



Oamk Journal

Oulun ammattikorkeakoulun julkaisuja

Tämä on alkuperäisen julkaisun rinnakkaistallenne. Rinnakkaistallenne saattaa erota alkuperäisestä sivutuksestaan ja painoasultaan.

This is an electronic reprint of the original publication. This version may differ from the original in pagination and typographic detail.

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä/Please cite the original version:

Jurva, I., Liimatainen, M., Lötjönen, T., & Suomela, R. (2024). Kasvihuonekaasujen mittaamenetelmien vertailu eloperäisellä maalla. *Oamk Journal*, (46). Oulun ammattikorkeakoulu. <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe2024042320943>

METATIEDOT

Tyyppi: Artikkel

Julkaisija: Oulun ammattikorkeakoulu

Julkaisunumero: 46/2024

Julkaisuvuosi: 2024

Tekijätiedot: Jurva Iikka, Liimatainen Maarit, Lötjönen Timo, Suomela Raija

Oikeudet: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Kieli: suomi

Pysyvä osoite: <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe2024042320943>

Tiivistelmä: Luonnonvarakeskuksen Ruukin toimipisteessä vertailtiin perinteistä käsityönä tehtävää kammionmittausmenetelmää ja automaattista mittauskammiota kasvihuonekaasupäästöjen mittaamiseksi turvemaalla. Kammionmittausmenetelmää testattiin turvemaan koekentällä, jossa Luonnonvarakeskus tutki eri muokausmenetelmien vaikutusta turvemaan kasvihuonekaasupäästöihin. Automaattikammion suunnitteli ja rakensi Oamkin agrologiopiskelija Iikka Jurva osana opinnäytetyötään. Tulokset osoittavat, että automaattinen mittauskammio tuottaa yksityiskohtaisempia tuloksia kuin perinteisempi kammionmittaus. Automaattikammio havaitsee herkemmin erot kasvihuonekaasupäästöissä eri kylvömenetelmien välillä. Jatkotutkimuksissa olisi hyvä toistaa kenttäkoe intensiivimittauksella eloperäisten peltojen kasvihuonekaasupäästöjen selvittämiseksi tarkemmin.

Kasvihuonekaasujen mittausmenetelmien vertailu eloperäisellä maalla

24.4.2024 - Jurva Iikka, Liimatainen Maarit, Lötjönen Timo, Suomela Raija

Peltojen kasvihuonekaasupäästöjä on mitattu jo vuosikymmeniä perinteisellä kammiomenetelmällä käsityönä. Luonnonvarakeskuksen Ruukin koeasemalla testattiin kasvukaudella 2023 automaattista kammiomittausmenetelmää. Intensiivistä automaattimittausta verrattiin perinteiseen kammiomenetelmään eloperäisellä pellolla, missä testattiin samanaikaisesti myös eri muokkauskäsittelyjen vaikutusta turvemaan kasvihuonekaasupäästöihin. Kammiomittausmenetelmän testausta varten Luonnonvarakeskus Ruukin koeasemalle kehitettiin uusi täysin automaattinen kasvihuonekaasujen mittauskammio.

Suomalaisista pellosta on turvepeltoja vain noin 10 prosenttia, mutta niiden arvioidaan muodostavan yli puolet maataloussektorin kasvihuonekaasupäästöistä. Vaikka eloperäiset pellot ovat suuri kasvihuonekaasujen (KHK) päästölähde, ne ovat samaan aikaan tärkeitä Suomen ruoantuotannolle ja erityisesti Pohjois-Suomen nautakarjatiloilille. Koska turvepeltojen poistaminen kokonaan viljelystä on haasteellista, on eloperäisten peltojen viljelymenetelmiä kehittämällä pyritty löytämään keinoja hillitä niiden kasvihuonekaasupäästöjä. [1]

Erilaisten muokkausmenetelmien on arvioitu olevan yksi viljelyteknisistä maan KHK-päästöihin vaikuttavista tekijöistä. Maatalouden peltoviljelyssä peltoa muokataan tasaisin väliajoin erilaisia maaperän muokkausmenetelmiä käyttäen. Muokkausmenetelmät eroavat toisistaan muun muassa sen perusteella, kuinka tehokkaasti tai miltä syvyydeltä maaperää sekoitetaan. [2]

