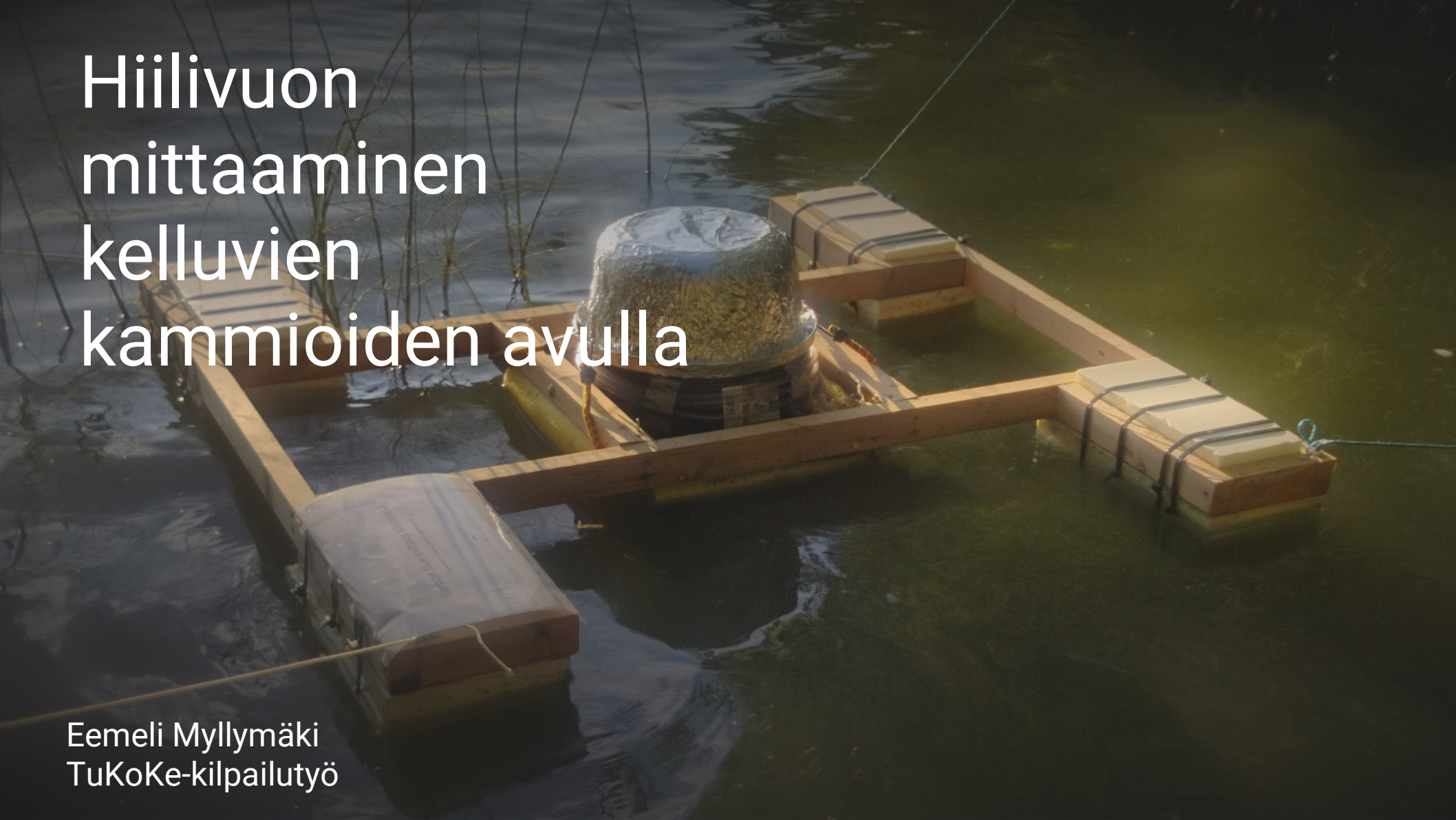


Hiilivuon mittaaminen kelluvien kammioiden avulla

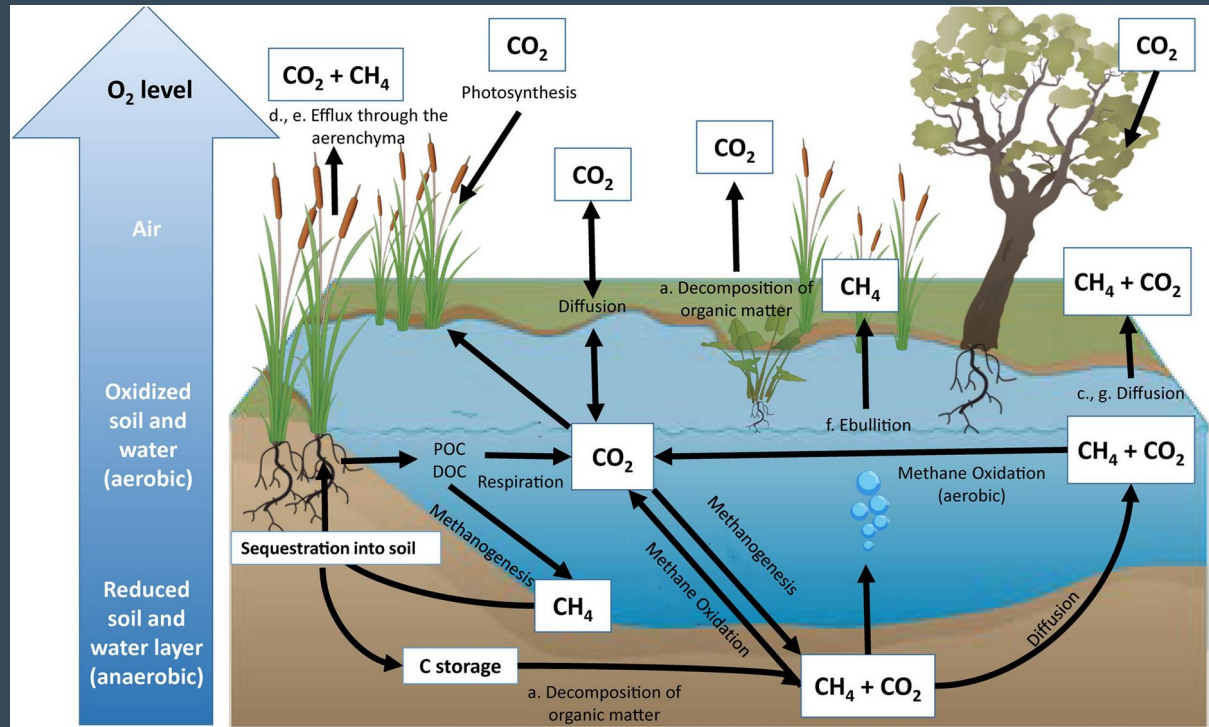
Eemeli Myllymäki
TuKoKe-kilpailutyö



Työn tarkoitus

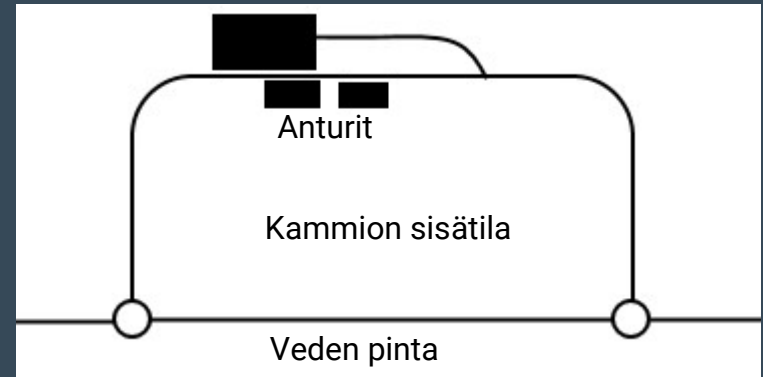
