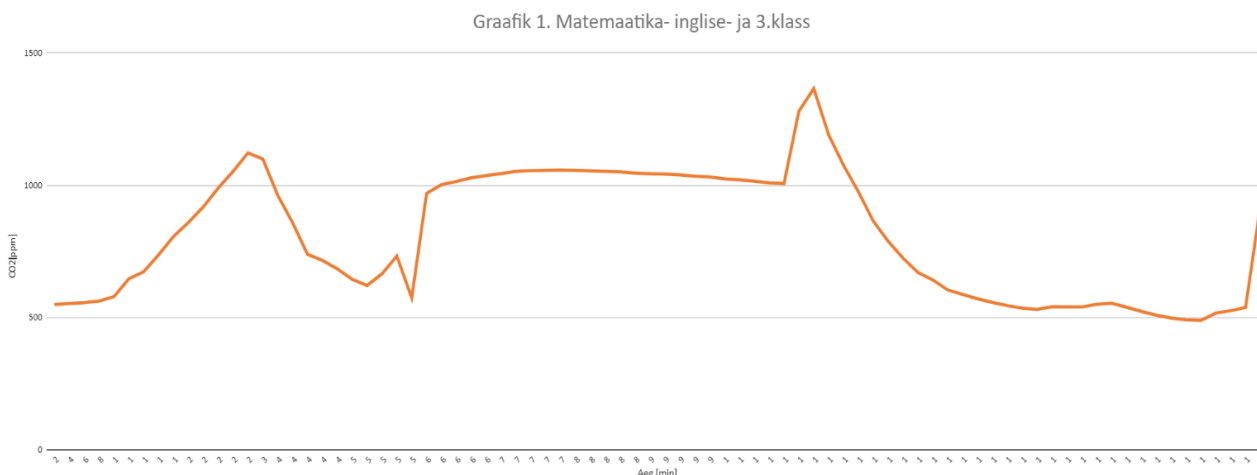
Foto 1. Trotec BZ30. Foto autor M.Roomets. 10.04.2022

2.2. Mõõtmine

CO₂ taseme mõõtmiseks kasutasin Trotec BZ30 mõõtjat, mille laenutasin Saue vallavara haldurilt. Planeerisin mõõtmise läbi viia ühe õppepäeva jooksul, kuid avastas hiljem, et seadmel esines rike, mistõttu pidin uurimuse läbi viima kahel päeval. Seade lõpetas töö poole mõõtmise pealt ja seetõttu toimuski CO₂ mõõtmine kahel päeval.

Mõõtmine toimus kahel argipäeval. Mõõtmise intervalliks valisin 2 min ehk iga kahe minuti tagant tegi masin mõõtmise. Mõõtmine toimus 24.11.2021-25.11.2021 ja kasutasin kahte seadet. Graafikute tegemiseks kasutasin Microsoft Excel keskkonda.