Maanviljelyä intensiivisellä tai kevennetyllä muokkausmenetelmällä

Keskeisin tavoite kaikilla muokkausmenetelmillä on hajottaa vanha kasvusto ja maanpinta uuden kylvettävän kasvuston tieltä. Keskeisiä hyviä puolia maanmuokkauksella ovat maaperän kuohkeutuminen, veden ja juuriston läpäisykyvyn paraneminen sekä rikkakasvien vähentyminen. Maanmuokkauksen haittapuolia voivat olla eroosion sekä ravinteiden huuhtoutumisen lisääntyminen. [3]

Syys- ja kevätkynnössä maaperä käännetään ylösalaisin 20–30 senttimetrin syvyydestä. Kerta-ajolla saavutetaan käytännössä kaikki hyvän perusmuokkauksen tavoitteet. Kyntö on kuitenkin muokkausmenetelmistä kaikkein työläin sekä ravinteiden huuhtoumaa ja maaperän eroosiota lisäävin menetelmä. [4]

Suorakylvössä maaperää muokataan ainoastaan 3–5 senttimetrin syvyydestä ja vain kylvörivien kohdalta. Suorakylvössä maanpinta avataan ainoastaan hetkellisesti ja uusi siemen kylvetään määritettyyn syvyyteen. Suorakylvön tärkein etu on sen nopeus ja pienemmät polttoainekulut, sillä maaperää ei tarvitse muokata millään muulla tavalla. Haittapuolina ovat maaperän tiivistyminen ja rikkakasvipaineen ja kasvinsuojelun tarpeen lisääntyminen pitkällä aikavälillä. [5]

Mittausmenetelmä keskeisessä roolissa

Maanmuokkauksen kasvihuonekaasuvaikutuksia eri maalajeilla on kansainvälisesti tutkittu paljon eri menetelmin [6]. Reginan ja Alakukun [7] tutkimuksessa ”Greenhouse gas fluxes in varying soil types under conventional and no-tillage practices” tutkittiin syyskynnön vaikutuksia maaperän kasvihuonekaasupäästöihin. Tutkimuksessa ei havaittu merkittävää eroa syyskynnetyillä koealoilla. Tutkimuksessa mittaukset tehtiin käsin perinteisellä kammiomittausmenetelmällä. [7]

