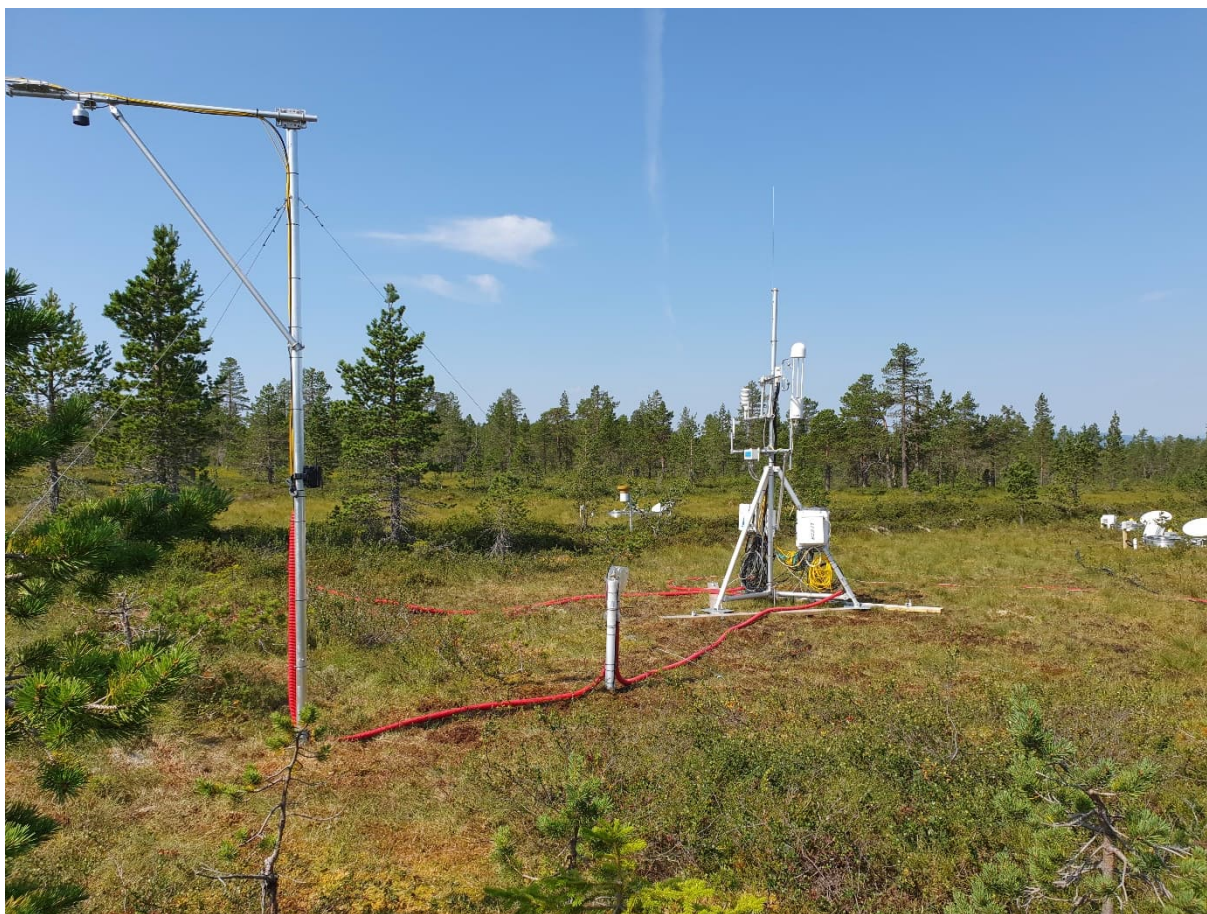


Statusrapport

Overvåking av klimagasser på myr



Rekvirent:

Miljødirektoratet

M-2820|2024

Dato:

11. desember 2023

Avtale nr.:

18088061



DMR Miljø og Geoteknikk AS

Maridalsveien 163, 0461 Oslo Tlf. 221 20 203

E-mail: oslo@dmr.as

www.dmr.as

Statusrapport – Overvåking av klimagasser på myr

Innhold

1. Registreringsblad.....	2
2. Innledning	3
2.1 Konseptuell forståelse	3
2.2 Tidligere målinger.....	5
2.3 Formål	7
3. Beskrivelse av undersøkelsesområdene	7
3.1 Måleutstyr på undersøkelsesområdene	8
3.2 Endringer fra opplegget	11
4. Restaurering av det sydlige område	12
5. Driftserfaringer fra 2023	14
6. Resultater 2023	14
6.1 Footprint fra ECF-målinger	14
6.2 CO ₂ -emisjon	15
6.3 CH ₄ -emisjon	18
6.4 N ₂ O-emisjon.....	20
6.5 Vannstandsmålinger.....	22
6.6 Oppsummering av resultater	23
7. Opsamling på resultater 2019-2023	23
7.1 Vannstandsmålinger og effekt av restaurering.....	23
7.2 CO ₂ -emisjon.....	27
7.3 CH ₄ -emisjon	36
7.4 N ₂ O-emisjon	40
7.5 Samlet klimagass-emisjon.....	40
7.6 Oppsummering	41
8. Anbefalinger	44
8.1 Behov for ytterligere overvåking	44
8.2 Optimering av utstyrspakken	44
9. Referanser	46

Vedlegg 1. Situasjonsplan fra nordlig område

Vedlegg 2. Situasjonsplan fra sydlig område

Vedlegg 3. Prosjektbeskrivelse fra statsforvaltningen om restaurering av sørlige område.

Prosjektleder



Poul Larsen
Sivilingeniør, Ph.D

Kvalitetssikring



Claus Larsen
Sivilingeniør

1. Registreringsblad

Rekvirent	Miljødirektoratet, Brattørkaia 15B, Postboks 5672 Sluppen NO-7485 Trondheim
Lokalitet	Hisåsen/Regnåsen, Trysil
Avtale nr.:	18088061
DMR-saksnummer	18-0165

Dato	11.12.2023
Prosjektleder	Poul Larsen
Kvalitetskontroll	Claus Larsen

Konsulent	DMR Miljø og Geoteknikk AS, Maridalsveien 163, 0469 Oslo
------------------	--

2. Innledning

Det er i dag ca. 19.000 km² (ca. 5 % av Norges areal) myr og annen våtmark i Norge, hvilket er et vesentlig mindre areal enn for ca. 80 år siden, da det var ca. 30.000 km² (ca. 7,8 % av Norges areal) /1/. Denne reduksjon skyldes bl.a. at myrområder er benyttet til landbruk, skogplanting mm., noe som har medført betydelig grøfting og tørrlegging av store myrområder /1/.

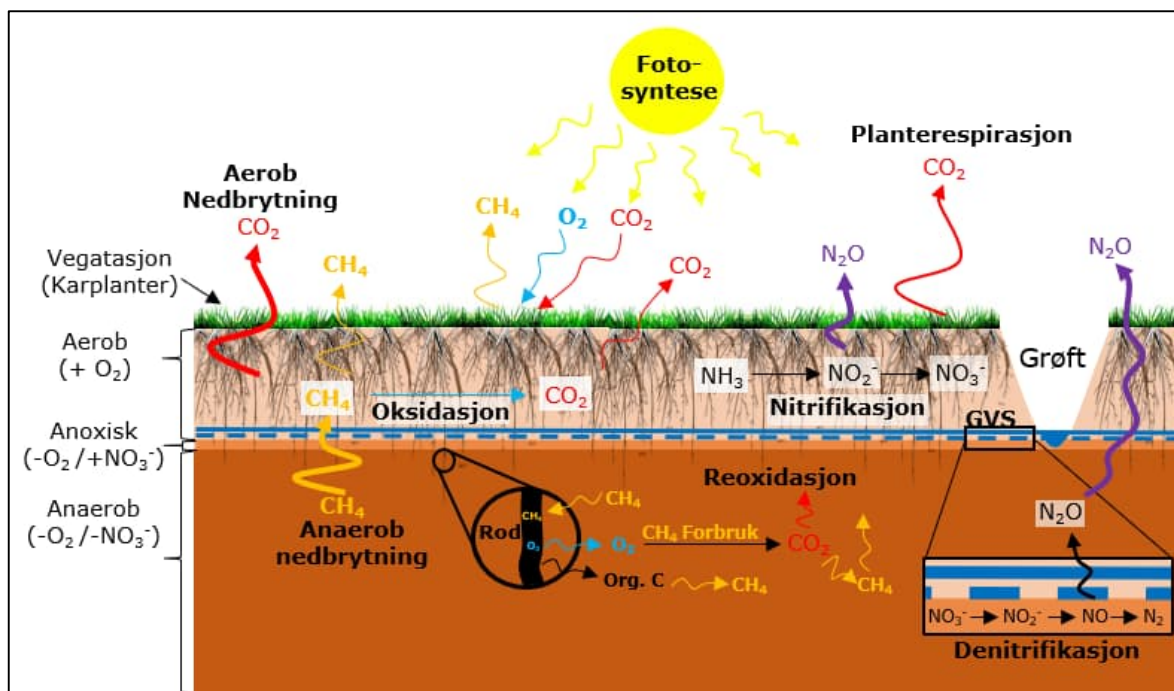
Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet utarbeidet i 2016 «Plan for restaurering av våtmark i Norge 2016-2020» (M-644). Planen er utarbeidet med tanke på å medvirke til å oppfylle regjeringens målsettinger om reduserte klimagassutslipp, tilpasning til klimaendringene og bedring i økologisk tilstand.

Restaurering av myrer som tidligere er påvirket av menneskelig aktivitet, f.eks. ved grøfting eller drenering, anses for å være en av de områdene hvor Norge kan redusere utslipp av klimagasser. Det er i /7/ estimert at klimagassutslipp fra drenerte myrer er ca. 5,6 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, svarende til ca. 10 % av Norges samlede utslipp i 2013. Det er fremdeles nødvendig å foreta konkrete målinger over flere år for å se hvor mye restaureringen av myrer reduserer klimabelastningen, da flere studier har vist motsatt effekt for utslipp av CO₂, N₂O og CH₄ ved restaureringene /1/, /2/. Med dette som bakgrunn har Miljødirektoratet satt i gang et oppdrag om intensiv overvåking av klimagassflukser på myrer i forbindelse med restaurering.

Denne statusrapporten beskriver driften av overvåkingen i 2023 og inneholder en presentasjon av de resultatene som foreligger. Dette er andre året med overvåking etter restaureringen i oktober 2021. Rapporten inneholder videre en samlet vurdering av klimagassemissjonen.

2.1 Konseptuell forståelse

En detaljert gjennomgang av de underliggende mekanismene for endringer i klimagasser ligger utenfor formålet med denne rapporten, men en overordnet konseptuell modell for de primære biologiske prosessene i myrer som er grøftet, ses på figur 2.1. En mer detaljert gjennomgang og konkrete eksempler på målingene kan ses i /1/ - /6/.



Figur 2.1. Overordnet konseptuell modell for biologiske prosesser i myrer før restaurering. (Skisse ut fra /2/-/4/). GVS = Grunnvannsspeil.

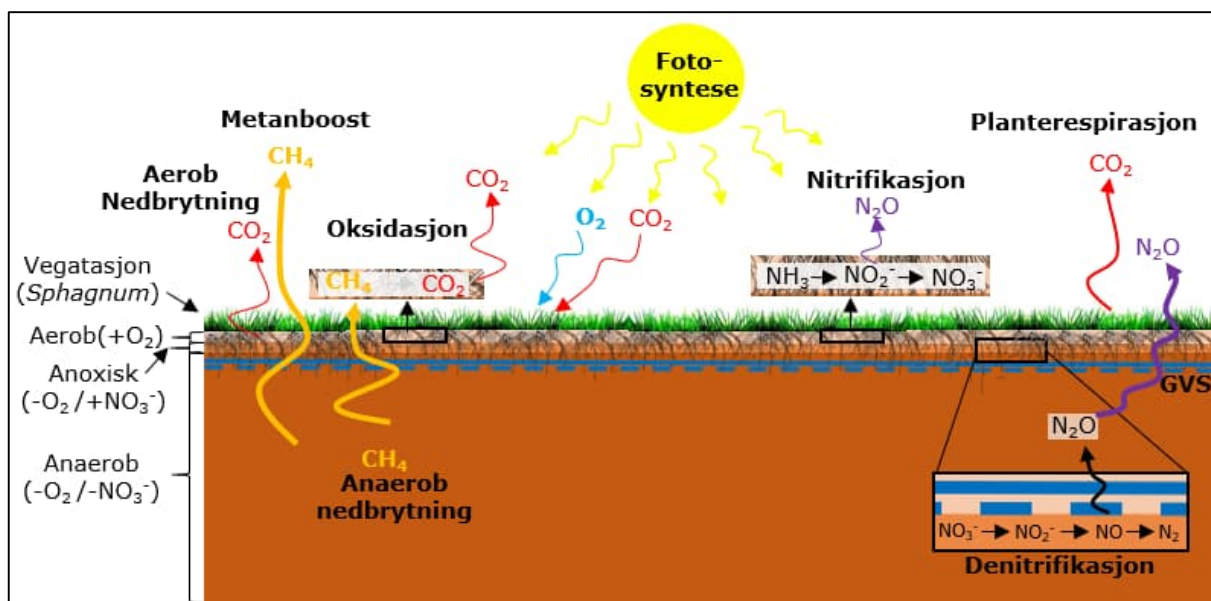
Selv i en overordnet konseptuell modell (figur 2.1) fremgår det at det er mange prosesser involvert i gassutvekslingen mellom en myr og atmosfæren. Flere av prosessene er også motsatt rettet.

Overordnet medfører grøfting og drenering at den aerobe sonen i myrens topplag økes betydelig fordi grunnvannsspeilet faller. Dette medfører generelt følgende forhold som påvirker utslipp av klimagasser:

- Det etableres en større aerob sone i topplaget, hvor det forekommer økt omsetning av det organiske materialet som har lagt seg i myren over mange år, hvilket fører til økt utslipp av CO_2 .
- Vegetasjonen endres pga. at den naturlige myrvegetasjonen utkonkurreres av andre arter som f.eks. større karplanter. Karplanter kan via intern gasstransport i røttene medføre til direkte transport mellom den anaerobe sonen og luften over terrenget.
- Karplantene kan transportere oksygen til den anaerobe sonen, som oksiderer metan til CO_2 , men kan også fungere som skorstein for utslipp av metan.
- Planterøttene utskiller i tillegg organisk stoff, som kan omsettes til metan i den anaerobe sonen.
- Samtidig med den økte muligheten for produksjon av metan, kan det forekomme en økt oksidasjon av metan når den transporteres gjennom jordens aerobe sone, noe som er med på å redusere metanemisjonen.
- Større aerobe soner medfører videre til økt risiko for utslipp av N_2O fra nitrifikasjon.
- I den anoksiske sonen kan det forekomme frigjøring av N_2O via denitrifikasjonsprosesser som ikke går hele veien.

Dersom grunnlaget for kunnskapen om prosessene som er involvert i utveksling av CO_2 , CH_4 og N_2O mellom økosystemer og atmosfæren sammenlignes, er den største kunnskapen knyttet til CO_2 og CH_4 . Imidlertid er det rapportert at utslipp av N_2O først og fremst skjer på myrer som er gjødslet i forbindelse med dyrking /3/, /4/.

En konseptuell modell for klimagassutvekslingen på myrer etter restaurering ses på nedenstående figur.



Figur 2.2. Generell konseptuell modell for biologiske prosesser i myrer, etter restaurering. (skissert ut fra /2/-/4/).

Som det fremgår i figur 2.2, stiger grunnvannsspeilet på en myr etter restaurering, og vil vanligvis også stige over terrenget flere steder. Dette resulterer i at den aerobe fase reduseres

betydelig og at den anoksiske, samt anaerobe fasen trekkes tettere på terrenget. Dette medfører generelt følgende forhold, som påvirker utslippet av klimagasser:

- Det forekommer betydelig mindre aerob nedbrytning av myr, hvilket medfører reduksjon i utslipp av CO₂. Det forventes at myren blir et netto CO₂-lager, hvor opptaket av CO₂ via fotosyntese er høyere enn utslippet via respirasjon.
- Det kan forventes et økt CH₄-utslipp, siden oksidasjonen av CH₄ er redusert i den aerobe sonen. Dette beskrives i flere studier som et metanboost, som kan forventes etter restaureringen, men det er delte meninger om hvor lang tid denne boosten tar.
- Da CH₄-produserende mikroorganismer er relativt temperaturløslomme, vil temperaturfall om vinteren resultere i redusert CH₄-utslipp.
- Hvis vegetasjonen føres tilbake til opprinnelig tilstand med *Sphagnum*-vegetasjon, vil gasskanaler i røttene reduseres betydelig. Det er i tillegg påvist at det kan oppstå et symbiotisk forhold mellom *Sphagnum* og metanoksiderende bakterier /7/. Det er også påvist motsatte effekter av endringer i planteveksten (oppsamlet i /2/).
- Sonen hvor det kan forekomme nitrifikasjon er redusert, hvilket reduserer risikoen for emisjon av N₂O fra ufullstendig nitrifikasjon.
- Selv om den anoksiske sonen er nærmere terrenget, er det ikke grunnlag for å vurdere om det forekommer mer eller mindre denitrifikasjon.