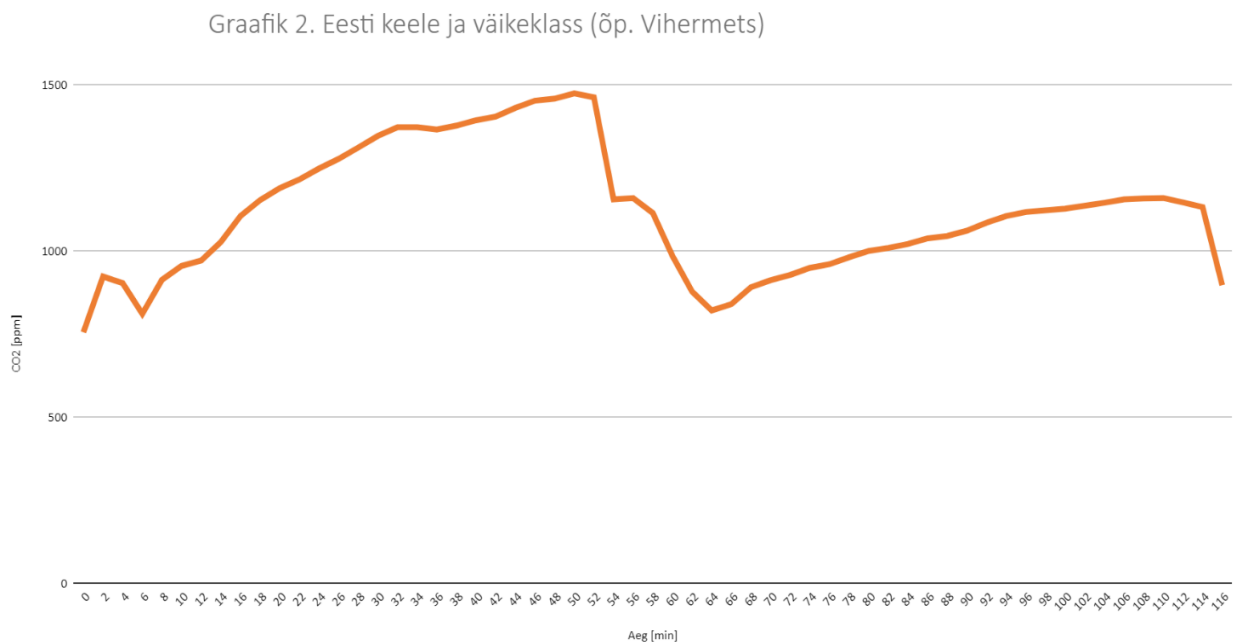
Aparaadid paigutasin 1. klassi, 2. klassi, 3. klassi 4. klasside õpperuumidesse, eesti , inglise ja vene keele ainekabinettidesse (peamajas) ja matemaatika õpperuumi (spordihoones). Lisaks koolimaja peahoones asuvatesse väiksematesse klassidesse (õpilaste arvult ja ruumi suuruselt): õp.R.Durejko 6A ehk väikeklassi ning õp.H.Vihermetsa 4A õpperuumi ehk muuseumiklassi.



Graafik 1. Matemaatika (M. Roomets), inglise keele (S. Tuscano) ja 3. klassi (A. Ansen-Kure) õpperuumide mõõtmistulemused. Koostas M. Roomets.

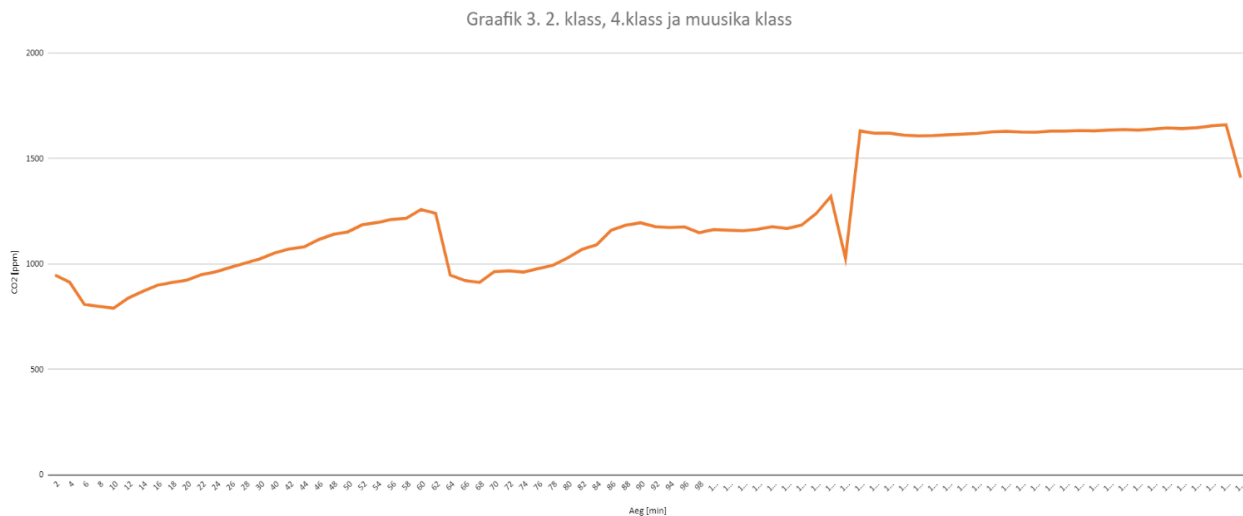
Matemaatika klassis toimus mõõtmine ajavahemikus 10 -56 min. Tunni keskel tõusis CO₂ tase 1200 ppm-ni. Inglise keele klassi viies langes õues CO₂ näit 550 ppm-ni. Inglise keele klassis toimus mõõtmine ajavahemikus 62-106 min. CO₂ tase tõusis, aga püsis muutumatuna, s.o 1050 ppm. Järelikult aken võis olla tunni ajal avatud.