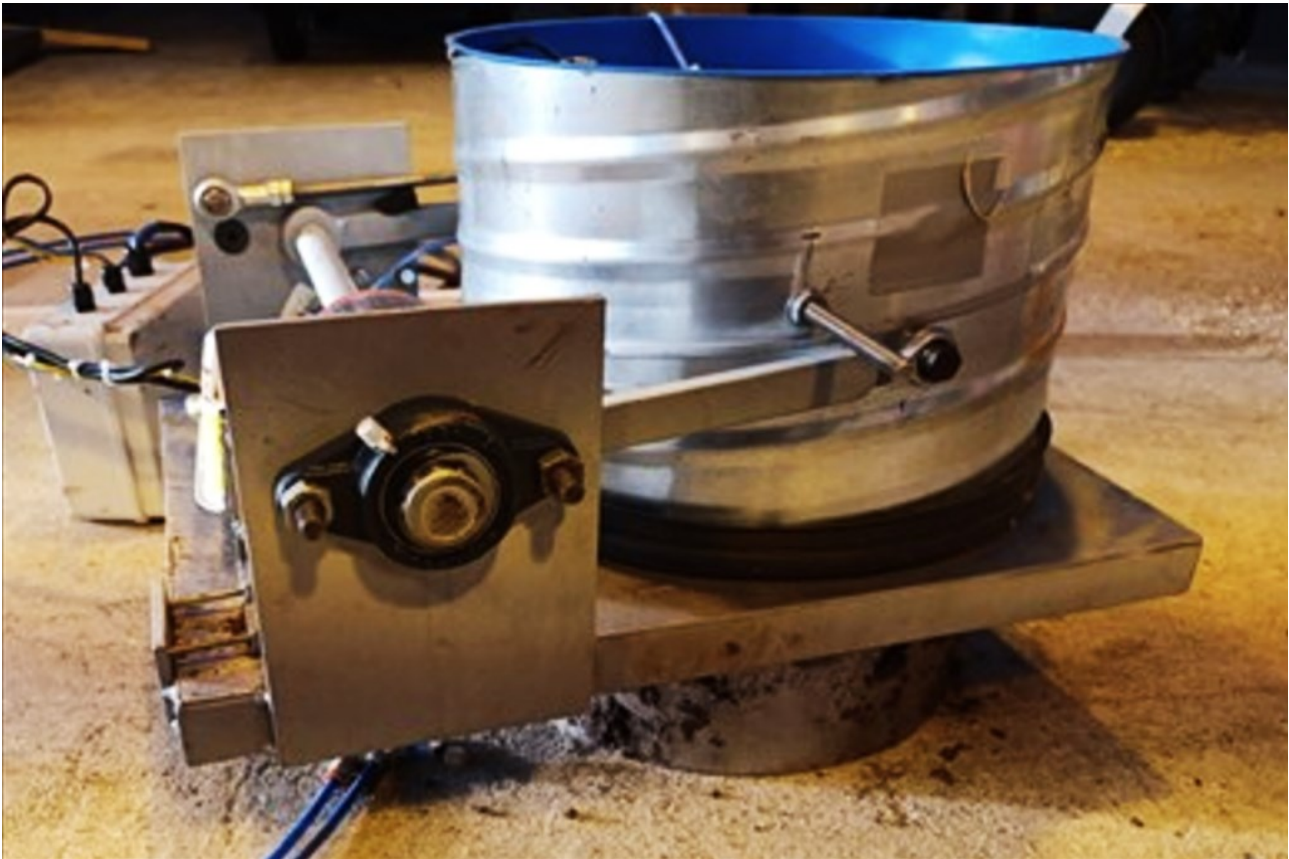
Tämän artikkelin taustalla olevassa opinnäytetyössä haluttiin verrata vanhaa käsin tehtyä mittausmenetelmää intensiiviseen automaatiomittaukseen. Kenttäkokeen mittauksiin valittiin muokkausmenetelmiksi suorakylvö ja kyntö, sillä ne ovat muokkausintensiiteitiltään toistensa ääripäät.

Perinteisessä kammiomittausmenetelmässä mittauskammio kauluksineen asetetaan maaperään kauluksen päälle. Kammiosta otetaan kaasunäyte ruiskulla esimerkiksi neljä kertaa tunnin aikana ja näyte analysoidaan kaasukromatografilla. Toinen vaihtoehto on käyttää ruiskujen sijasta kannettavia kaasuanalysaattoreita, jotka mittaavat raakadatan saman tien. Perinteisen kammiomenetelmän ja kaasuanalysaattoreiden ongelmana on mittausten suuri työmäärä, eikä riittävän tiheiden mittausten tekeminen lyhyessä ajassa ole käytännössä mahdollista. Kasvihuonekaasujen määrän ja kokonaisvaikutuksen määrittäminen vaikeutuu, kun tulokset muodostetaan vain muutamalla datapisteellä.

Yksittäisten datapisteiden vähyyden ongelma korostuu, kun tutkitaan maaperässä tapahtuvia nopeita muutoksia. Kasvihuonekaasupäästöissä tapahtuvien muutosten havaitseminen voi jäädä puutteelliseksi, jos dataa on vain vähän ja vain tiettyinä hetkinä mitattuna. Viime vuosina on kansainvälisesti yleistynyt uudenlainen mittausmenetelmä, missä täysin automaattinen kasvihuonekaasukammio mittaa yksittäisiä pisteitä tasaisin aikaväleihin jatkuvatoimisesti. Luonnonvarakeskuksen Ruukin koeasemalla haluttiin kerätä kokemuksia tämän tyyppisestä mittaamisesta turvepellolla, kun tutkitaan muokkausmenetelmien aiheuttamia todennäköisesti nopeita, mutta lyhytaikaisia muutoksia maaperässä.