Både før og etter restaurering vil det være mange parametere som påvirker den tidsmessige og stedlige variasjonen i emisjon av klimagasser på den enkelte myr-lokaliteten. Dette kan f.eks. være:

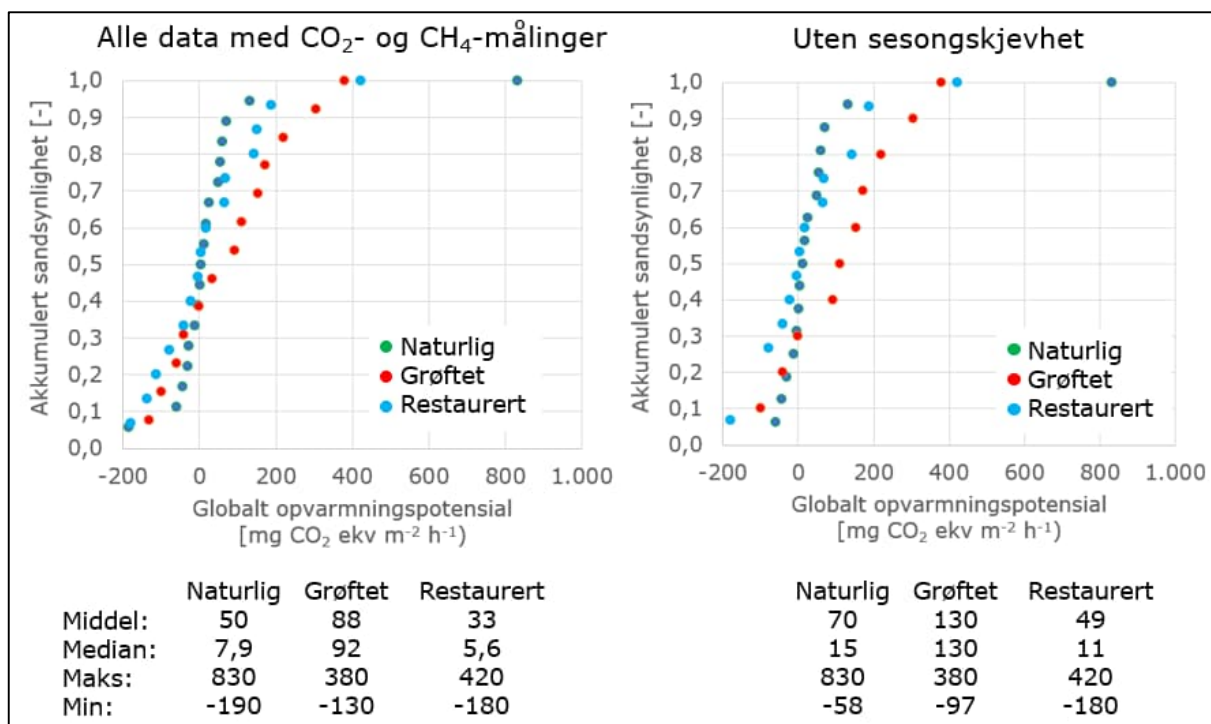
- stedlige lokale variasjoner i vegetasjon
- stedlige lokale forhøyninger (f.eks. tuer), som gjør at avstanden til grunnvannsspeilet varierer
- stedlige variasjoner i jordens permeabilitet i umettet sone, f.eks. hvis det er gått mye noen steder (stier)
- tidsmessige variasjoner i atmosfærisk trykk
- tidsmessige variasjoner i temperatur
- tidsmessige variasjoner i nedbør
- tidsmessige variasjoner i solinnstråling.

Det er på forhånd, ut fra gjennomgangen av litteraturen, vurdert at CO₂ og CH₄ vil være de primære klimagassene. N₂O er vurdert som sekundær, ikke minst fordi det forventes en begrensning på nitrogen. Som beskrevet i /3/ er betingelsene for produksjon av N₂O best i jord med mindre vanninnhold (ca. 60 prosent vannfylte porer), dårlig jordstruktur, lav pH og i organisk jord. Denitrifikasjon øker også ved økende temperaturer, men ved lav temperatur hindres omdannelsen av NO til N₂, hvilket øker produksjonen av N₂O. Det bemerkes at vurderingene fra /3/ er fra jordbruket, men det er flere parallelle forhold, slik som effekter av pH og temperatur som må forventes å være de samme i myrene.

2.2 Tidligere målinger

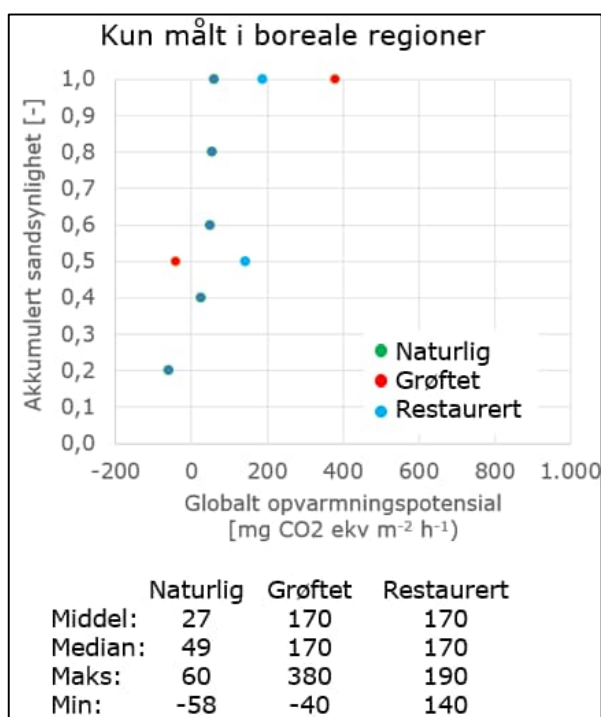
I forbindelse med /7/, er det utført en litteraturscreening for å kartlegge det eksisterende data-grunnlaget om klimagassutslipp fra myr/våtområder. I nedenstående figur er det samlede data-grunnlaget, som inkluderer både CO₂- og CH₄-målinger, presentert sammen med en underinndeling av data hvor det er målt over hele året. Det vil si, uten effekter av årstidsvariasjoner.

Som det fremgår av figur 2.3, følger middel- og medianverdiene det samme mønsteret, hvor grøftede områder generelt resulterer i økt emisjon. Det er også en tendens til at restaurerte myr/våtområder resulterer i redusert fordampning sammenlignet med myrer som er grøftet/drenert. Resultatene viser en tendens til at emisjonen er høyere når det kun er data uten sesongvariasjoner i målingene som vurderes. Dette henger sammen med en økt emisjon om vinteren, hvor det ikke forekommer fotosyntese.



Figur 2.3. Data fra litteraturgjennomgang vist i /7/.

Det foreligger kun et relativt begrenset datamateriale fra målinger i boreale områder. Denne underinndeling kan ses i figuren nedenfor.



Figur 2.4. Data fra litteraturgjennomgang fra boreale områder fra /7/.

Som det fremgår av figur 2.4, er tendensen mellom naturlig og grøftet myr den samme som vist i figur 3, hvor emisjonen fra grøftet myr er ca. 2-3 ganger høyere enn i naturlig myr. Det

foreligger imidlertid ikke et tilstrekkelig datagrunnlag for å kunne dokumentere en effekt på emisjonen etter restaurering.

2.3 Formål

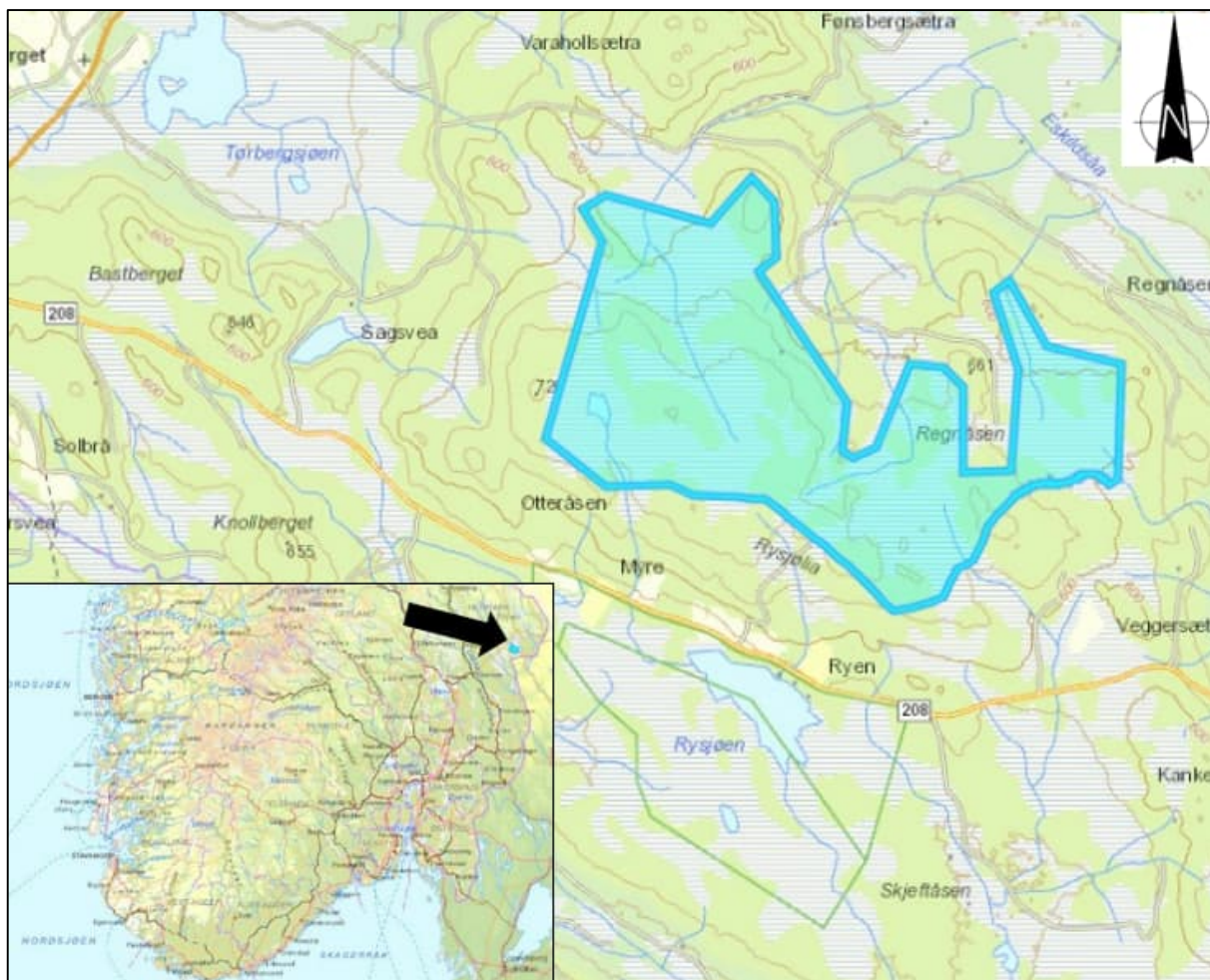
For å oppnå et bedre grunnlag til å kunne svare på i hvilken grad målet om reduserte klimagassutslipp oppnås, ønsker restaureringsprosjektet å innhente kunnskap om hvordan flukser av klimagasser utvikler seg på myrer i forbindelse med restaurering.

Dette ønskes gjort gjennom en intensiv overvåking av klimagasser på myrer som skal restaureres i løpet av overvåkingen.

I prosjektet måles det på to områder over minst 5 år, ett undersøkelsesområde og ett referanseområde. Begge områdene er grøftet intensivt. I 2021 (etter ca. 2,5 år) er det ene undersøkelsesområdet restaurert, hvorpå overvåkingen fortsetter. Referanseområdet overvåkes uten restaurering i hele prosjektperioden.

3. Beskrivelse av undersøkelsesområdene

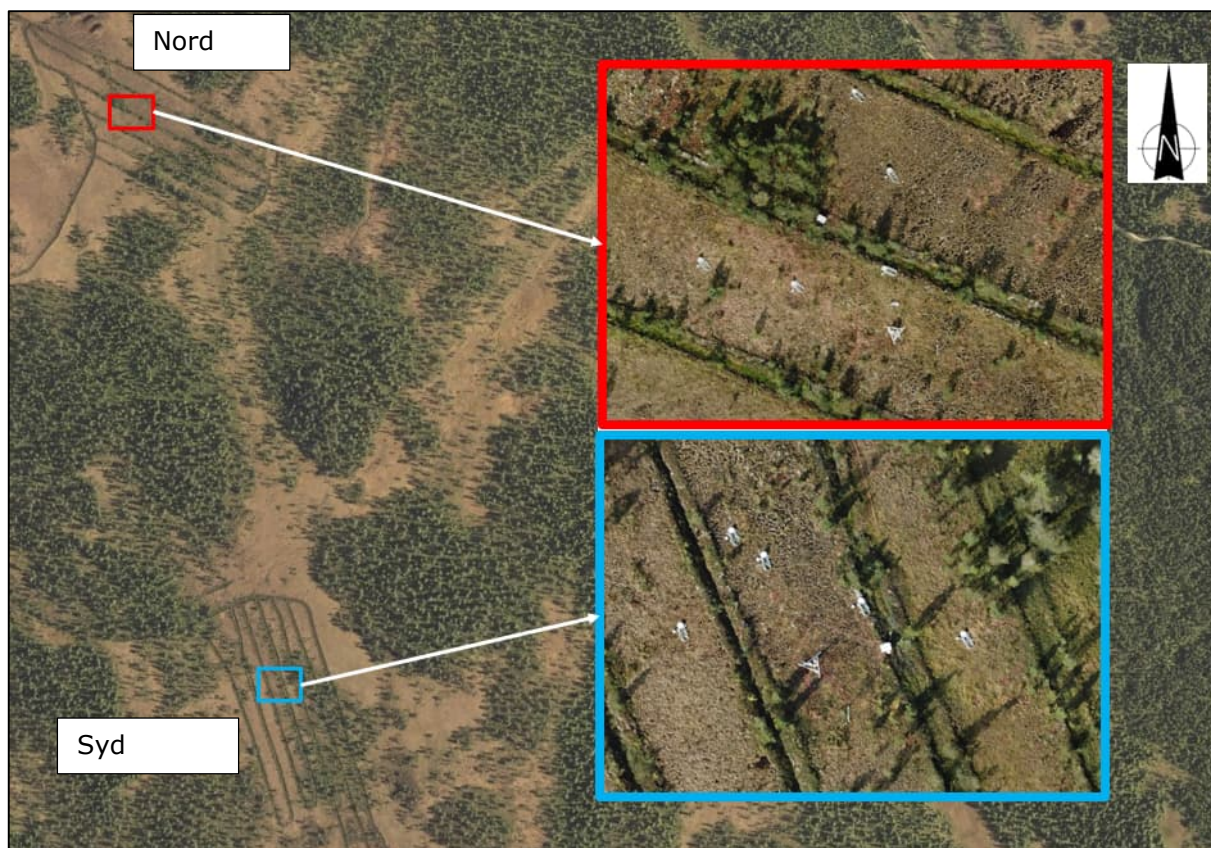
Plassering av prosjektlokaliteten er vist i figuren nedenfor.



Figur 3.1. Oversiktskart med regional og lokal plassering av måleområdet.

Den lokale plasseringen av de to måleområdene er vist på flyfoto nedenfor. Som det fremgår, er det utført betydelig grøfting på begge områder.

I vedlegg 1 og 2 er det vist en situasjonsplan for de to måleområdene med forstørret visning.



Figur 3.2. Luftfoto med lokal plassering av måleområdene. De hvite prikkene er måleutstyret i begge områder.

3.1 Måleutstyr på undersøkelsesområdene

Det er i henhold til opplegget oppstilt to typer utstyr til kvantifisering av emisjon fra myrene i hvert område:

- 1. stk. Eddy Covariance Flux (ECF)-tårn på hvert måleområde
- 5. stk. Eco2Flux autokamre på hvert måleområde.

ECF-tårnene

ECF-tårnene brukes til kvantifisering av CO₂ og CH₄. Fordelen ved denne metoden er at emisjonen kan måles over et samlet område, hvor størrelsen bl.a. avhenger av hvor høyt man plasserer sensorene i tårnet. Høyden er bestemt ut fra en vurdering av bl.a. hvor ujevnt terrenget er, og hvor stort område som skal dekkes. Sensorene ble plassert ca. 2,5 m over terreng, basert på en feltvurdering utført av erfarent personell.