3. klassis toimus mõõtmine ajavahemikus 112-162 min. Tunni alguses oli CO₂ tase väga kõrge- 1300 ppm. Kui aken avati, siis langes CO₂ tase kiiresti 550 ppm-ni.



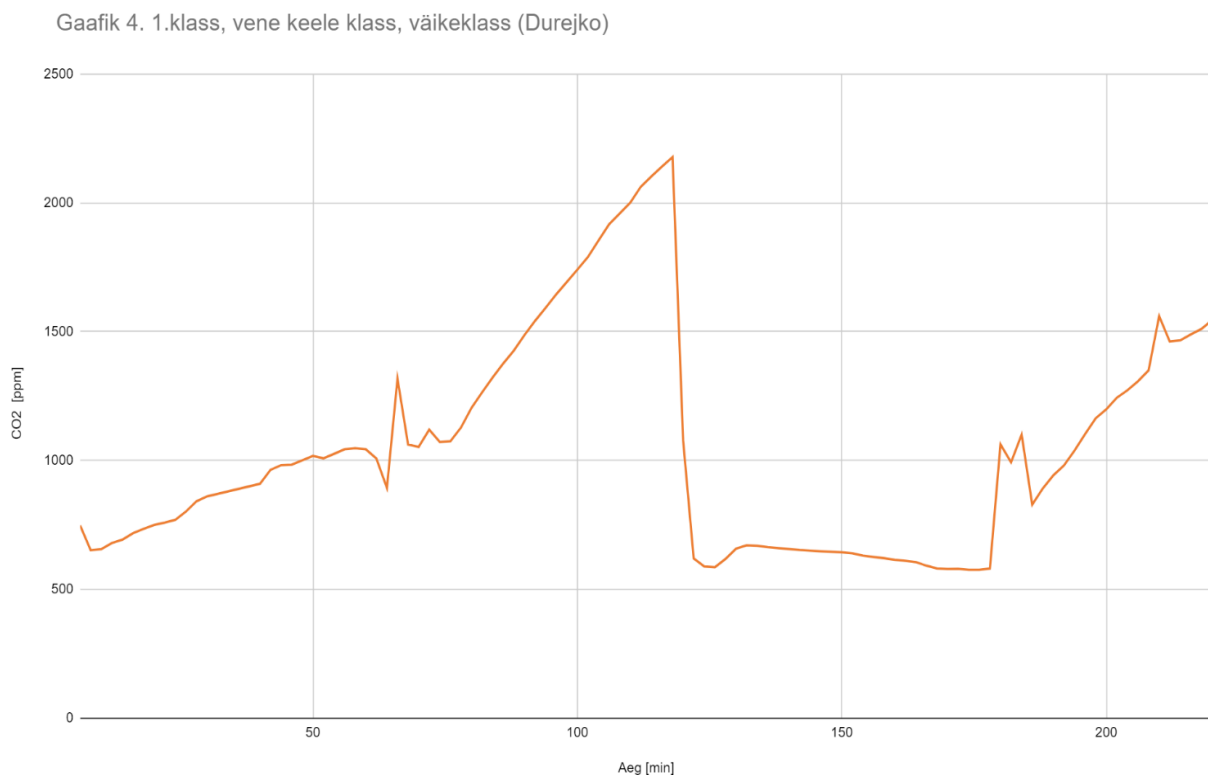
Graafik 2. Eesti keele klassi (R. Pöör) ja 4A klassi õpperuumi (muuseumiklass, H. Vihermets) mõõtmistulemused. Koostas M. Roomets.