Menetelmien kuvaus

Kenttäkoetta varten rakennettiin automaattikammiojärjestelmä, jonka toimintaa ja luotettavuutta testattiin kokeen aikana. Automaattikammion runko valmistettiin tavanomaisesta huonekaluputkesta. Kammion kansi ja kaulus tehtiin ruostumattomasta teräksestä, jotta metallin kemiallinen vaikutus maaperään minimoitiin. Automaattikammiota ohjaa Arduino Mega -mikro-ohjainkortti, joka ajoittaa mittaukset, kirjaa mittausajat ja ohjaa fyysisesti kammiota. Automaattikammio on ohjelmoitu mittaamaan 5 minuuttia ja tämän jälkeen odottamaan 55 minuuttia ennen seuraavaa mittausta.



KUVA 1. Valmis automaattikammio (kuva: Jani Markus, Luonnonvarakeskus).

Tavanomainen mittaus toteutettiin Luonnonvarakeskuksen kasvihuonekaasumittauskärryllä (kuva 2). Kärryyn on sijoitettu kaksi Li-Cor-kaasuanalysaattoria, jotka mittaavat reaaliajassa kammioiden sisälle kertyviä kasvihuonekaasupäästöjä. Menetelmätestauksen kenttäkoe suoritettiin Luonnonvarakeskuksen Ruukin koeaseman NorPeat-tutkimusalustalla muokkauskoe 2 -kokeella osana ViljaPäästö-hanketta. Kyseisellä kokeella on tutkittu eri muokkausmenetelmien, kuten kevätkynnön ja suorakylvön, kasvihuonekaasuvaikutuksia vuodesta 2019 lähtien [8]. Kenttäkokeelle sijoitettiin olosuhdeparametreja seuraavia laitteita, kuten RuuviTag lämpötila- ja kosteusantureita.



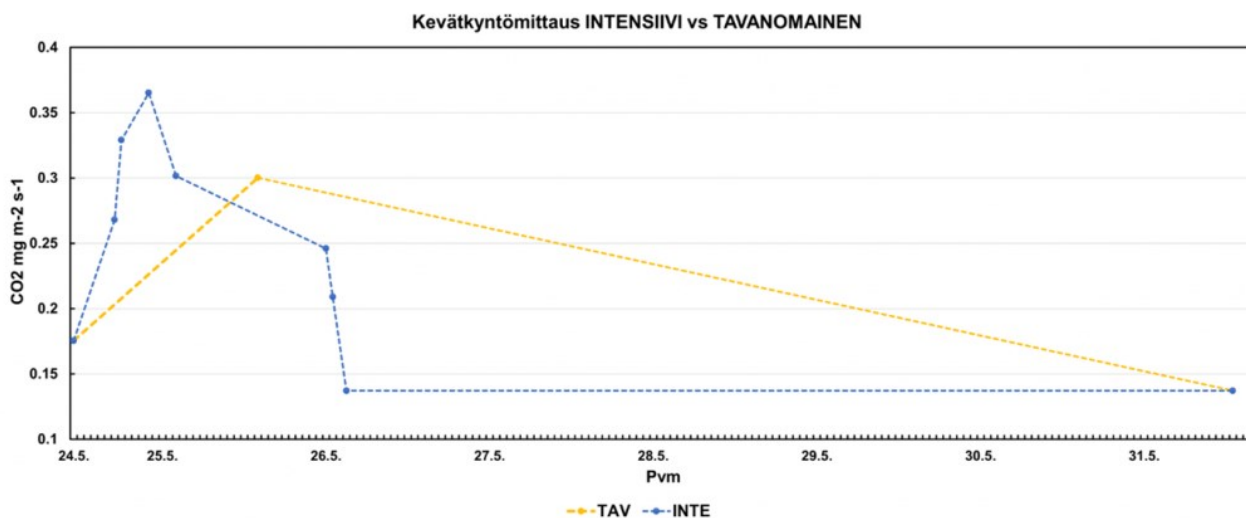
KUVA 2. Automaattikammio Ruukin koeaseman tutkimusalustalla (kuva: likka Jurva).

Opinnäytetyössä [9] verrattiin tavanomaista manuaalista kammiomittausta intensiiviseen automaattikammioittaukseen, kerättiin kokemuksia intensiivisestä automaattikammioittauksesta ja rakennettiin Luonnonvarakeskukselle toimiva automaattikammio. Lisäksi tavoitteena oli alustavasti havaita suorakylvön ja kevätkynnön välisiä eroja hiilidioksidipäästöissä.