Eddy covariance systemet på begge områdene er fra LI-COR. Med i utstyrspakken fra LI-COR inkluderer:

- open path CH₄ analyzer
- enclosed CO₂/H₂O analyzer
- temperature & humidity sensor
- radiation shield
- jordvarme fluks sensorer
- sensor for vanninnhold i jord og temperatur
- regnsensor
- datalogger
- anemometer 3-akser
- mast, som kan justert fra 2-4 m
- sensor til grunnvannsstand
- GSM-oppkobling
- software til overvåking.

Som det fremgår av ovenstående, er det benyttet en open path CH₄-analyzer og en enclosed path CO₂/H₂O-analyzer. Open path analyseren har den ulempen at den ikke kan levere kvalitetsdata ved nedbør, men til gjengjeld er den veldig strømbesparende sammenlignet med closed path modellen til CH₄. På grunn av at den er relativt strømbesparende, er det valgt en closed path model til CO₂/H₂O. Utstyret overvåkes via GSM-oppkobling.

Et bilde av en av de oppstilte tårnene (Hisåsen) ses på figuren nedenfor.



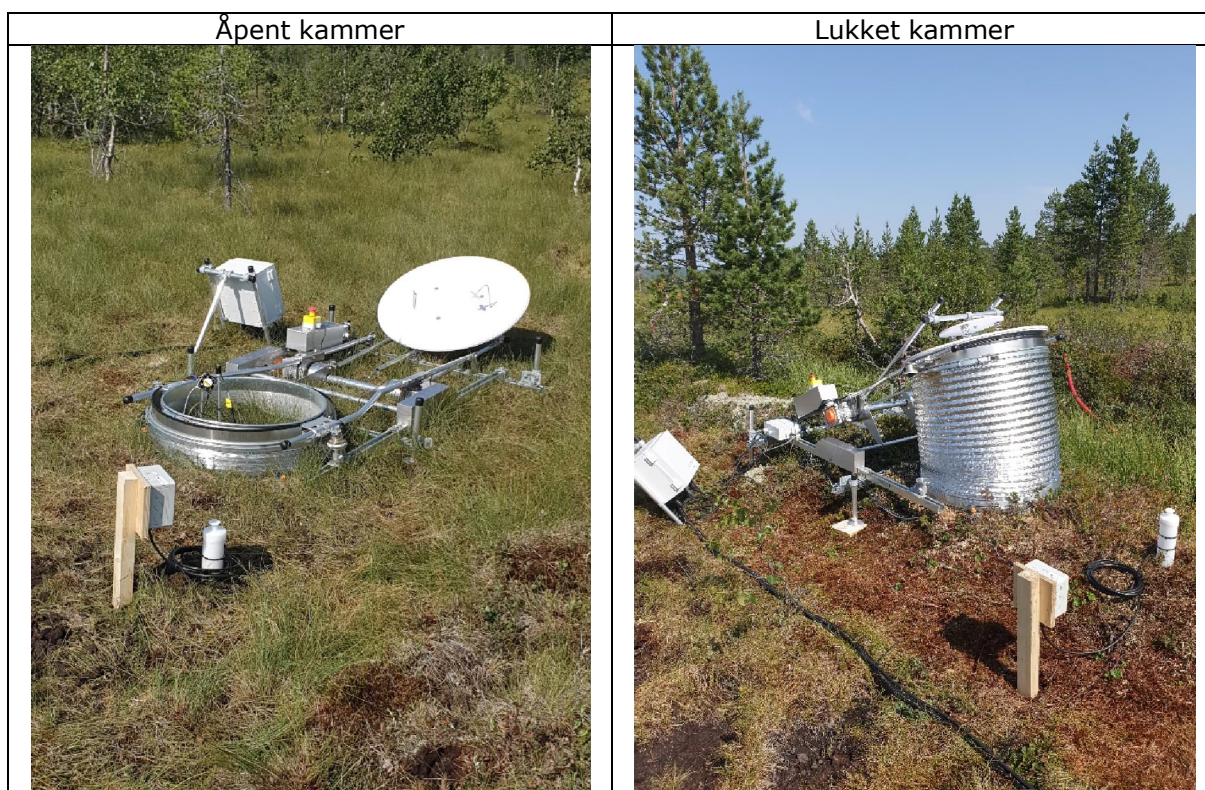
Figur 3.3. Foto av Eddystasjonen på det nordlige området (Hisåsen).

Eco2Flux autokamre

Utstyrspakken til autokamrene omfatter bl.a.:

- autokammer Eco2Flux
- analyser kontrollenhet (LI-8100A).
- Multiplexer til fordeling av gasser på analyser (LI-8150-16 16 port multiplexer)
- CO₂-, CH₄- og N₂O-analyser (Picarro G2508).
- lysinnstråling som brukes til fotosyntese (PAR-sensor)
- sensor til måling av vanninnhold i jord
- måling av kammertemperatur
- måling av jordtemperatur.

Foto av et automatisert Eco2Flux-kammer ses på nedenstående figur.



Figur 3.4. Eco2flux autoflux-kammer.

Da analyseren (Picarro G2508) er relativt kostbar er denne utstyrspakken bygget med en analyser og fem Eco2Flux-kammere, som via en multiplexer leverer gass til analyse på den samme analyseren. Analyseren kan plasseres opp til ca. 30 m fra fluxkamrene via slangeføringer, og dermed er det fortsatt muligheter for en god separasjon av fluxkamrene slik at man får en fornuftig horisontal fordeling i vegetasjonen.

Fordelen med å bygge inn denne løsningen i den samlede utstyrspakken, er at det kan måles gassutveksling for alle de tre vesentlige klimagassene, CO₂, CH₄ og N₂O, samtidig og kontinuerlig med fullautomatiserte kamre. Dermed måles også N₂O-fluks direkte. Videre kan de forskjellige fotavtrykkene gi en bedre forståelse for variasjonen av fluks ut av myren, som da kan sammenlignes med de mer overordnede eddy covariance flux-målingene.

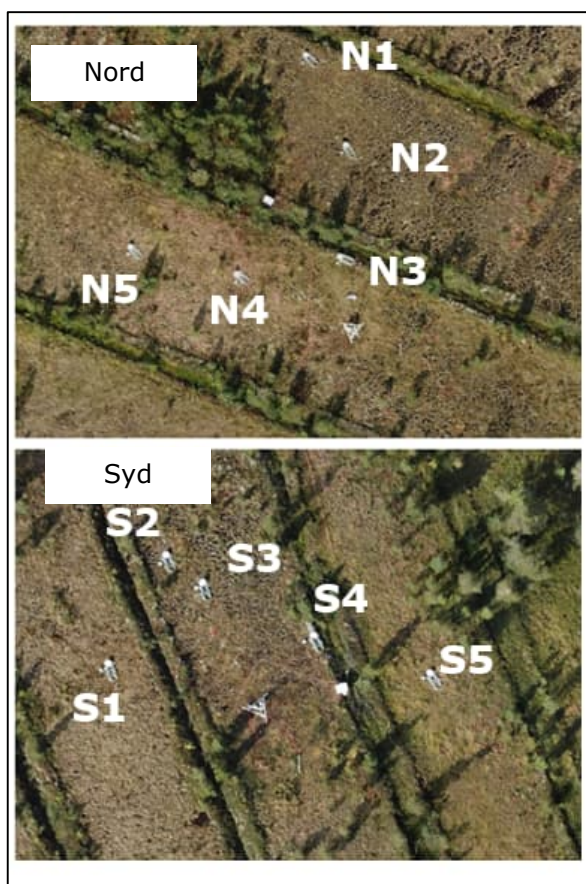
Enda en fordel ved Eco2Flux er at det ved hver måling foretas både en måling med transparent kammer, samt en måling med mørklagt kammer. For den sistnevnte målingen føres et lystett fleksibelt rør opp over kammeret under målingen. Hver enkel fluksmåling omfatter dermed både

en fluksmåling med lys og en fluksmåling i mørke, slik at det ved hver måling direkte kan måles hhv. net ecosystem exchange (NEE) og ecosystem respiration (ER), og estimere gross primary production/fotosyntese ($GPP = NEE - ER$), også om dagen når moser og andre planter normalt er fotoaktive.

Hvert kammer dekker et areal på 3100 cm², og har et volum på 200 L med en høyde på 80 cm. Denne høyden vurderes å kunne inkludere de fleste former for naturlig myrvegetasjon.

Autokamrene kan kun kjøre i sommerperioden, altså når det ikke er snø på myren. Om vinteren pakkes de mest følsomme delene av utstyret ned.

Det ble også etablert målestasjoner for grunnvannsstand ved alle Eco2Flux-kamrene. Plassering av kamrene og vandstandsloggerne ses av nedenstående figur.



Figur 3.5. Plassering av kamrer og vandstandslogger. N# og S# refererer til de fem målestasjoner med kammer og vandstandslogger hvert site.

3.2 Endringer fra opplegget

Det er foretatt to endringer fra det opprinnelige opplegget for oppstilling av utstyret. Den ene endringen er at det benyttes en alternativ strategi til plasseringen av Eco2Flux-autokamrene, den andre er at det ikke blir utført jordgassmålinger fra faste poreluftstasjoner.

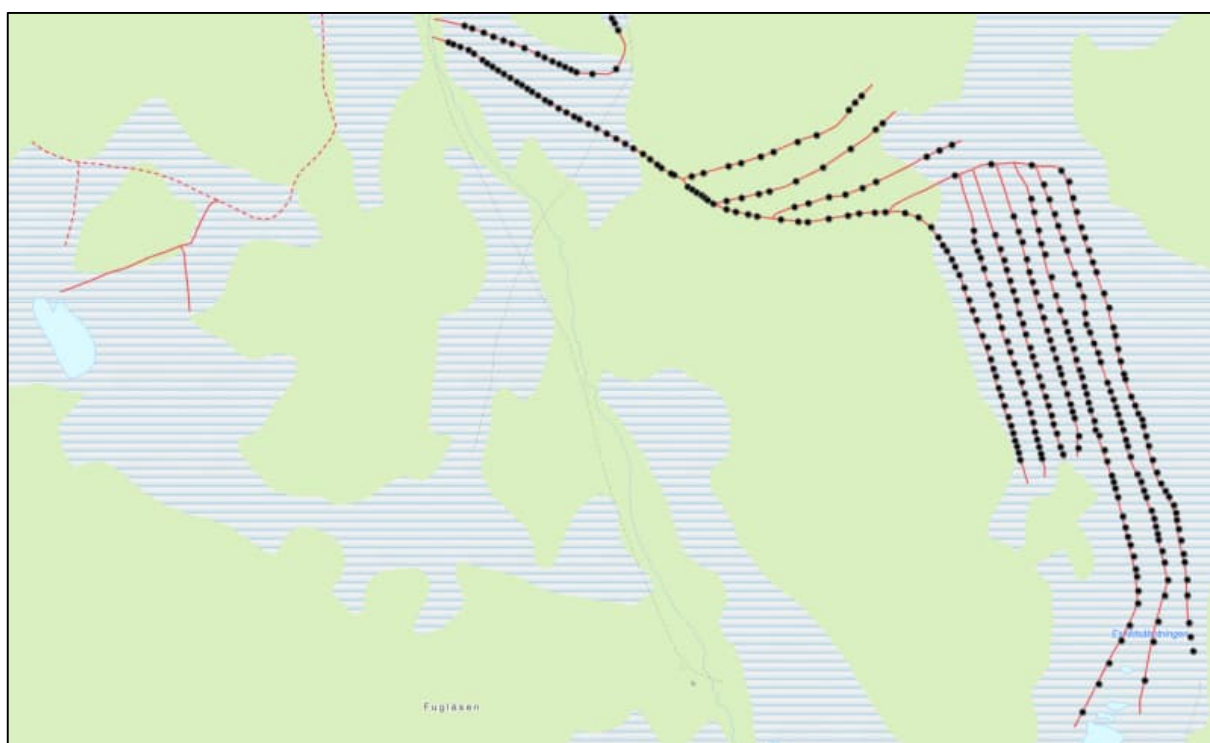
Opprinnelig var hensikten å utføre 60 horisontalt fordelte punktmålinger med autokamrene, og fordele plasseringen av de fem kamrene utover, for å representere hele det måleområdet som ble dekket. I felt ble det imidlertid konstatert at det var svært vanskelig å flytte rundt på kamrene, og at det ville føre til mye nedtramping av vegetasjonen. Isteden ble kamrene fordelt slik at de dekker forskjellige avstander fra grøftene, og slik at de inneholder de mest

dominerende vegetasjonstypene ut ifra visuelle vurderinger. Ved denne strategien er det større mulighet for å undersøke effekten av vannstanden, da dette antas å være mer dynamisk tett på grøftene. I tillegg er det også muligheter for å undersøke effekten av fotosyntese fra forskjellig type vegetasjon.

Det vurderes ikke mulig å utføre jordgassmålinger siden vannstanden i myren er relativt høy, og det derfor er relativt kraftig vannmetting.

4. Restaurering av det sydlige område

Restaurering av det sydlige område ble utført i perioden 20/9-22/10 2021. Statsforvalterens prosjektbeskrivelse for restaureringen er vedlagt som vedlegg 3. Overordnet foregikk restaureringen ved at det ble etablert en rekke demninger i grøftene. Som en tommelfingerregel etableres én demning pr. 20-40 cm fall i terrenget. Dette er skissert i nedenstående figur.



Figur 4.1. Plassering av demninger basert på høydekoter.

Demningene ble etablert ved å flytte stedeagne torvmasser med gravemaskin. Demningene skal normalt være horisontalt rette, og toppen skal ligge minimum 25-30 cm over det som må forventes å bli ny vannstand. Demningens lengde og bredde ble vurdert i felt for hver enkelt demning. Mellom demningene i grøftene ble det fylt på med rester fra gammel grøftevoll og vegetasjon som står langs grøftevollen. Dersom det var tilstrekkelig med slike masser, ble grøftene fylt i sin helhet med disse. Fullvoksne trær i og ved grøftene ble bevart. Massene som ble brukt til å lage demningene ble hentet fra områdene mellom grøftene. Det ble dermed en del gravehull fra dette arbeidet. Disse ble etterfylt med greiner og trær som ble veltet og revet av under restaureringsarbeidet. Hullene ble dekket med 20-30 cm torv fra stedet.

DMR Miljø og Geoteknikk var på stedet ved oppstart av restaureringsprosjektet, og avtalte med entreprenøren at de ikke måtte grave i myra tett på overvåkingsutstyret uten tilsyn. Det ble da

satt opp markering rundt overvåkingsutstyret. Det ble også lagt ut en markering langs strømkabel som går til strømforsyningscontainer i nordlig retning. Lynavleder ble også markert.

Som avtalt ble restaureringen innenfor markeringene av utstyret utført under tilsyn, og arbeidet ble utført uten skade på selve utstyret. I figuren under ses utvalgte bilder fra restaureringen.



Figur 4.2. Utvalgte bilder fra restaurering.

Som det er vist i figur 4.2, ble det etter etablering av demninger og tildekning av hull fra oppgravde torvmasser gjort mye for at reetablere toppdekket så intakt som praktisk mulig. Området ble etterlatt med minst mulig synlig skade fra arbeidet.

Det bemerkes at hullene som ble laget ved utgravningen av torvmasser til demningene potensielt kan ha en effekt på utslipp av klimagasser. Dette fordi det da dannes en direkte forbindelse med dypere anaerobe zoner med metandannelse og uteluften. Effekten vil muligens bli minsket av det øverste torvdekket, men siden bunnen ble fylt med greiner/treer fra området er det uvisst hvilken effekt på utslippet som kan forventes fra hullene, og hvordan denne effekten utvikles over tid.

5. Driftserfaringer fra 2023

Overordnet er det erfart at utstyrspakken leverer tilfredsstillende resultater. Resultatene vil kunne brukes til å vurdere avgassingene av klimagasser fra måleområdene, samt til å vurdere effekten av restaureringen. Det har imidlertid vært noen problemer med strømforsyningen i 2023, som har medført at det er flere hull i datamaterialet sammenlignet med tidligere.

Sammenlignet med driften før restaureringen av det sørlige området, vurderer vi at det er relativt flere utfall på måleutstyret, hvilket sannsynligvis skyldes at det er betydelig mer vann. Dette vil alltid gi utfordringer ved målinger i felt med elektriske systemer. Som nevnt mener vi stadig at utstyret fortsatt leverer tilfredsstillende resultater.

Det kan ses noen steder begynnende slitasje/råte i deler av fordelingshusene på hver myr, og i deler av fundamentet til powercontaineren. Det anbefales at det budsjetteres med reparasjoner av dette dersom prosjektet skal fortsette ut over 2023.