Eesti keele klassis toimus mõõtmine ajavahemikus 6-52 min. CO₂ tõusis kogu tunni vältel 800-1450 ppm-ni. Tõenäoliselt oli aken suletud. Järgmisse klassi viies langes CO₂ tase koridorides kiiresti. 4A väikeklassis toimus mõõtmine 64-110 min. CO₂ tase tõusis 800-1200 ppm-ni. Tõenäoliselt oli aken suletud.



Graafik 3. Muusikaõpetuse (K. T. Subi), 2. klassi (kaminaklass) ja 4. klassi õpperuumide mõõtmistulemused. Koostas M. Roomets.

2. klassis toimus mõõtmine ajavahemikus 8-54 min. CO₂ tase tõusis ühtlaselt 700-1200 ppm-ni. Järgmisse klassi viies langes koridoris 700 ppm-ni. 4. klassis suurenes CO₂ tase sarnaselt 2. klassile. Koridoris jällegi langes. Muusikaklassis oli CO₂ tase ühtlaselt kõrge 1650 ppm-i.

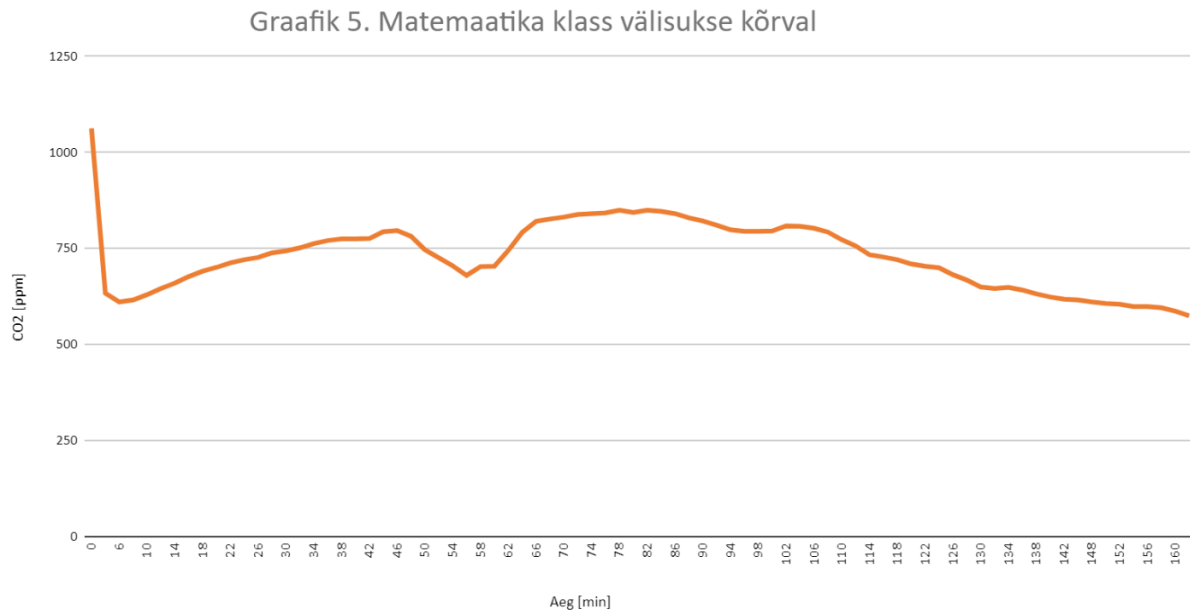


Graafik 4. Vene keele, 1. klassi ja 6A väikeklassi (R. Durejko) mõõtmistulemused. Koostas M. Roomets.

1. klassis mõõdeti ajavahemikus 10-55 min. CO₂ tase tõusis ühtlaselt 650-1050 ppm-ni. Vene keele klassis mõõdeti ajavahemikus 70-118 min. CO₂ tõusis kiiresti 1050-2100 ppm-ni. Vahe-tunnis langes koridoris 600 ppm-ni. Vahepeal oli söögivahetund 40 min, selle jooksul püsis CO₂ tase ühtlane. Väikeklassis mõõdeti ajavahemikus 176-220 min. Toimus järsk CO₂ tõus 600-1000 ppm-ni. Siis avati aken või uks, aga selle sulgemisel tõusis CO₂ tase 1500 ppm-ni.