Tulokset

Menetelmätestaus suoritettiin kasvukauden 2023 keväällä touko-kesäkuun vaihteessa. Datan käsittely ja tulosten laskenta tehtiin yhdessä Luonnonvarakeskuksen tutkijoiden ja tutkimusinsinöörin kanssa. Kenttäkokeessa mitattiin kolmea eri kasvihuonekaasua: dityppioksidi (N_2O), hiilidioksidi (CO_2) ja metaani (CH_4). Aiheen rajaamiseksi opinnäytetyössä käsiteltiin ainoastaan CO_2 -päästöjä, vaikka N_2O onkin tärkeä kasvihuonekaasu eloperäisellä pellolla [10].

Intensiivisten ja tavanomaisten mittaustulosten vertailussa havaittiin, että perinteisessä kaasuanalysointorilla tehdyssä mittauksessa mittausajankohta vaikutti tulokseen eniten, koska datapisteitä oli niin vähän (kuvio 1).



KUVIO 1. Automaattisen mittauskammion intensiivimittaus lisäsi useiden datapisteiden avulla kasvihuonekaasumäärityksen tarkkuutta tavanomaiseen mittaukseen verrattuna.

Intensiivisen mittauksen tuloksista havaittiin, että suorakylvökäsittelyn aiheuttamat hiilidioksidipäästöt tasaantuivat kymmenessä tunnissa normaalille tasolle.

Kevätkyntökäsittelyn hiilidioksidipäästöt olivat korkeammat useamman päivän ajan. Tämän eron sai selville vain automaattikammioilla, joilla datapisteitä saatiin riittävästi.

Kenttäkokeen tulokset eivät kuitenkaan edusta suorakylvön ja kevätkynnön todellisia vaikutuksia maaperän kasvihuonekaasupäästöihin, ja tavoitteena olikin tehdä ennen kaikkea mittausteknistä menetelmävertailua. Jotta erilaisten kylvökäsittelyiden erot voitaisiin luotettavasti todentaa, kenttäkoe tulisi toistaa vähintään neljällä toistolla ja useammalla kasvukaudella. Lisäksi muun muassa kyntöä seuraavien äestysten ja erillisen kylvön aiheuttamat päästöt tulisi mitata, jotta lopputulos vastaisi suorakylvöllä aikaansaatuja lopputulosta.

Kenttäkokeissa havaittiin, että intensiivimittaus opinnäytetyössä rakennetulla automaattikammioilla on tehokas ja huomattavasti perinteistä käsin tehtyä mittaamenetelmää tarkempi menetelmä kasvihuonekaasupäästöjen mittaamiseen, vaikka sen käyttöönotto olikin aikaa vievää. Järjestelmän monimutkaisuus ja useat riskitekijät osoittivat tarpeen yksinkertaisemmalle ja käyttäjäystävällisemmälle järjestelmälle, mutta opinnäytetyössä saatiin kuitenkin jo näinkin lyhyessä ajassa toteutettua mittausten kannalta toimiva kammio.

Lisäksi havaittiin, että suuren datavirran hallintaan tarvitaan automaattinen laskentaohjelma, sillä kammion tuottaman datan käsittely käsin oli erittäin työlästä.

Luonnonvarakeskuksella on kuitenkin jo osittain käytössä ja kehitteillä tietokanta, missä kaasuanalysaattoreiden tuottamaa dataa voidaan laskea laskentaohjelman avulla.

Automaattikammio varteenotettava vaihtoehto

Automaattikammiotekniikkaa käyttävä intensiivimittausmenetelmä osoittautui tehokkaaksi kasvihuonekaasupäästöjen peltomittauksissa tuottaen luotettavia tuloksia lyhyessä ajassa. Intensiivinen automaattikammiomittaus selkeästi tuotti yksityiskohtaisempia tuloksia muokkausmenetelmistä kuin tavanomainen kammiomittausmenetelmä.

Itse rakennettu automaattikammio toimi hyvin. Vaikka tekniikassa oli käytännön ongelmia, sitä saatiin kehitettyä kasvukauden aikana. Tekniikkaa on mahdollista edelleen kehittää, mikä lisäisi toiminnan joustavuutta sekä säästäisi rahaa pitkällä aikavälillä, kun mittauksiin ei tarvittaisi yhtä paljon työresurssia pellolla. Jo nyt automaattikammio oli varteenotettava vaihtoehto kaupallisten tuotteiden rinnalla ja mahdollisti eri kylvömenetelmien välisten erojen selvittämisen tarkemmin.