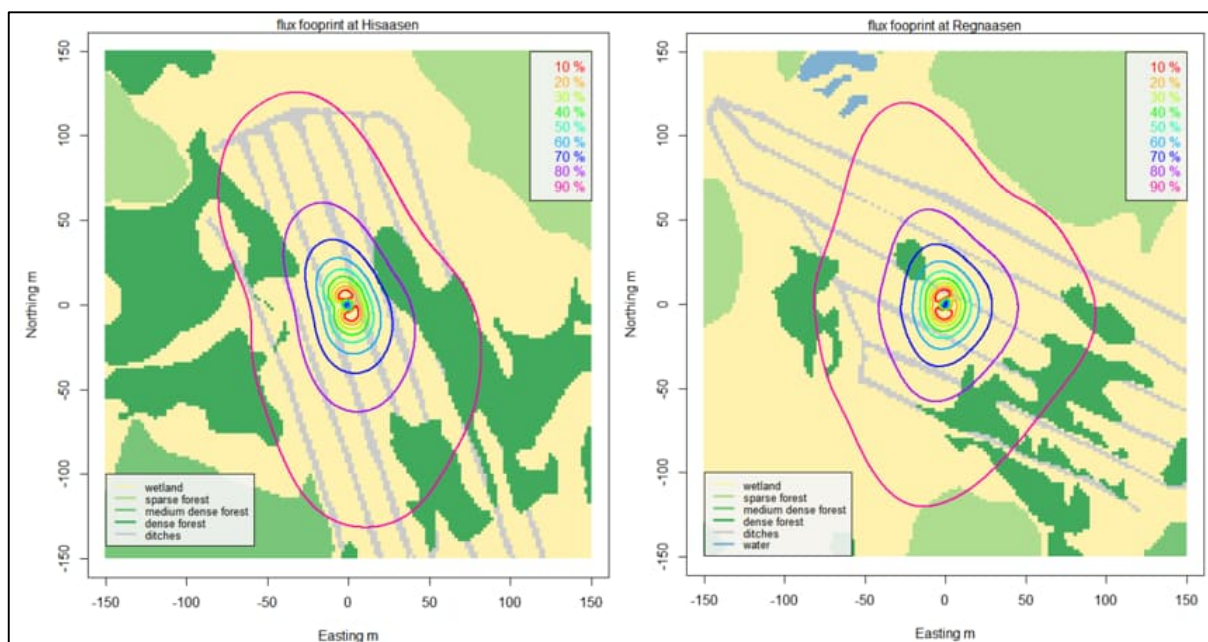
I august 2023 opplyste Statsforvalteren at de ville restaurere de gamle kjøresporene. De ba derfor DMR om å flytte strømkablene som gikk midt i kjøresport fra powercontaineren og til det sørlige undersøkelsesområdet. Dette ble utført i september før Statsforvalteren hadde planlagt utbedring av kjøresporet. Statsforvalteren ble varslet om at området var klar til restaureringen.

6. Resultater 2023

I det etterfølgende presenteres resultatene fra fluksmålingene på myren fra ECF-stasjonene og kammerene fra 2023.

6.1 Footprint fra ECF-målinger

De modellerte footprints kan ses på nedenstående figur.

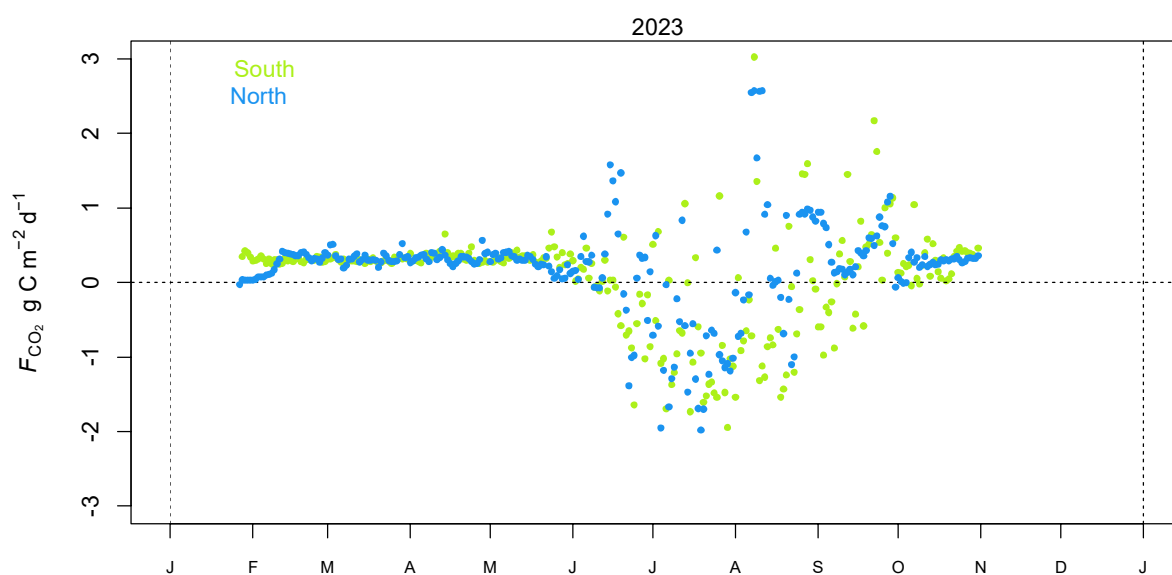


Figur 6.1. Resultater fra footprint-modellering av ECF-målingene.

Som det fremgår av figur 6.1, ligger 80-90 % av bidraget til de målte emisjonene fra ECF-tårnene innenfor de grøftede områdene. Dette vurderes å være særdeles tilfredsstillende. Tårnenes høyde er også innstilt tilfredsstillende. Siden bidraget avtar eksponentielt jo lengre bort man kommer fra tårnene, er 100% ikke mulig.

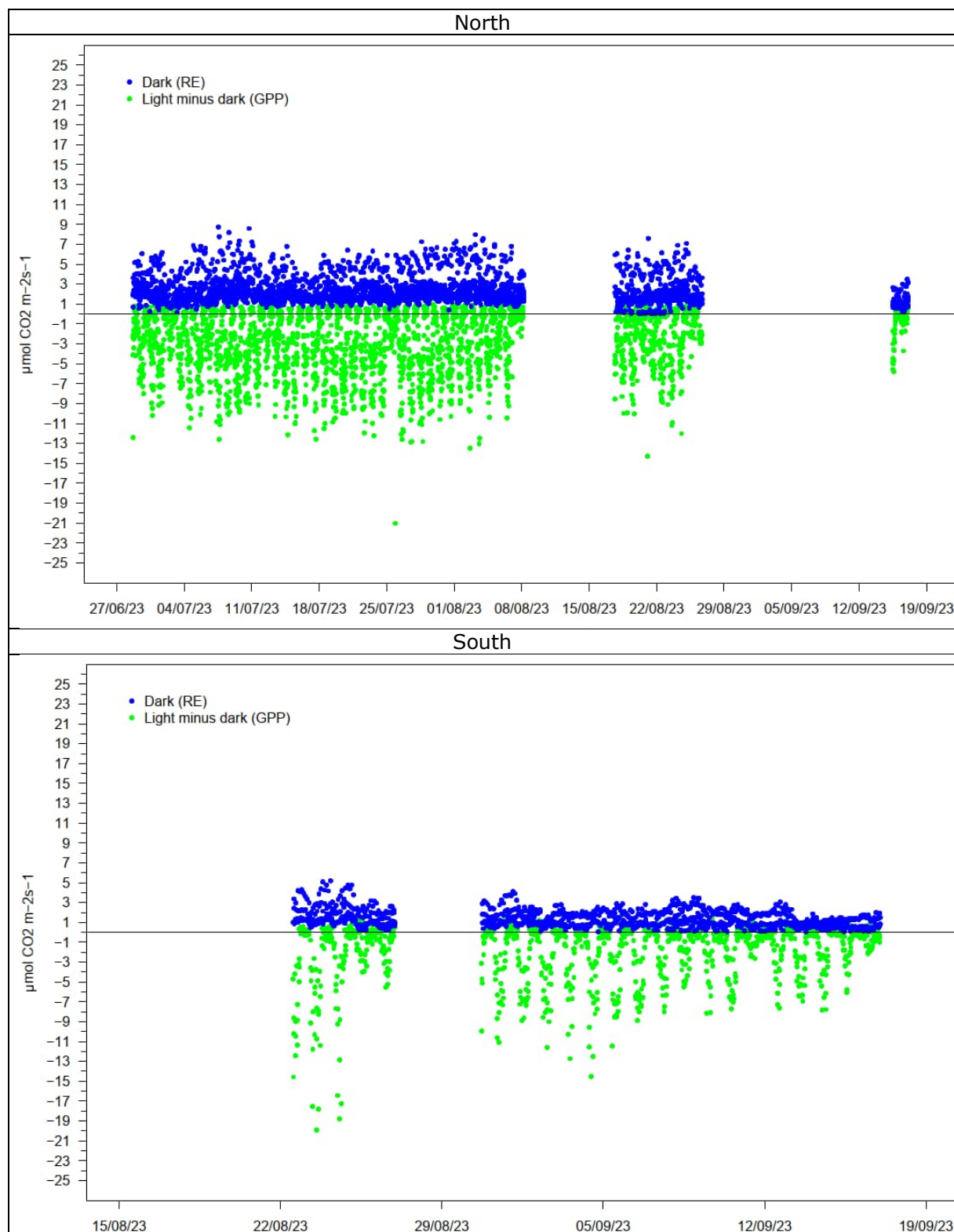
6.2 CO₂-emisjon

CO₂-emisjonen målt med ECF kan ses av nedenstående figur. Som det fremgår av figuren måles det et emisjonsintervall for CO₂ mellom ca. -2 og 3 g CO₂ m⁻²d⁻¹. I vintermånedene ligger emisjonen for begge sites stabilt på ca. 0,4 g CO₂ m⁻²d⁻¹. Det fremgår videre at CO₂-emisjonen ligger på samme nivå for begge sites.



Figur 6.2. CO₂-emisjonen målt med ECF. Dataene er vist som døgnmiddel for bedre visualisering. Det bemerkes at det er snakk om gapfilled data, da det har vært en del utfordringer med strømsvikt i 2023.

CO₂-emisjonen målt med Eco2flux-kamre på hver site kan ses i figuren under.



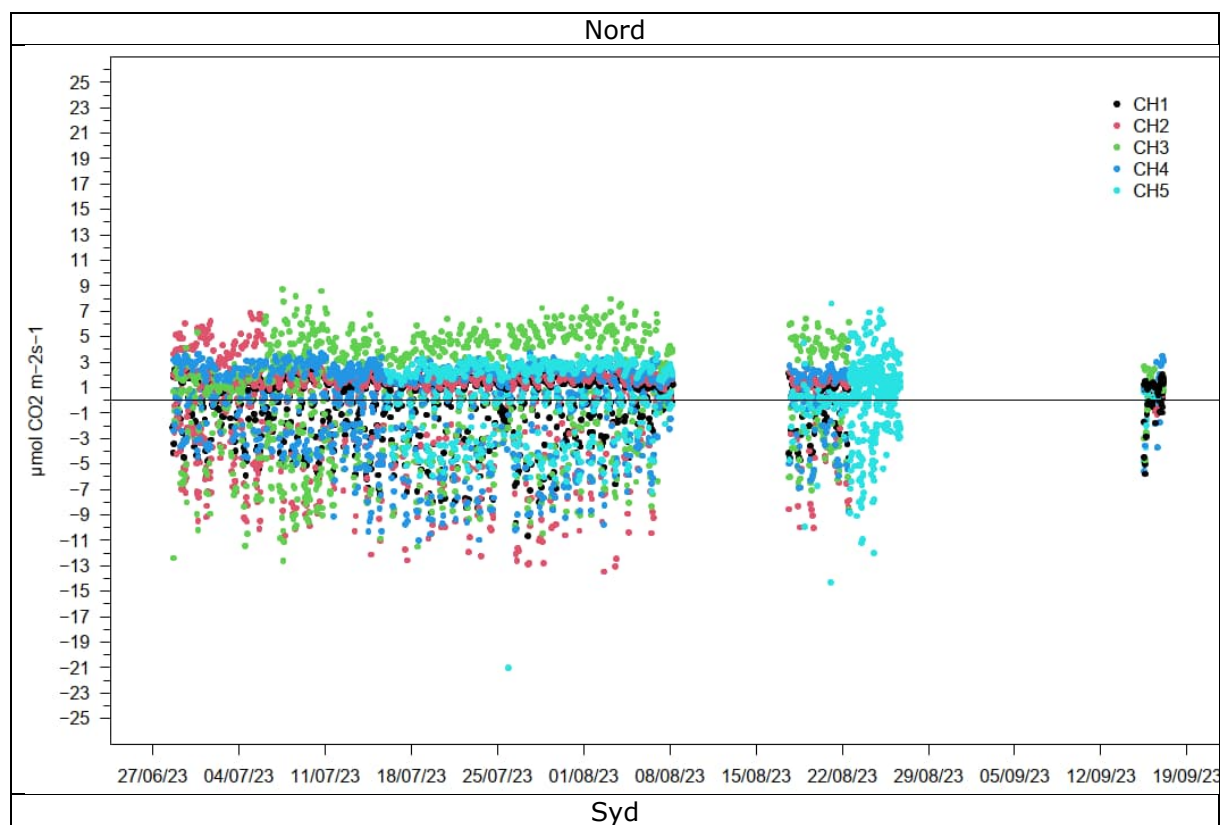
Figur 6.3. CO₂-emisjonen målt med Eco2Flux i 2023. Figuren viser alle datene fra de 5 kamrene.

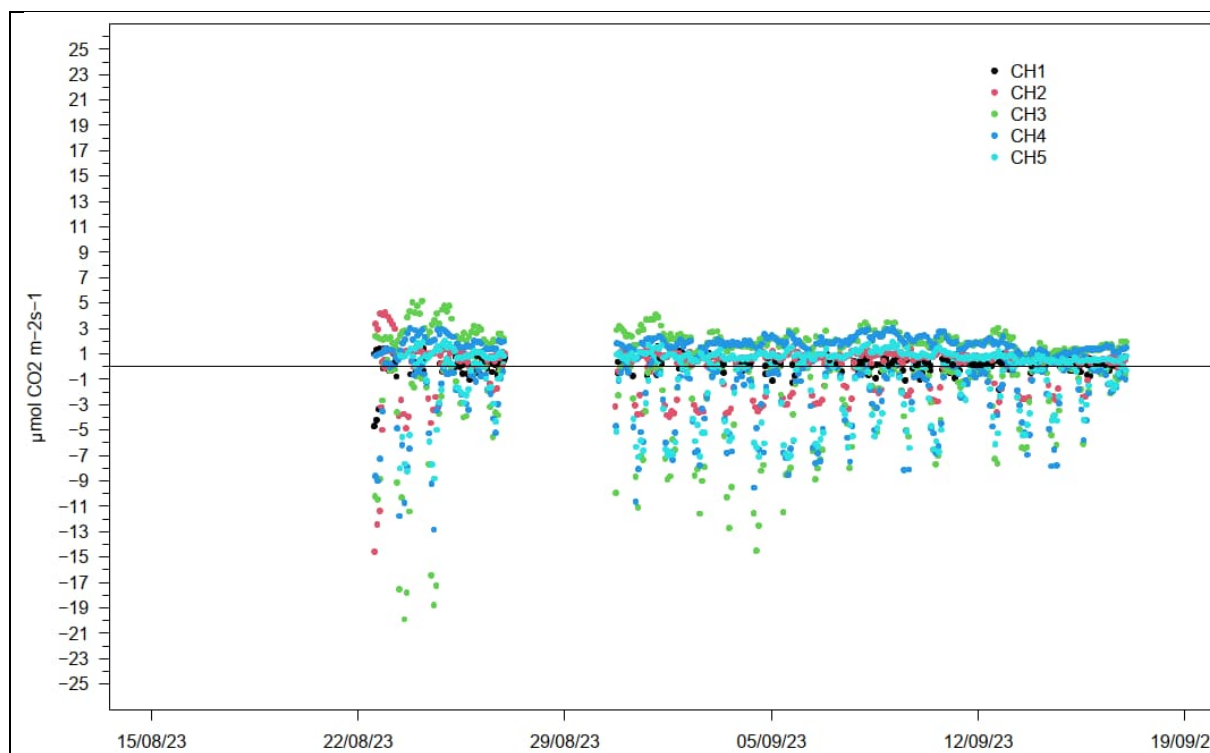
På figur 6.3 kan det ses at det er en relativt lang sammenhengende måleperiode for CO₂ i det nordlige måleområdet, mens det har vært noen flere strømvbrudd i det sydlige måleområdet.

Videre ses det på figur 6.3, at fotosyntesen på begge målestasjonene resulterer i et opptak på opp mot ca. -11 - $15 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Dagsmålinger (med lys) kan ikke sammenlignes direkte med dagsmålingene målt med ECF, da ECF-målingene viser netto emisjon/opptak.

Resultatene fra målingene utført i mørket (uten fotosyntese) i kamrene er markant, og ligger i intervallet 0 til ca. $9 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ i det nordlige området og 0 til ca. $5 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ i det sydlige området.