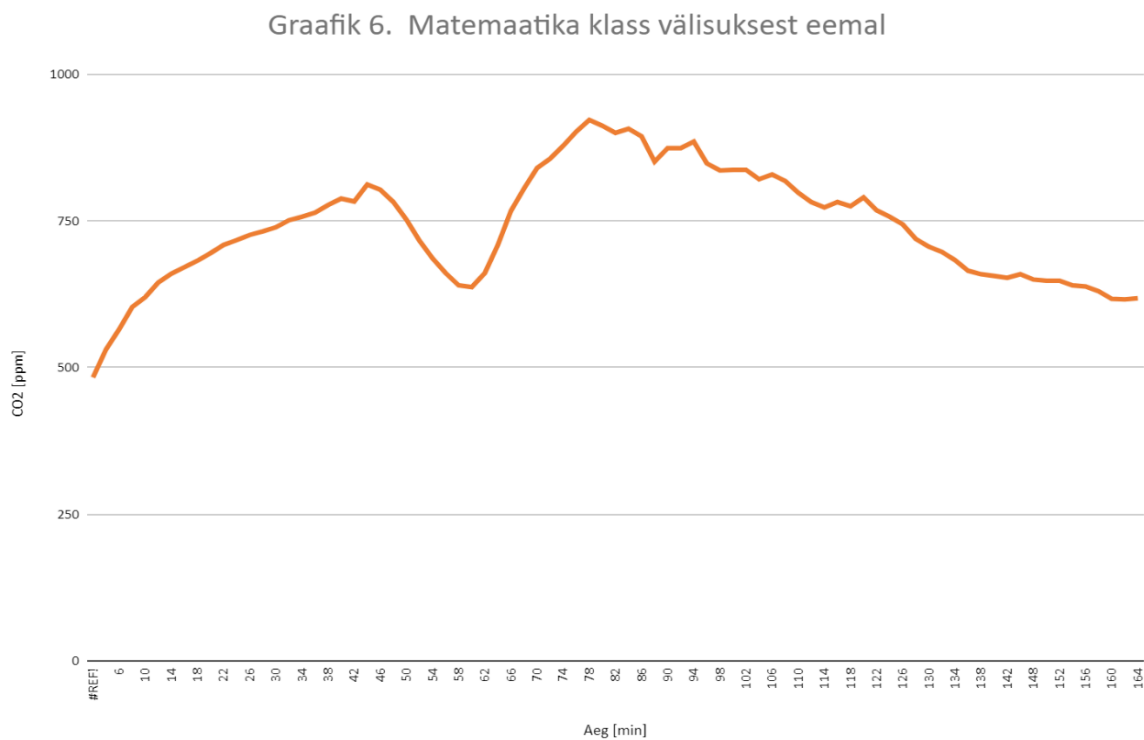
Loovtöö tegemise perioodil ilmnesisid probleemid spordihoone juurdeehituse ventilatsiooniga. Matemaatika ja bioloogia klassis ei olnud igal hetkel sundventilatsiooni. Õpetajad hoidsid

klaasuksi avatuna. Tahtsin kontrollida CO₂ taseme erinevust välisukse lähedal ja sellest eemal. Eeldasin, et välisukse lähedal on CO₂ tase madalam. Need mõõtmised on tehtud 10.03.2022. a.



Graafik 5. Matemaatika õpperuumi (klaasist välisuks) mõõtmistulemused spordihoones. Koostas M. Roomets.

Mõõtmine toimus kolme tunni vältel. Kahe esimese tunni jooksul ventilaator ei töötanud. Kuigi uks oli avatud, siis tõusis CO₂ tase 600 ppm-800 ppm-ni, aga vahetunnis jällegi langes. Järgmisel tunnil toimus samasugune CO₂ suurenemine. Kolmanda tunni ajal CO₂ tase langes, sest lülitati tööle ventilaator.



Graafik 6: Matemaatika õpperuum (klassi tagaosas) eemal toimus samasugune CO₂ taseme muutus nagu klaasukse kõrval, ainult suurema CO₂ sisaldusega.