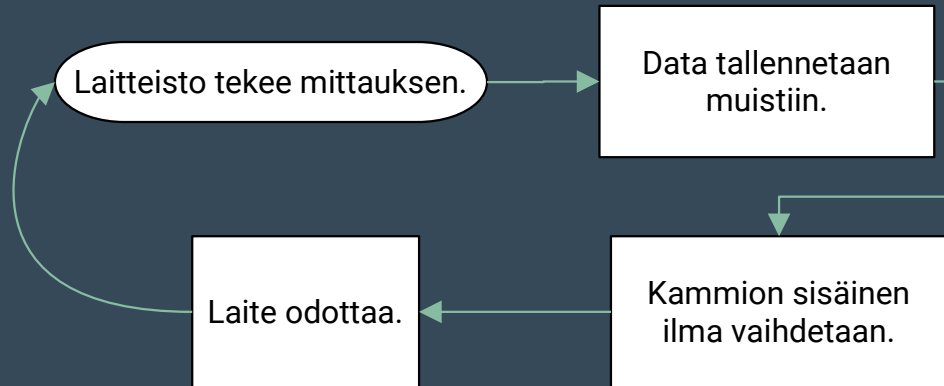
Työn tarkoituksena oli suunnitella ja rakentaa mittalaite, jonka tekemien mittausten avulla olisi mahdollista arvioida vesistöjen ja ilmakehän välisen hiilivuon suuruutta.