I figuren nedenfor er emisjonen fra de 5 kamrene vist for hver målestasjon.



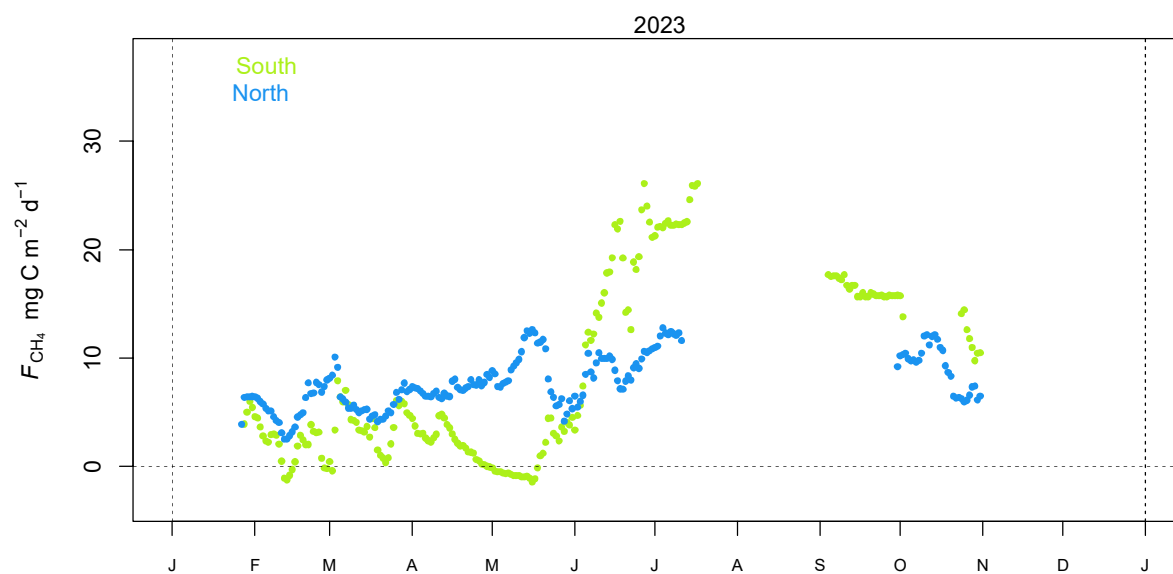


Figur 6.4. CO₂-emisjon målt med Eco2Flux. CH# refererer til de 5 autokamrene.

Som det fremgår av figur 6.4, er det en tendens til at CO₂-utslippet generelt er høyest for kammer 3 på det nordlige området. I det sydlige området er det generelt vanskelig å vurdere hvilket kammer som har det høyeste utslippet. I årene før restaureringen har det vært en tendens til at det var kammer 4 som resulterte i det høyeste utslippet. Siden kammer 4 var det kammeret som stod tettest på grøften kan det indikere at vannstandsstigningen har resulterte i redusert CO₂-utslipp etter restaureringen. Det er imidlertid stadig en tendens til at kammer 4 ligger relativt høyt sammen med kammer 3 og 5 i målingene uten fotosyntese.

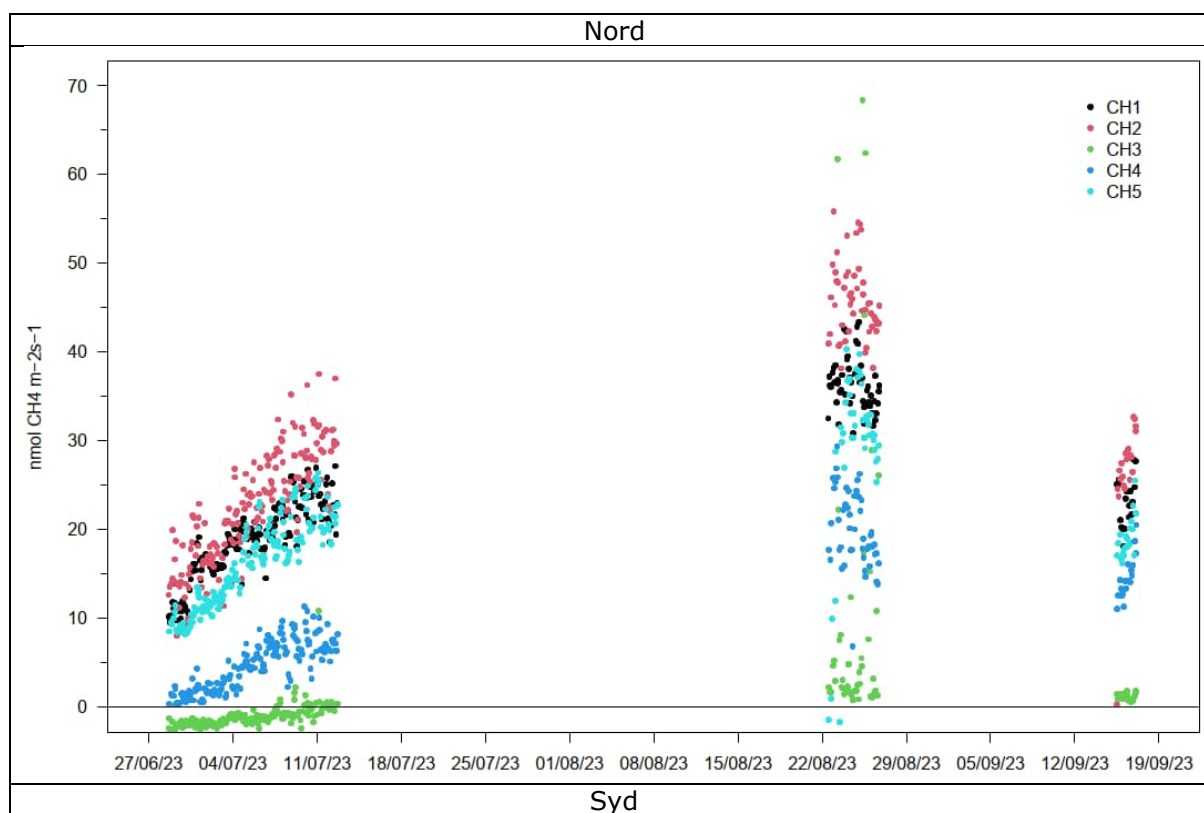
6.3 CH₄-emisjon

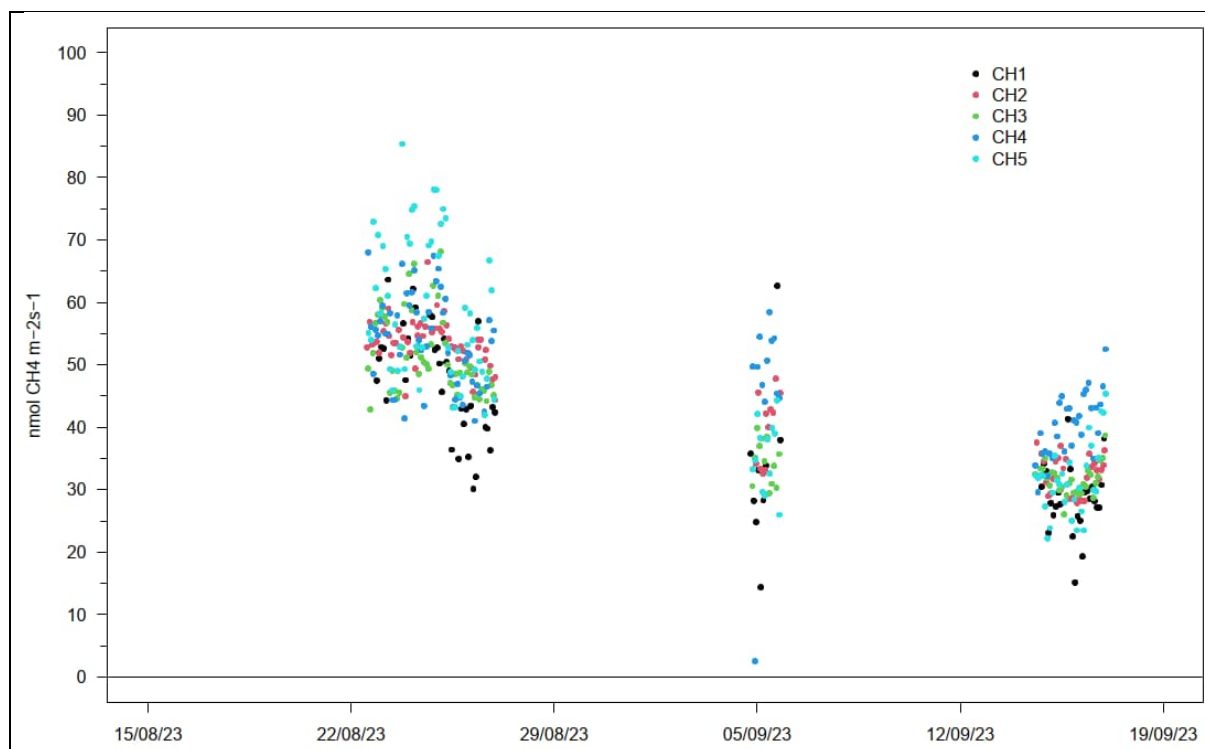
CH₄-emisjonen målt med ECF er vist i figuren nedenfor. Som det fremgår, måles det et emisjonsintervall for CH₄ mellom ca. -0 og 25 mgC m⁻²d⁻¹. Overordnet er variasjonen på det nordlige området i 2023 som tidligere år. På det sydlige området er det en tendens til økt avgassing av CH₄ som sannsynligvis skyldes restaureringen i oktober 2021. Det bemerkes videre at det er et forholdsvis stort datagap i sommeren 2023, som skyldes at det var problemer med CH₄-sensoren.



Figur 6.5 CH₄-emisjon målt med ECF.

CH₄-emisjon målt med Eco2flux-kamrene på hvert område kan ses i figuren nedenfor.





Figur 6.6. CH₄-emisjon målt med Eco2Flux. CH# refererer til de 5 autokamrene.

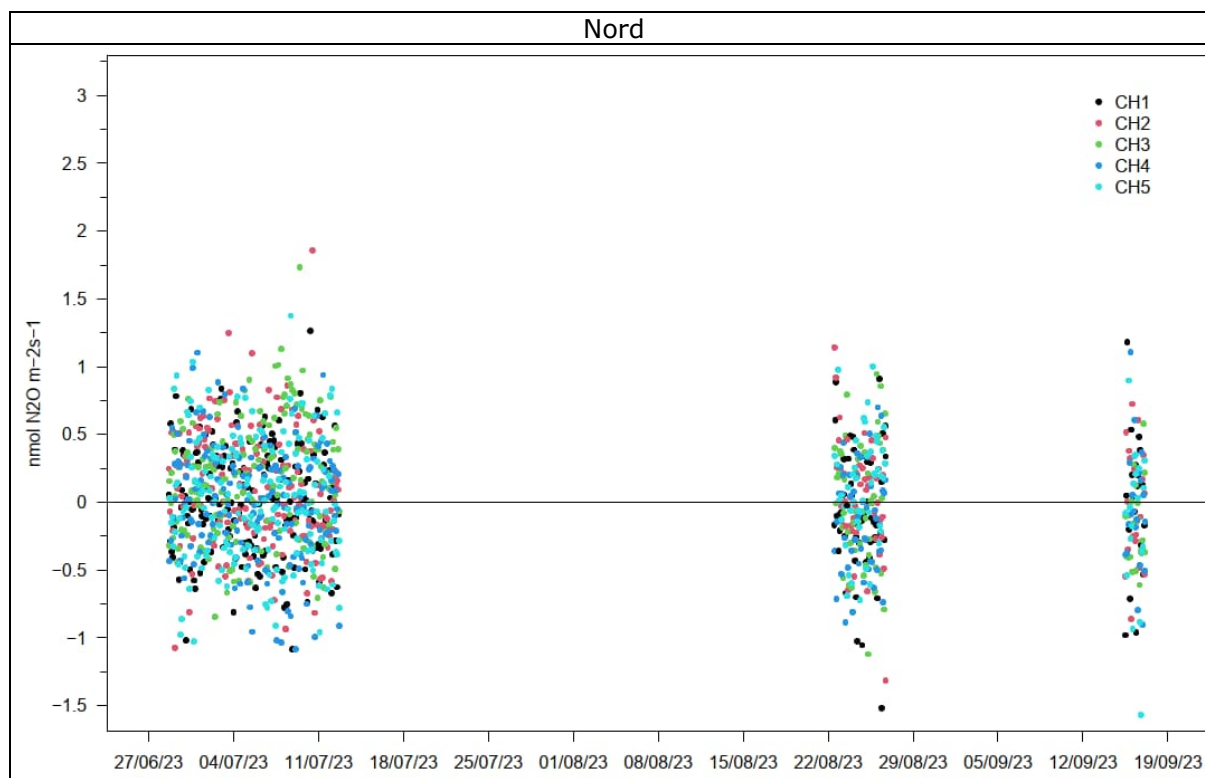
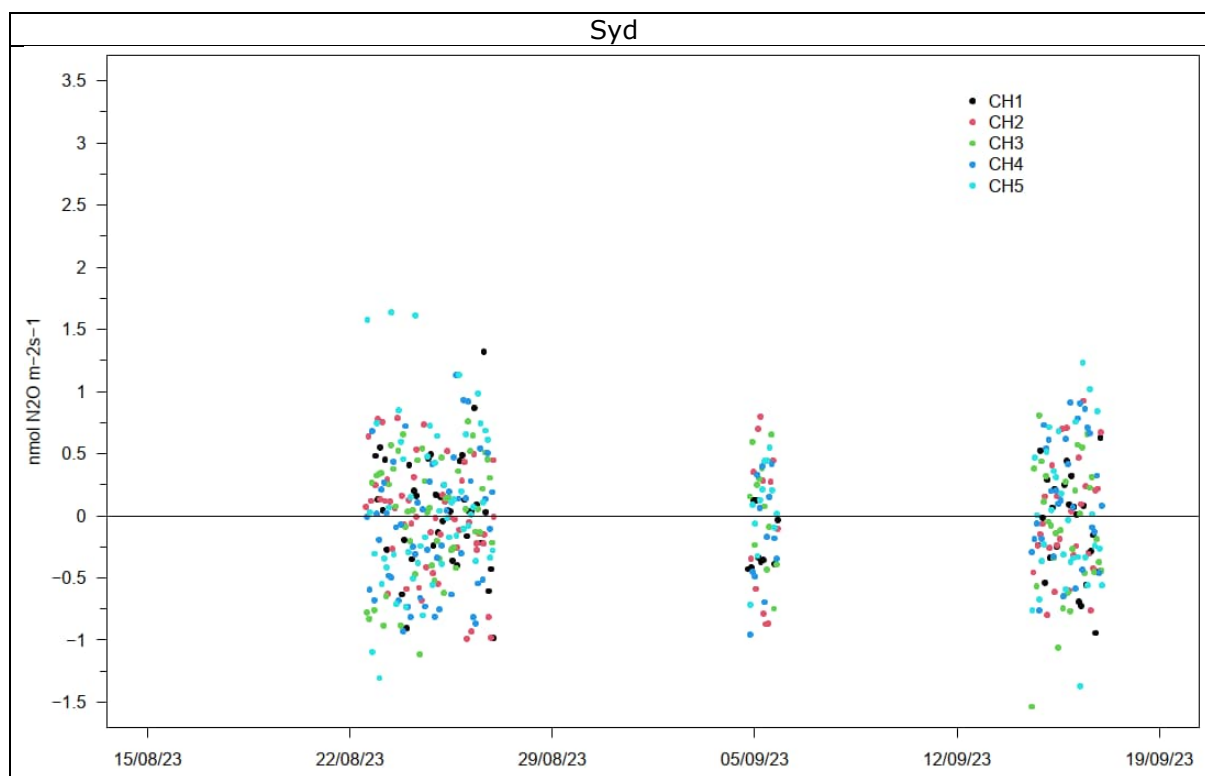
Som det fremgår av figur 6.6, er det forholdsvis store hull i dataen for metanemisjon. Det skyldes at de to picarro trekker relativt mye strøm, hvilket har vært et generelt problem i år. Sammenlignes data fra de to sites, er det tydelig at forskjellen er mindre på kamrene for det sørlige området sammenlignet med det nordlige området. Dette skyldes sannsynligvis at vannstanden er hevet, og forskjellen i vannstand mellom kamrene derfor er mindre på det sørlige området.

En tendens fremkommer i det nordligste området, som ses i figur 6.6, der det laveste metan-utslippet observeres i kammer 3. Dette henger konseptuelt godt sammen med at dette kammeret står nærmest grøften, og vannstanden vil være lavest og sonen med oksygen over vannspeilet vil være størst. Dermed kan CH₄ omdannes til CO₂. Generelt er det videre en tendens til økt utslipp i det sørlige området (0->80 nmol m⁻²s⁻¹) sammenlignet med det nordlige området (0-60 nmol m⁻²s⁻¹).