2.3 Järeldused

1. Lähtume teadmisest, et atmosfääri CO₂ sisaldus on 0,04%=400 ppm.
2. Mitte üheski ruumis ei olnud CO₂ sisaldus 400 ppm. Isegi spordihoonest peamajja viies ei näidanud Trotec 400 ppm-i. Miks? Ilmselt on mõõteriistal näidu fikseerimiseks vajalik teatud aeg. Madalaim CO₂ näit oli 489 ppm (õues).
3. Madalamad CO₂ näidud saadi koridorides, kui viisin mõõteriista ühest klassist teise, siis näitas enamasti 500 ppm-i.
4. Klassiruumides sõltus CO₂ sisaldus sellest, kas aken oli avatud või mitte. Mõõtmisaparaadi graafikutelt oli selgelt näha, millal aken avati, sest siis langes CO₂ tase kiiresti.
5. Paremaks ülevaateks on tulemused koondatud tabelisse 1

Tabel 1. CO₂ näidud erinevatel graafikutel

	Keskmine [ppm]	Kõrgeim [ppm]	Minimaalne [ppm]
Graafik 1	811	1350	489
Graafik 2	1116	1470	750
Graafik 3	1240	1660	790
Graafik 4	1163	4220	576
Graafik 5	730	1062	570
Graafik 6	739	922	482

6. Ventilatsioon, isegi avatud aknaga, on väga oluline CO₂ taseme reguleerija.
7. Esines ka mõni üleloomulikult järsk CO₂ tase. See võis olla tingitud sellest, et mõni õpilane puhus mõõteriista peale. Seda on näha graafikult 4.
Mõõteriist Trotec mõõtis ka temperatuuri ja õhuniiskust. Mõõteriista tarkvara joonistas kogutud andmete põhjal automaatselt oma graafikud, need on esitatud uurimustöö lisas.

KOKKUVÕTE

Käesoleva uurimustöö „CO₂ sisaldus Ruila Põhikooli klassiruumides“ teoreetilises osas uurisin teabekirjandust, et kinnistada teadmisi CO₂ omadustest. Lugesin mitmeid raamatuid ja tutvusin teaduslaste artiklitega, kus kirjeldati CO₂ põhjustatud keskkonnaprobleeme.

Laenutasin oma juhendajaga mõõteriistad Trotec Saue vallavara haldurilt ning tutvusin selle mõõteriista kasutusjuhendiga ja aparaadi käsitlemisega. Eeldasin, et õppetunni edenedes CO₂ sisaldus klassiruumis kasvab. Nii ka oli. Graafikutelt oli selgesti näha, millal õpetaja või õpilased tajusid, et klassis on “õhku vähe”. Siis avati aken ja CO₂ sisaldus langes. Võttes aluseks, et CO₂ sisaldus 1200 ppm-i on “halb”, siis saavutati selle taseme ületamine seitsmes klassiruumis. Mõnel juhtumil toimus ületamine lühiajaliselt.

Kuna spordihoones esines rikkeid ventilaatori töös, siis tehti seal ka lisamõõtmine. Kui uks oli avatud, siis ei tõusnud CO₂ tase kahe tunni vältel üle 1000 ppm-i. Ventilaatori sisselülitamisel kolmanda tunni alguses langes ka CO₂ tase.

Töö eesmärgid said täidetud. Minu väide, et ventilatsiooni puududes CO₂ tase tõuseb, leidis praktilist kinnitust.

Töös esines mõningaid raskuseid. Esmalt lõpetasid mõõteriistad poole mõõtmise peal töötamise, mistõttu olin sunnitud jätkama mõõtmist järgmisel päeval ja see rikkus algset mõõtmisplaani.

Mõõteriistaga pidi kaasa tulema ka vastav tarkvara, mis tegelikult puudus, seetõttu oli vaja see ise internetist leida ning arvutisse installeerida.

Kolmandaks ei hakanud tarkvara minu koduarvutis tööle, mistõttu lükkus süsihappegaasi sisalduse mõõtmine klassiruumides veelkord edasi. Lõpuks sain tarkvara tööle juhendaja arvutis.