Vesistöjen ja ilmakehän välinen hiilivirta on oleellinen osa hiilen kiertoa ja sen mittaaminen ja tutkiminen mahdollistaa entistä syvemmän hiilen kierron ymmärryksen.



Hiilivuon mittaus kammionmenetelmällä

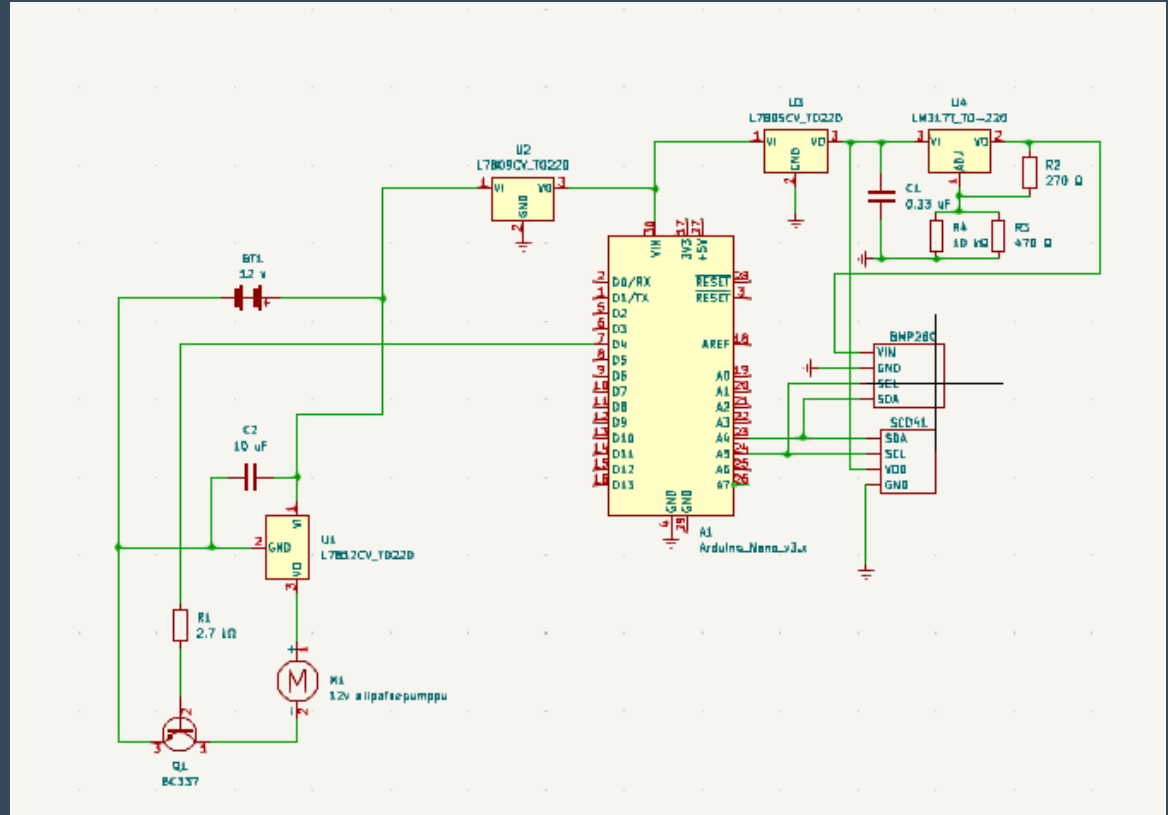
Vesistöjen ja ilmakehän välistä hiilivuota voidaan arvioida mittaamalla veden ja ilmakehän rajapinnan läheisyydessä olevan ilmassan hiilen kaasujen osapaineiden muutosta.