6.4 N₂O-emisjon

N₂O-emisjon målt med Eco2flux-kamrene på hvert område ses av figuren nedenfor. Det er ikke montert N₂O-sensor på ECF-systemet.

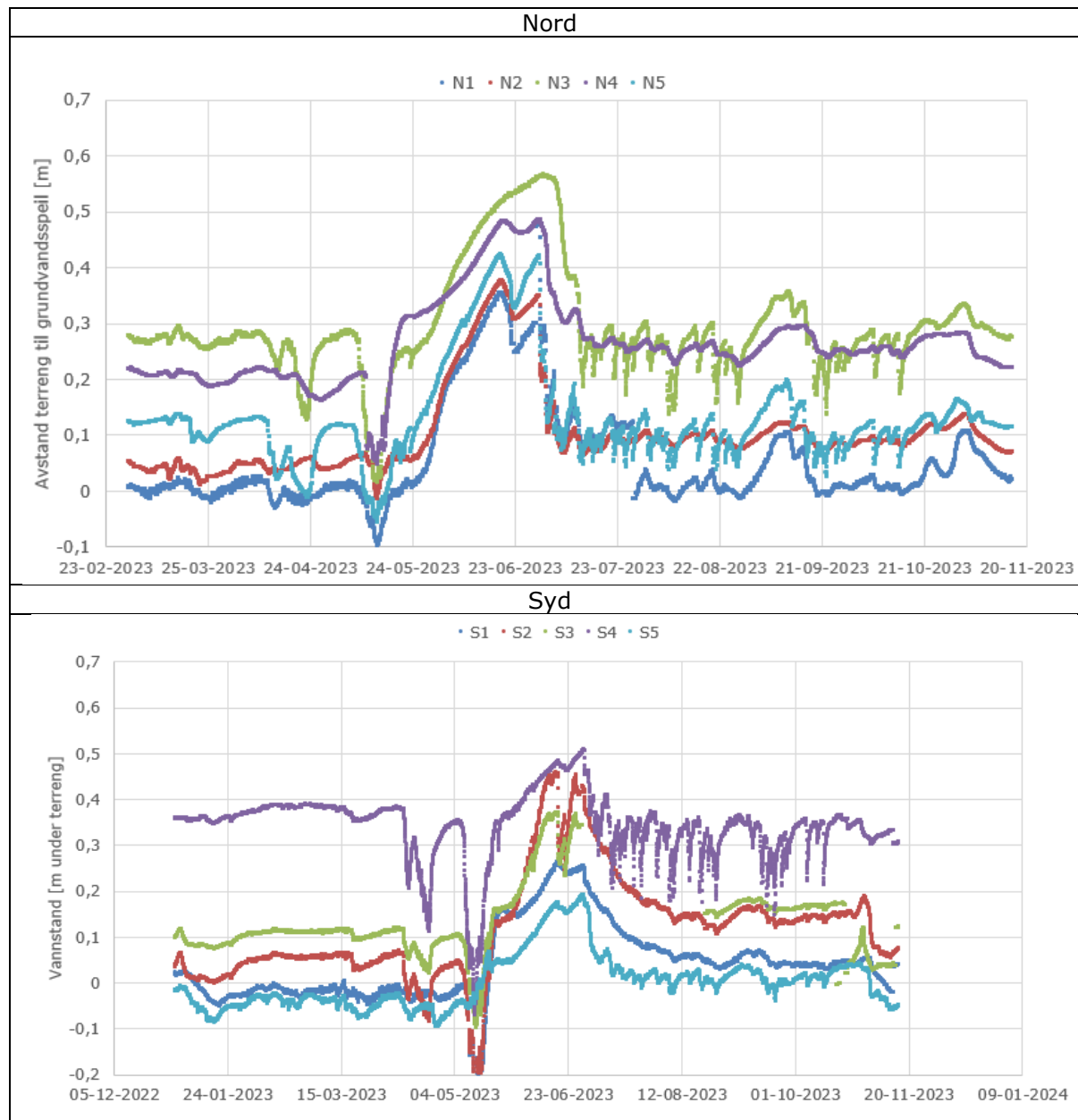
Det er som ved tidligere år generelt ikke avdekket et mønster i dataene fra de to områdene som indikerer en forskjell mellom autokamrene. Det vurderes at emisjonen generelt er veldig nært deteksjonsgrensen for målesystemet.

**Figur 6.7.** N₂O-emisjon målt med Eco2Flux.**Figur 6.7 fortsettelse.** N₂O-emisjon målt med Eco2Flux.

6.5 Vannstandsmålinger

Data fra vannstandsloggerne fra 2023 kan ses i figuren nedenfor.

Overordnet følger vannstandsmålingene i nord trenden fra tidligere år, mens forskjellen i sør er redusert. Videre er utslagene på den enkelte logger relativt lavere i sør pga. restaureringen.



Figur 6.8. Vandstandsmålinger fra 2022. Data fra vandstandsloggerne er gapfilled med lineær regression med bedste fit til andre vandstandsloggere.

6.6 Oppsummering av resultater

Generelt vurderes det følgende:

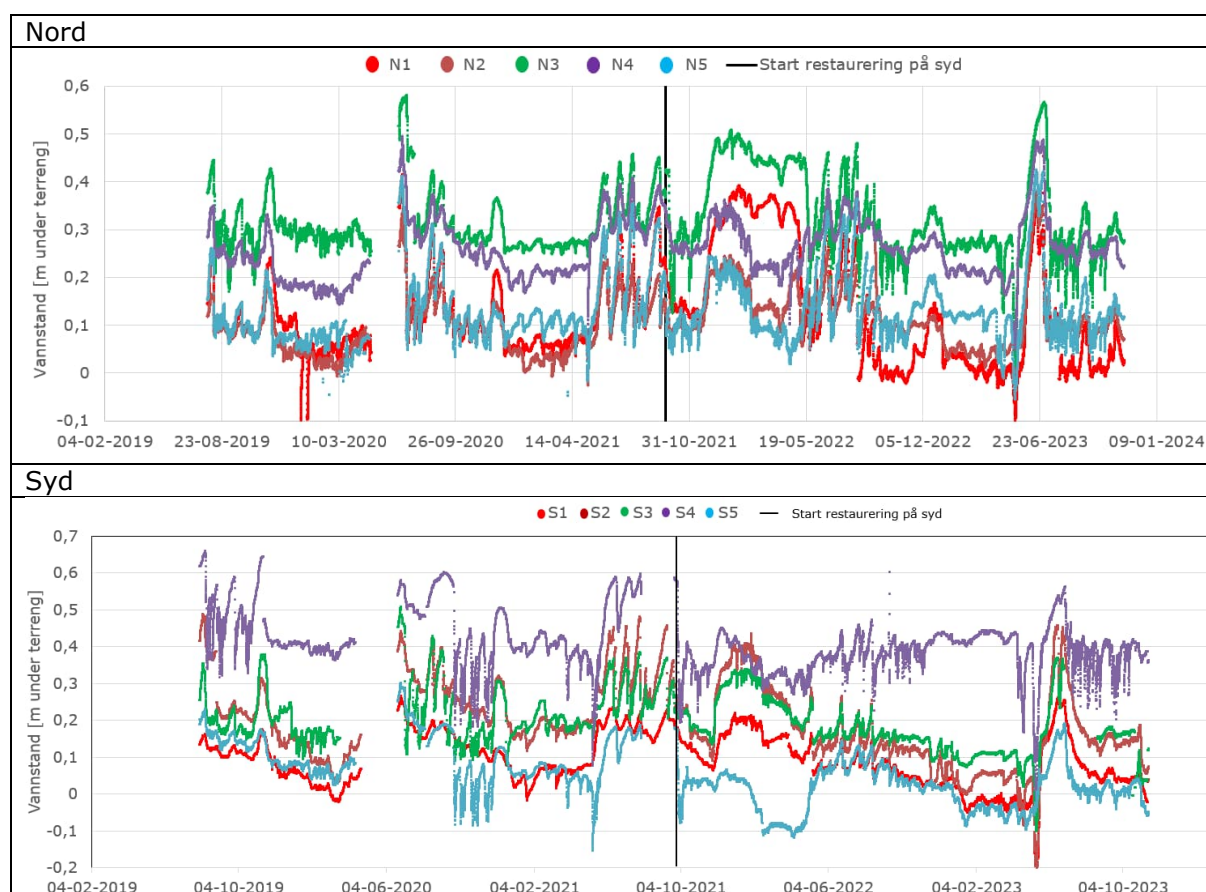
- De to målemetoder ECF og flukskamre supplerer hverandre godt, da:
 - ECF er effektiv for overordnede/gjennomsnittlige estimater på emisjon, og ECF kan gi estimater på utslipp i store deler av vinterperioden.
 - Eco2Flux.kamrene gir punktestimater på emisjonen, hvor det kan undersøkes effekter av vannstanden lokalt på myren.
- Det er sammenlignbar CO₂-emisjon på de to områdene.
- Det er konstatert økt utslipp av CH₄ etter restaurering.
- Det er som ved forrige år ikke konstatert N₂O-emisjon over utstyrets deteksjonsgrense.

7. Opsamling på resultater 2019-2023

Formålet med dette avsnittet er delvis å dokumentere utslipp av klimagasser over hele måleperioden, og delvis dokumentere hvordan restaureringen på det sørlige området så langt har påvirket emisjonen av klimagasser.

7.1 Vannstandsmålinger og effekt av restaurering

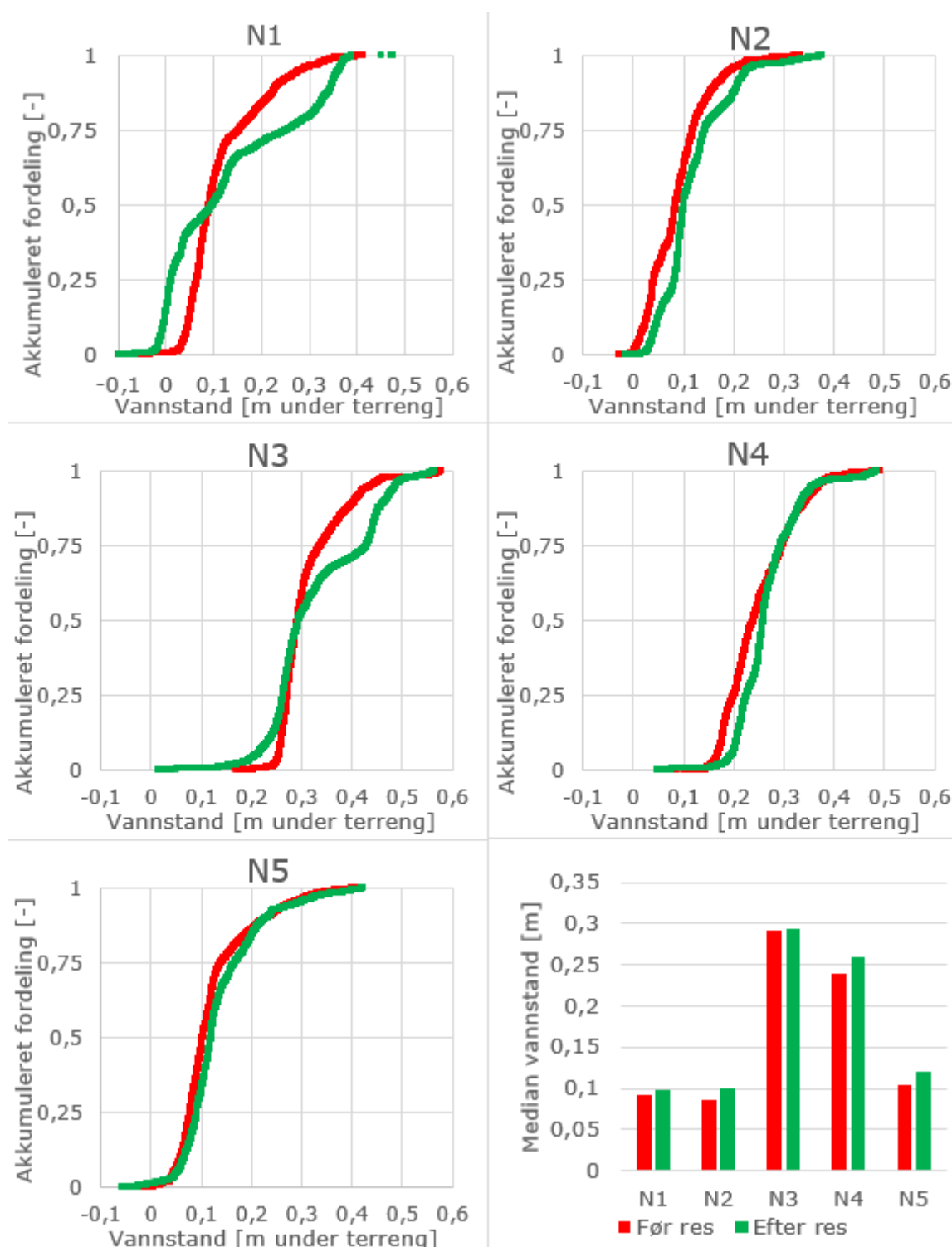
Vannstanden på de to områdene er vist i nedenstående figur, målt som avstand fra terreng og til grunnvannsspeilet.



Figur 7.1. Vannstandsmålinger fra 2019-2022. Data fra vannstandsloggerne er gapfilled med lineær regresjon med beste tilpasning til andre vannstandsloggere.

Som det fremgår i figur 7.1, er det relativ stor variasjon i vannstandsmålingene. Videre fremgår det at det med mellomrom er korte hendelser hvor avstanden fra terreng og til grunnvannspeilet har vært ekstra stor.

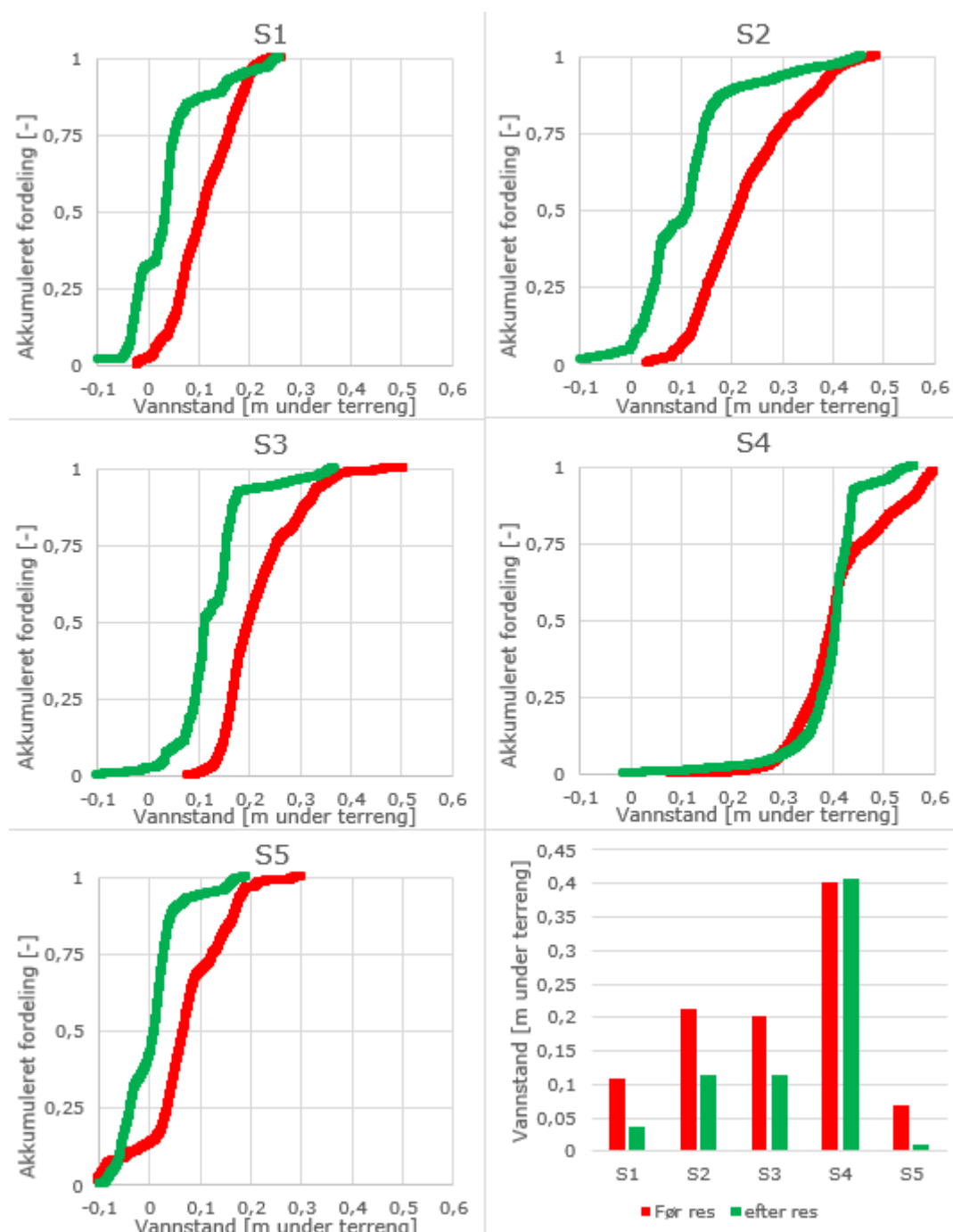
På det sørlige området er det også en tendens til at vannstanden etter restaureringen ligger noe lavere i punkt S1, S2, S3 og S5. Det er umiddelbart vanskelig å se en tydelig effekt på S4. For nærmere dokumentere effekten av restaureringen, er det på nedenstående figurer laget akkumulerte fordelingsplott for punktmålingene på begge områdene. Fordelingsplottet for loggerne på det nordlige området ses på nedenstående figur.