Loovtöö tegemise käigus sain rohkem teadmisi CO₂ omadustest ja selle aine põhjustatud keskkonnaprobleemidest. Tutvusin probleemi lahendamise etappidest: hüpoteesi püstitamine, katse planeerimine ja läbiviimine, järelduste tegemine. Ühtlasi õpetas loovtöö tegemine, et seda tuleb aegsasti planeerida. Korralik ajavaru on väga mõistlik.

KASUTATUD KIRJANDUS

Bioneer. Eesti esimene rohelise elustiili portaal. <https://bioneer.ee/> (23.02.2022)

Burton, L. 2020. What Contributes To Carbon Footprint In Manufacturing

<https://resource.temarry.com/blog/what-contributes-to-carbon-footprint-in-manufacturing>

Euroopa Parlament. www.europarl.europa.eu . Sõiduautode CO₂-heide: faktid ja arvud. 2019.

<https://www.europarl.europa.eu/news/et/headlines/society/20190313STO31218/soiduautode-co2-heide-faktid-ja-arvud-infograafika> (23.02.2022)

Hansen, N. H. 2020. Kliima. Teadlased alustavad rünnakut süsihappegaasile. Imeline Teadus, nr 2/2020 , lk 26-33.

Karik, H., Truus, K. 2003. Elementide keemia. Tallinn: Ilo Print.

Katt, N. 2021. Süsiniku oksiid. Jõgeva Põhikool. Õppematerjal.

http://jpk.edu.ee/~neeme/failid/keemia/9klass/9_16_Susini_koksiidid.pdf (23.11.2021)

Kliimamuutused. www.kliimamuutused.ee

<https://www.kliimamuutused.ee/pohjused-ja-tagajarjed/pohjused/metsandus> (29.03.2022)

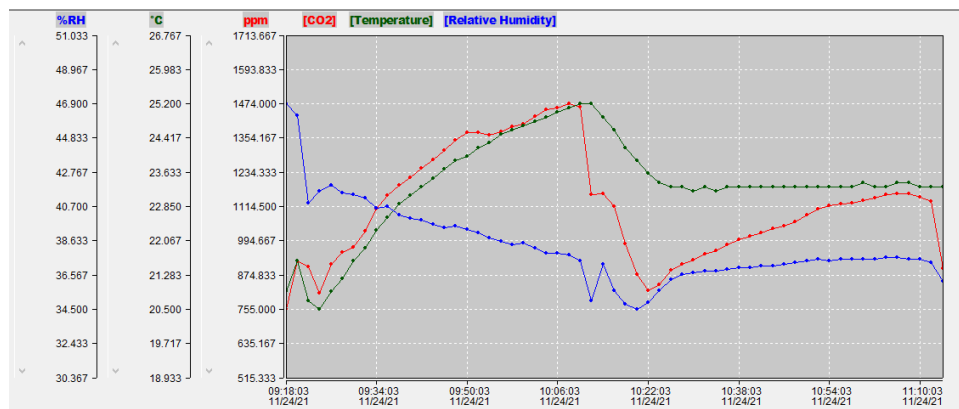
Learn the facts: fuel consumption and CO₂. 2014.

https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/oe/pdf/transportation/fuel-efficient-technologies/autosmart_factsheet_6_e.pdf (25.03.2022)

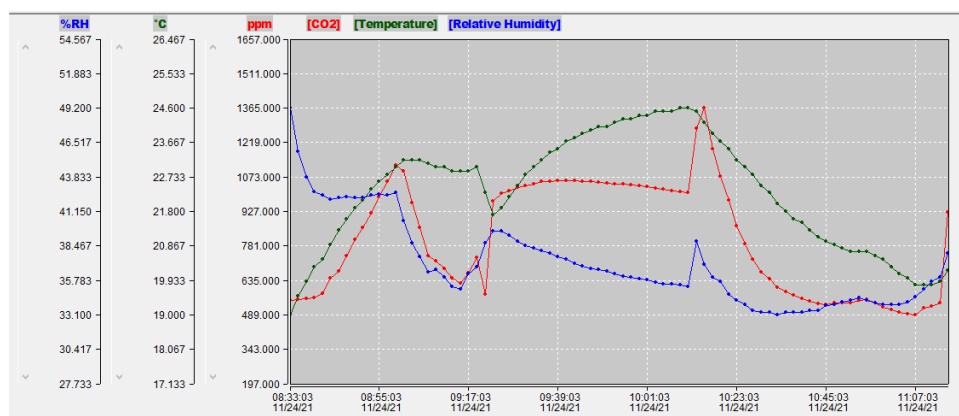
Liiv, J. 2021. Keemia õhtuõpik. Tallinn: Hea Lugu.