Suunnittelu

Laitteisto koostuu sekä kammio-
osasta, että tuki/kelluntarungosta.
Kammio-osaan sijoitetaan antureita,
joista saatava data lähetetään
muistikortille. Muistikortilta saatava
data voidaan käsitellä tietokoneella.

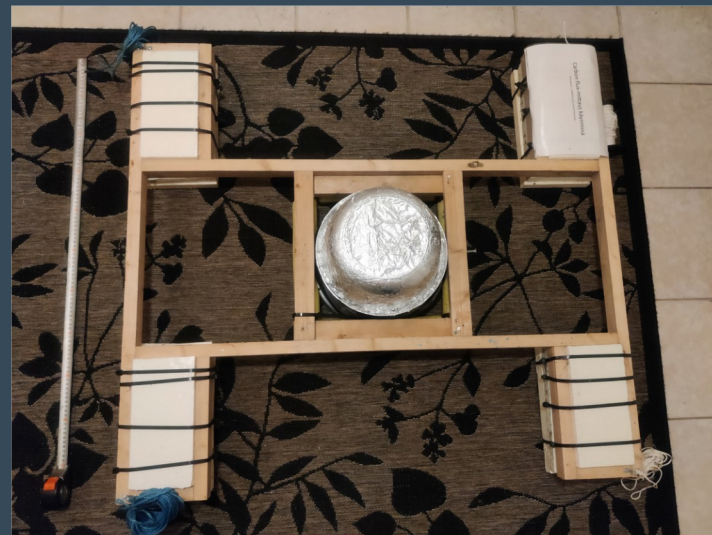
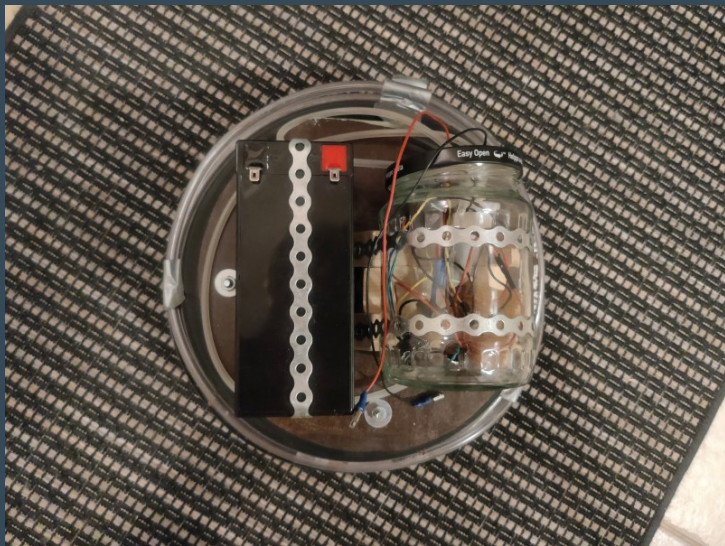
Käytetään antureita, joilla voidaan mitata tarvittavia suureita – lämpötila, ilmanpaine, hiilidioksidipitoisuus



Laitteisto

Laitteiston runko rakennettiin pääosin kierrätysmateriaaleista. Myös muissa työn osissa hyödynnettiin mahdollisuuksien mukaan kierrätysmateriaaleja.

Mikrokontrolleripohjainen tiedonkeruu/anturijärjestelmä on kammion päällä. Kammiossa on läpiviennit tarvittaville johdoille ja paineentasausletkulle.



Datan käsittely ja tulosten laskeminen

Mittausdataa kopioitiin taulukkolaskentaohjelmaan, jossa laskettiin tarpeelliset laskutoimitukset, ja muodostettiin eri kuvaajia.