Figur 7.2. Akkumulerte fordelingsplott for vannstandsmålinger på det nordlige området med alle data fra 2019-2022. Det bemerkes at det nordlige området ikke er restaurert, men for å kunne bruke det som referanseområde sammenlignes allikevel før og etter tidspunktet for restaureringen på det sørlige området.

Som det fremgår av figur 7.2, ligger 50%-fraktilen stort sett lik i periodene før og etter restaurering. Men ses det på målinger over 50%-fraktilen er det en tendens til at det i årene

etter restaurering har vært en del hendelser med dypere vannstand enn før restaureringen i sør. Dette er spesielt tydelig i N1 og N3. I figur 7.1 kan man se at har vært hendelser med lavt grunnvannsspeil vinteren 2021/2022 og juni 2023, dette har vært spesielt tydelig i disse to punktene. Det skal også bemerkes at nettopp N1 og N3 er de to punktene som er plassert tettest på grøften og dermed vil det kunne forventes større tidsvariasjon og hurtigere respons på tørkeperioder sammenlignet med de andre, som er plassert lengere fra grøftene. Akkumulerte fordelingsplott for det sørlige området ses i nedenstående figur.

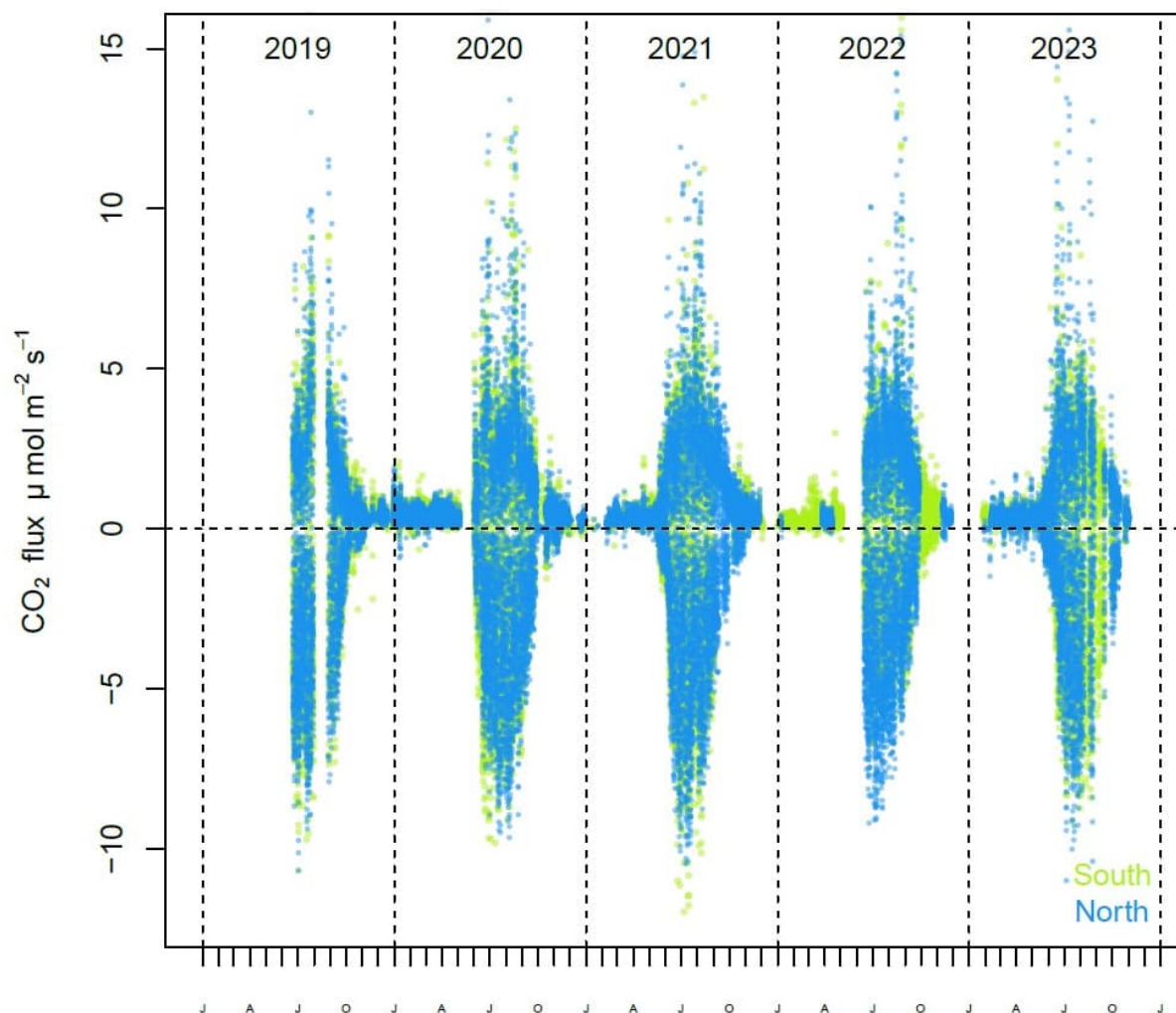


Figur 7.3. Akkumulerte fordelingsplott for vannstandsmålinger på det sørlige området med all data fra 2019-2022.

Som det fremgår av figur 7.3, er det i 4 av 5 målepunkter en forskjell i medianvannstanden på 0,06-0,1 m (6-10 cm), mens det i S4 ikke er en vesentlig forskjell i medianvannstanden. I S4, som er plassert tettest på en grøft som nå er restaurert, er det imidlertid en forskjell i målingene som ligger over ca. 70%-fraktilen. Sammenlignet med det nordlige området vurderes det at det er en tydelig effekt av vannstandsstigningen. Det vurderes videre at årsaken til at effekten ikke er så tydelig i S4 er at denne er plassert på kanten av en tidligere grøft som fortsatt vil være drenert mer enn resten av området, selv om det er innført diker.

7.2 CO₂-emisjon

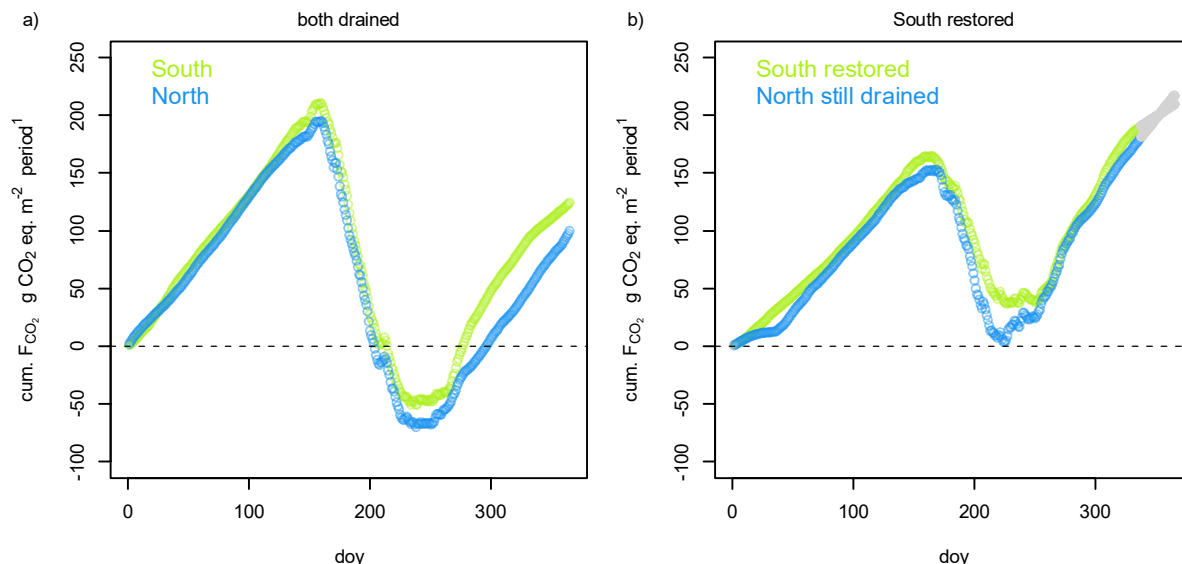
CO₂-emisjonen for hele måleperioden målt med ECF ses av nedenstående figur.



Figur 7.4. CO₂-emisjon målt med ECF for hele prosjektperioden.

Som det fremgår av ovenstående figur, varierer CO₂-fluxen i hele måleperioden mellom ca. -10 og 15 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Det ses videre at CO₂-fluxen er forholdsvis lik på de to områdene og over årene. Det fremgår videre av figur 7.4 at det i flere perioder i dataene er hull som skyldes strømvbrytelser eller problemer med sensorer. For bedre å kunne vurdere effekten av restaureringen er det foretatt gapfylling av tidsseriene og tatt en middelværdi fra samme data hvert år før og etter restaureringen på det sørlige området. Denne analysen er presentert i nedenstående figur som en akkumulert fluks. Med akkumulert fluks menes at fluksen til tiden

null (som her er satt til 1/1 hvert år) adderes til fluksen på den følgende dag, som igjen adderes til fluksen på den tredje dag. På den måten kan man direkte se om det forekommer respirasjon, og om sommeren også fotosyntese. I de periodene hvor det kun forekommer respirasjon vil fluksen kun stige, og i de periodene hvor det forekommer opptak av karbon vil den akkumulerte fluksen falle. Den akkumulerte fluksen til tiden 365 er dermed årets netto fluks.



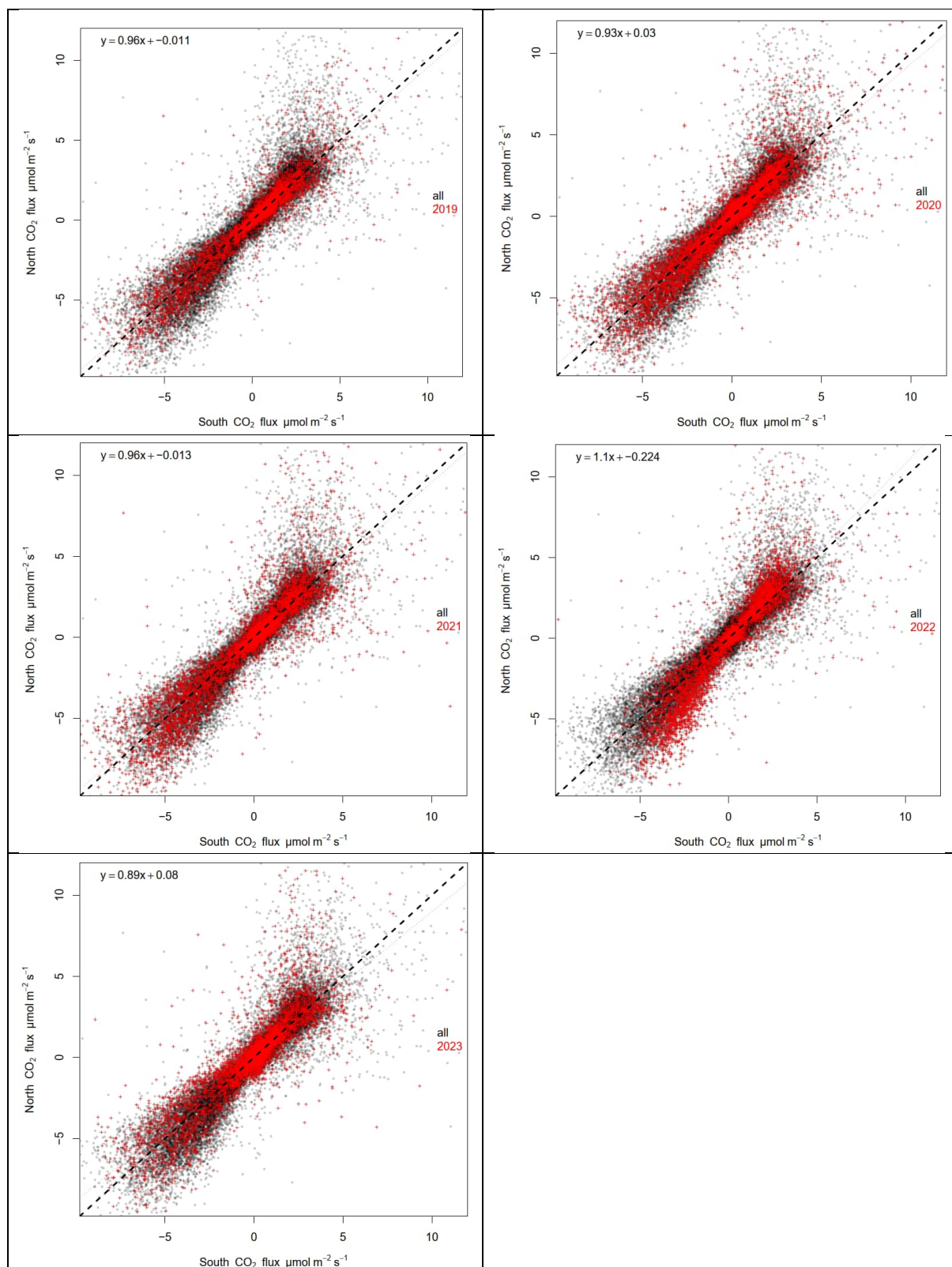
Figur 7.5. Akkumulert CO₂-emisjon målt med ECF. For å korrigere for hull i data er tidsseriene sidestilt på dagsbasis hvert år og det er tatt en middelerdi av fluksen.

Som det fremgår av figur 7.5, er det frem til ca. dag 150 en relativt jevn respirasjon i perioden hvor begge områdene er drenert (plott a). Deretter reduseres den akkumulerte fluksen, også omtrent i samme tempo for begge områdene, til det oppnås en netto negativ akkumulert fluks på ca. 50-80 g CO₂ ekvivalenter m⁻² periode⁻¹. Etter ca. dag 240 stiger den akkumulerte fluksen igjen noe som indikerer at opptaket blir mindre enn respirasjonen. Det bemerkes at det sørlige området i denne fasen ser ut til å ha en relativt større respirasjon enn det nordlige området. Det er derfor to av tre faser før restaureringen hvor emisjonen fra de to områdene er relativt like, noe som er positivt med tanke på å vurdere effekten av en restaurering. Det bemerkes videre at det konseptuelt sett er forventet at den aerobe respirasjonen vil bli redusert som følge av vannstandsstigningen, da den aerobe sonen blir mindre. Dermed er det, alt annet likt, positivt at den største aerobe respirasjonen før restaureringen forekommer på det sørlige området, for dermed å kunne se en relativt større effekt av vannstandsstigningen.

Betraktes resultatene etter at det sørlige området er restaurert (plot b), er det bemerkelsesverdig at fotosyntesen ser ut til å være mindre på det sørlige området (det restaurerte området). Dette kan ses som et mindre fall i den akkumulerte fluksen sammenlignet med det nordlige området. Dette henger mest sannsynlig sammen med at plantene går ut på det sørlige området som følge av vannstandsstigningen, og dermed mindre fotosyntese. Dette viser også betydningen av å ha et referanseområde, ettersom lysinnstrålingen vil være lik på de to områdene, vil forskjellen sannsynligvis være relatert til vannstandsstigningen på det sørlige området.