Ilkka Jurva

Valmistunut agrologiksi Oulun ammattikorkeakoulusta

Maarit Liimatainen

tutkija

Luonnonvarakeskus

Timo Lötjönen

tutkija

Luonnonvarakeskus

Raija Suomela

lehtori

ICT ja liiketoiminta

Oulun ammattikorkeakoulu

Artikkeli perustuu opinnäytetyöhön:

Jurva, I. (2023). *Kasvihuonekaasujen mittausten menetelmien vertailu eloperäisellä maalla eri muokkausmenetelmillä. Kevätkyntö ja suorakylvö* [AMK-opinnäytetyö, Oulun ammattikorkeakoulu, Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma]. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2023120534513>

Lisätietoa:

Artikkelin tulokset pohjautuvat Oamkin maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelmasta valmistuneen opiskelijan opinnäytetyöhön. Opinnäytetyössä tehty menetelmäkehittäminen liittyi [Turvemaiden viljanviljelyssä syntyvät ilmasto- ja vesistökuormitus sekä niiden hillintä \(ViljaPäästö\) -hankkeeseen](#). ViljaPäästö-hanke on Luonnonvarakeskuksen Ruukin toimipisteen toteuttama hanke, jonka on rahoittanut Maaseuturahasto ja jota hallinnoi Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus.

[Kaikki hankkeen julkaisut Oamk Journalissa](#)

Lähteet

[1] Kari, M. (2022). *Turvepelto-opas*. ProAgria Keskusten liitto.

<https://www.proagria.fi/www/nettilehdet/turvepelto-opas/>

[2] University of Minnesota Extension. (2023). *History of tillage and tillage research*.

<https://extension.umn.edu/soil-management-and-health/history-tillage-and-tillage-research#whyto-till-soil-1148460>

[3] Nebraska CropWatch. (2023). *Tillage: Advantages and Disadvantages*. University of Nebraska-Lincoln. <https://cropwatch.unl.edu/tillage/advdadv>

[4] Mattila, T. J., & Rajala, J. (2019). Kynnön haittojen minimointi. Teoksessa *Tietokortit: Hyvät käytännöt maan kasvukunnon hoitoon*. Avointen oppimateriaalien kirjasto. <https://aoe.fi/api/v1/download/file/kynnonhaittojenminimointi-1610969231419.pdf>

[5] Väderstad. (2023). *Suorakylvö*. <https://www.vaderstad.com/fi/know-how/muokkausmenetelmat/suorakylvo/>

[6] Abdalla, K., Chivenge, P., Ciais, P., & Chaplot, V. (2016). No-tillage lessens soil CO₂ emissions the most under arid and sandy soil conditions: results from a meta-analysis. *Biogeosciences*, 13(12), 3619–3633. <https://doi.org/10.5194/bg-13-3619-2016>

[7] Regina, K., & Alakukku, L. (2010). Greenhouse gas fluxes in varying soils types under conventional and no-tillage practices. *Soil and Tillage Research*, 109(2), 144–152.

<https://doi.org/10.1016/j.still.2010.05.009>

[8] Lötjönen, T., tutkija, Luonnonvarakeskus. Teams-kokous 11.3.2023.

[9] Jurva, I. (2023). *Kasvihuonekaasujen mittausmenetelmien vertailu eloperäisellä maalla eri muokkausmenetelmillä. Kevätkyntö ja suorakylvö* [AMK-opinnäytetyö, Oulun ammattikorkeakoulu]. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2023120534513>

[10] Gerin S., Vekuri, H., Liimatainen, M., Tuovinen, J-P., Kekkonen, J., Kulmala, L., Laurila, T., Linkosalmi, M., Liski, J., Joki-Tokola, E., & Lohila, A. (2023). Two contrasting years of continuous N₂O and CO₂ fluxes on a shallow-peated drained agricultural boreal peatland. *Agricultural and Forest Meteorology*, 341(2023), 109630.

<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109630>