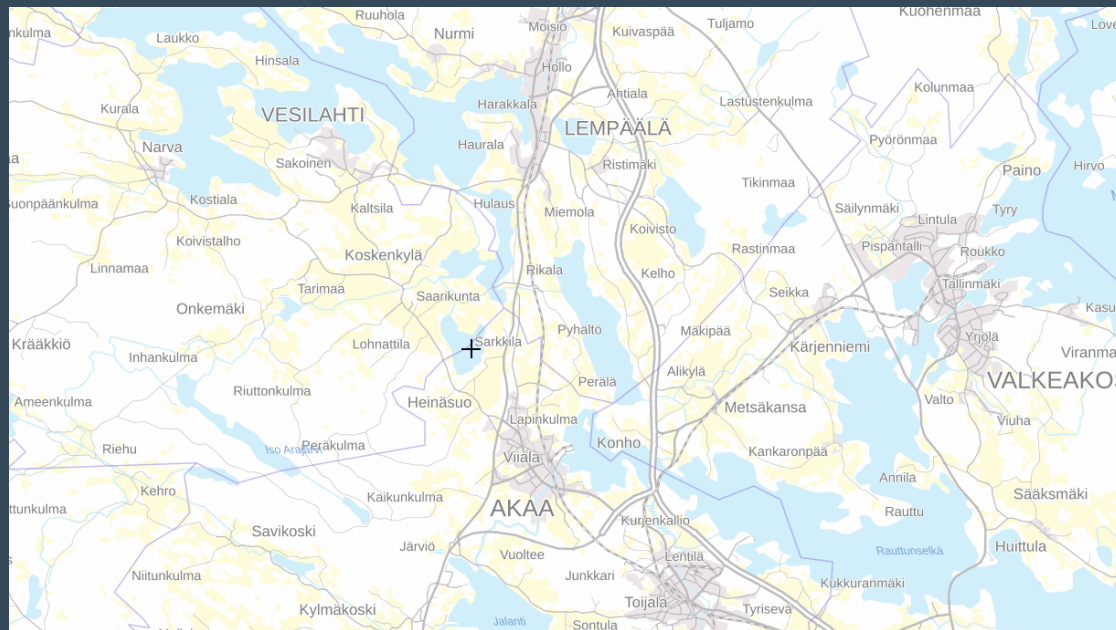
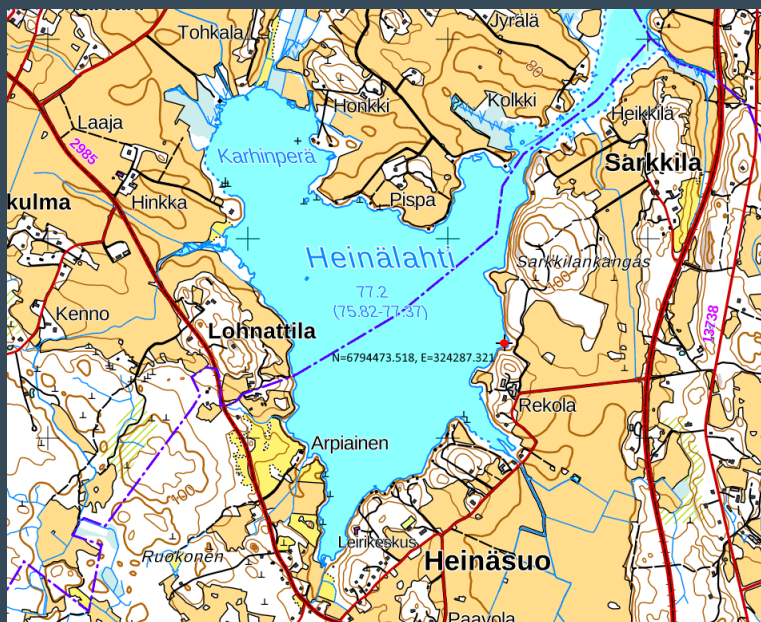
Hiilidioksidivuo laskettiin kaavalla:
$$F_{CO_2} = \frac{dp_{CO_2}}{dt} \frac{V}{RTA}$$

Derivaatan arvolle muodostettiin lineaarisia approksimaatioita.

Vesistömittauksien aika ja paikka

Vesistömittaukset toteutettiin Pyhäjärven Heinälahdella (Akaa) elokuussa 2023.