Wallace-Wells, D. 2019. Elamiskõlbmatu Maa. Tallinn: Tallinna Raamatutrükikoda.

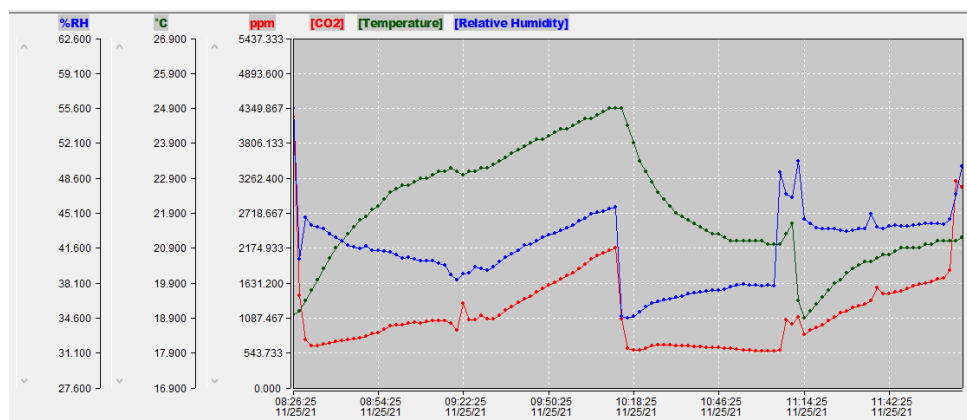
LISA Õpperuumide mõõtmistulemuste automaatsed graafikud seadmest Trotec BZ30.



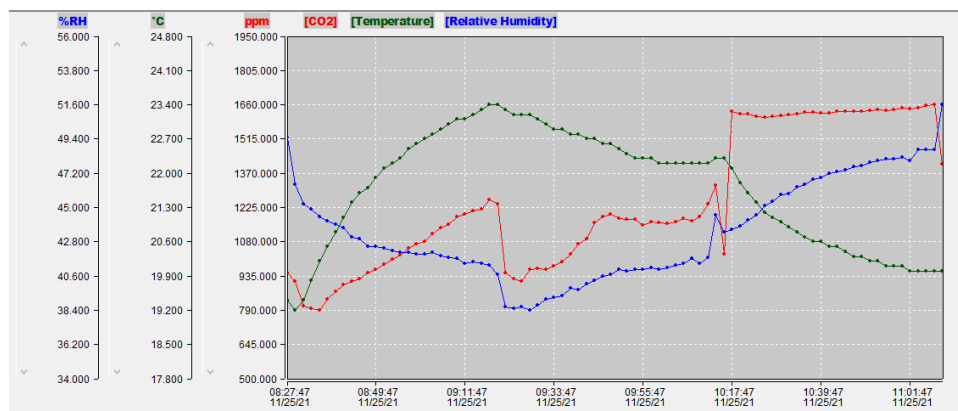
Graafik 1. Õpperuumide CO₂ mõõtmistulemused 24.11.2021 eesti keele klassis ja 4A klassis



Graafik 2. Õpperuumide CO₂ mõõtmistulemused 24.11. 2021 matemaatika, inglise keele ja 3. klassi ruumides



Graafik 3. Õpperuumide CO₂ mõõtmistulemused 25.11.2021 1. klassis, vene keele ja 6A väikeklassis



Graafik 4. Õpperuumide CO₂ mõõtmistulemused 25.11.2021 muusikaklassis, 2. klassis ja 4. klassis