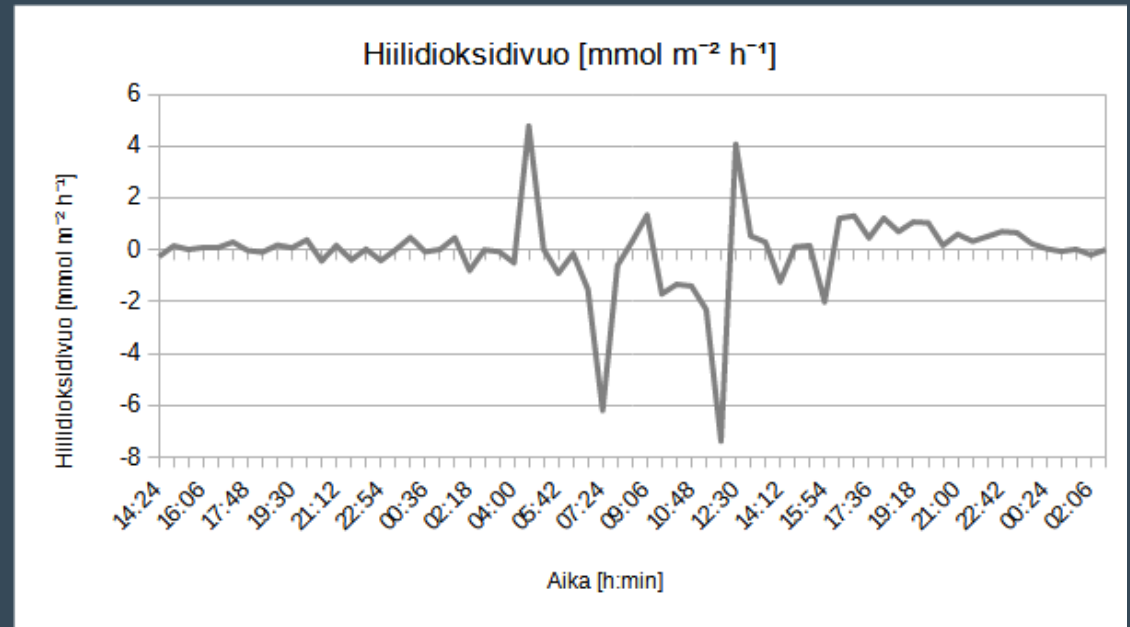
Laite sijoitettiin suojaistaan paikkaan tekemään mittauksia kahdeksi vuorokaudeksi. Laite oli ankkuroitu rantaan.



Testien ja vesistömittauksien tulokset

Laitteistolle suoritettiin noin 5 tunnin koejakso pihalammikossa, jonka jälkeen laitteen kuntoa tarkasteltiin. Testissä laite todettiin toimivaksi ja lisätestejä ei nähty enää tarpeellisiksi.

Vesistömittauksissa hiilidioksidivuo sai arvoja $-1,30685 \pm 6,07685 \text{ mmol m}^{-2} \text{ h}^{-1}$. (keskiarvo $-0,09152 \text{ mmol m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) Suurimman arvonsa $4,770 \text{ mmol m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ vuo saavutti 5.8. 04:34 ja pienimmän arvonsa $-7,3837 \text{ mmol m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 5.8. 11:56. Mittausjakson hiilidioksidivuon keskiarvo oli heikosti negatiivinen: $-0,09152 \text{ mmol m}^{-2} \text{ h}^{-1}$



Tulosten tarkastelu

Negatiivinen hiilidioksidivuon keskiarvo vastaa kirjallisuuteen pohjautuvaa oletusta.

Pelkän hiilidioksidivuon avulla tehtävä arviointi hiilivuon suurudesta on kuitenkin epätarkka.

Tutkielmassa käytetty mittausmenetelmä jättää tuulen vaikutuksen kaasujen vaihtoon veden ja ilmakehän rajapinnassa täysin huomioimatta. Hiilidioksidin lisäksi hiiltä vapautuu vesistöistä myös metaanina. Tuuli- ja metaaniantureiden lisääminen parantaisi laitteen mittaustarkkuutta.



Johtopäätelmät

Laitteella saadut hiilidioksidivuon arvot vastasivat aikaisemmissa tutkimuksissa samankaltaisissa olosuhteissa määritettyjä arvoja.

Virhelähteitä oli kuitenkin lukuisia, ja laitteen toiminnasta ei saatu varmuutta lupaavista tuloksista huolimatta.



Kuvalähteet

- Dia 2. Wikimedia Commons. Lisenssi: CC BY.
[Linkki](#)