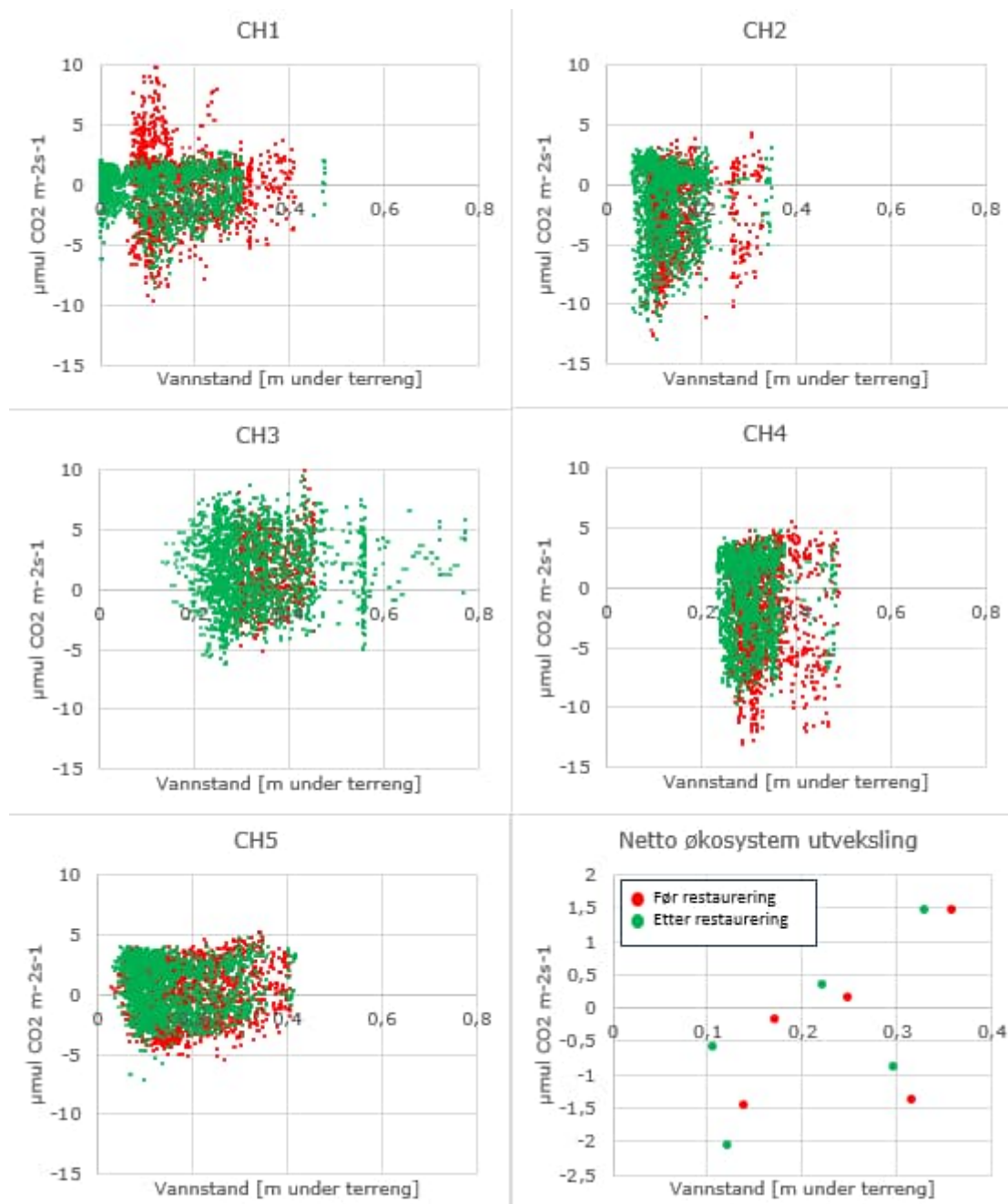
Samlet sett indikerer ovenstående at vannstandsstigningen resulterer i en reduksjon i fotosyntesen, og at respirasjonen på de to områdene er relativt uforandret. Som det fremgår av nedenstående 1:1 plott var effekten mest fremtredende i 2022, hvor opptaket var mindre

på det sørlige området sammenlignet med det nordlige området. Videre ses det at denne effekt er avtagende i 2023 hvor fluksen fra de to områdene følger samme trend.



Figur 7.6. 1:1 plott av daglig CO₂-fluks målt med ECF.

Effekten av økt vannstand er også undersøkt med dataene fra ECOFluX kamrene og oppdelt for henholdsvis netto økosystem CO₂-utveksling, respirasjon og fotosyntese. Vannstandsendingenes effekt på netto økosystem CO₂-utveksling på det nordlige området er visualisert på figuren nedenfor.

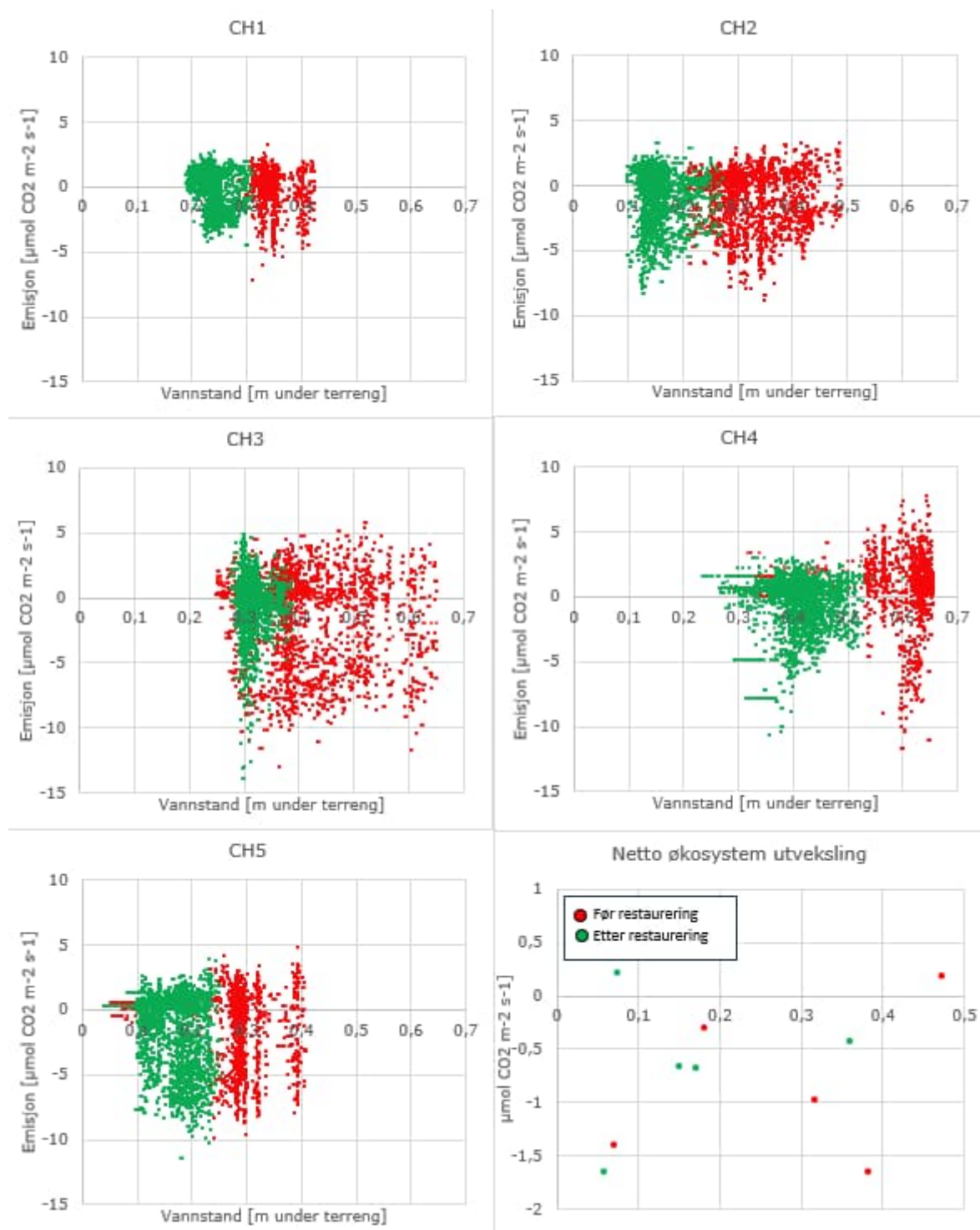


Figur 7.7. Netto økosystem utveksling plottet mot vannstand på det nordlige området. Data viser henholdsvis før og etter restaurering på det sørlige området. Plottet nederste i høyre hjørne viser middelerverdier av data fra de 5 kamrene.

Som det fremgår av figur 7.7, er det ingen vesentlig forskjell i dataene for de enkelte kamrene henholdsvis før og etter restaurering, da punktskyene ligger over hverandre. Betraktes middelerverdiene i plottet nederst til høyre i figur 7.7, ses det at det er en generell tendens til økt CO₂-

utslipp desto dypere det er til grunnvannet. Dette stemmer godt overens med den konseptuelle forståelse om at økt aerob sone vil gi en større netto CO₂-emisjon.

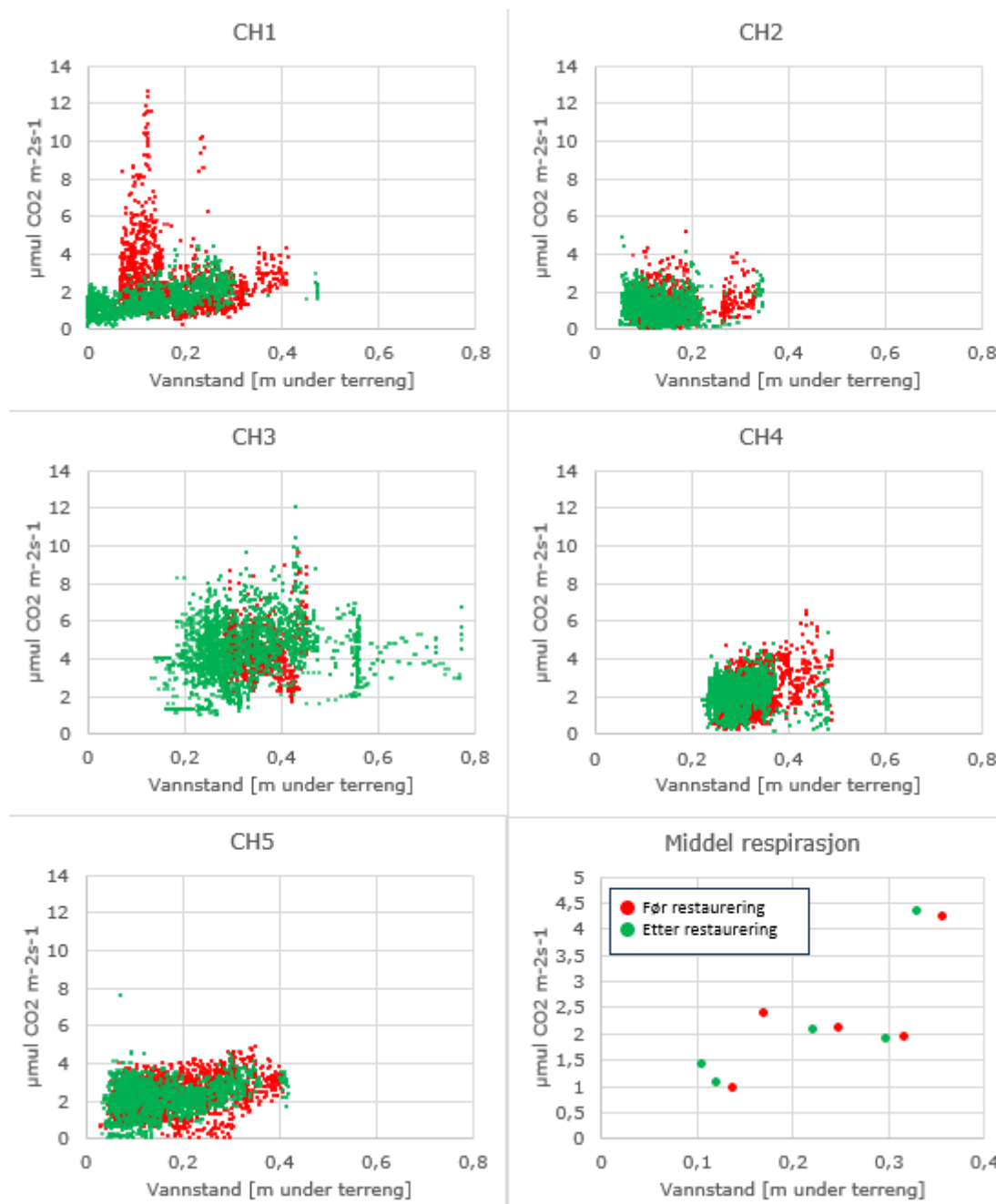
Netto økosystem utslipp for det sørlige området er vist i nedenstående figur.



Figur 7.8. Netto økosystem utveksling plottet mot vannstandsstigning på det sørlige området. Data viser både før og etter restaurering. Plotte nederst i høyre hjørne er middelverdier av data fra de 5 kamrene.

Som det fremgår av figur 7.8 er det vanskelig å trekke ut en generell effekt på netto økosystem utveksling av CO₂ på det sørlige området, og dermed vanskelig på dette grunnlag å vurdere hvordan vannstandsstigningen påvirker de underliggende prosessene.

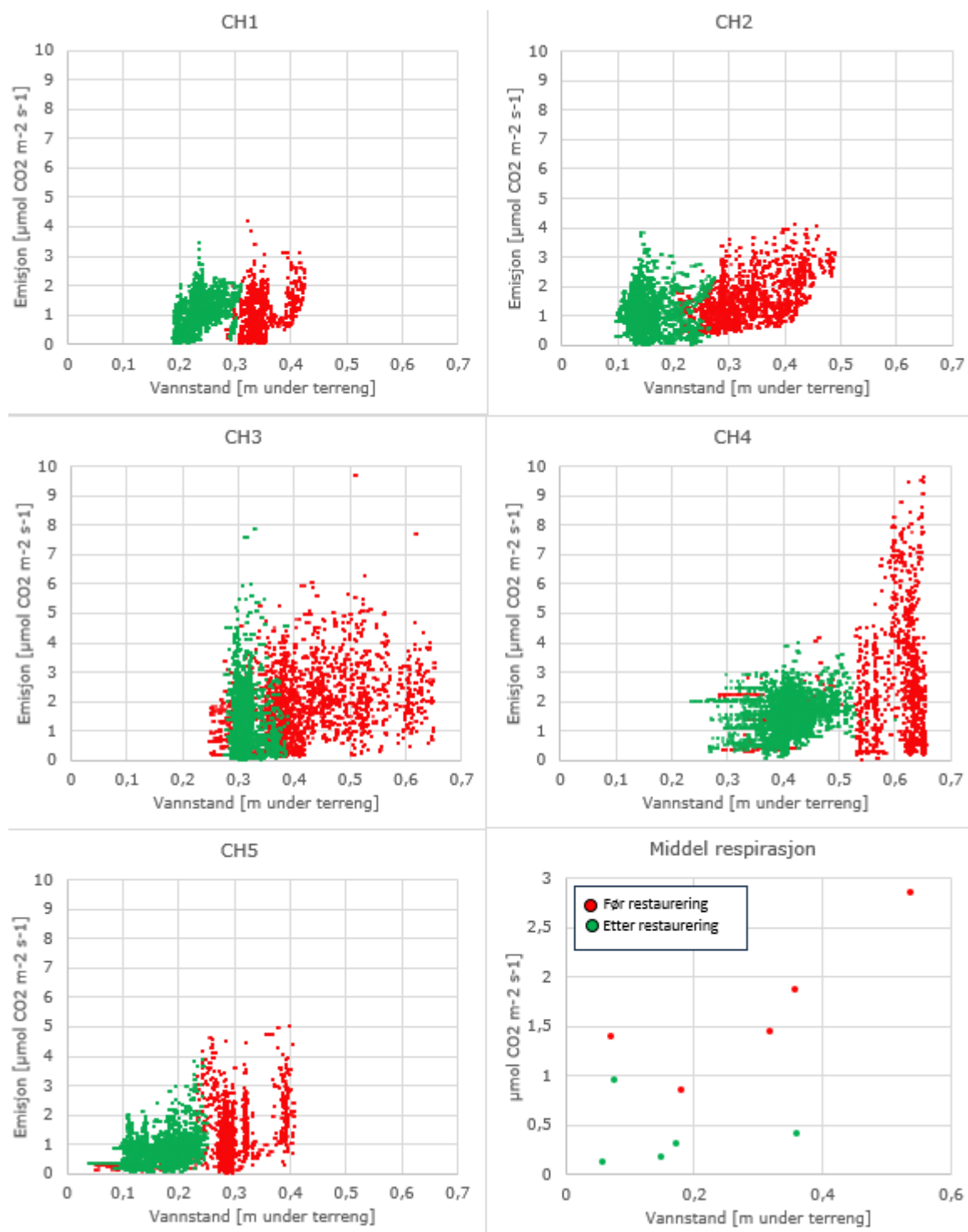
Vannstandsstigningens effekt på respirasjonen på det nordlige området er vist på nedenstående figur.



Figur 7.9. Respirasjon plottet mot vannstandsstigning på det nordlige området. Data viser både før og etter restaurering. Plottet nederst i høyre hjørne er middelverdier av data fra de 5 kamrene.

Som det fremgår av figur 7.9 er det en generell tendens til økt respirasjon som følge av økt avstand til grunnvannsspeilet, noe som vurderes å skyldes økt oksygeninntrengning, som

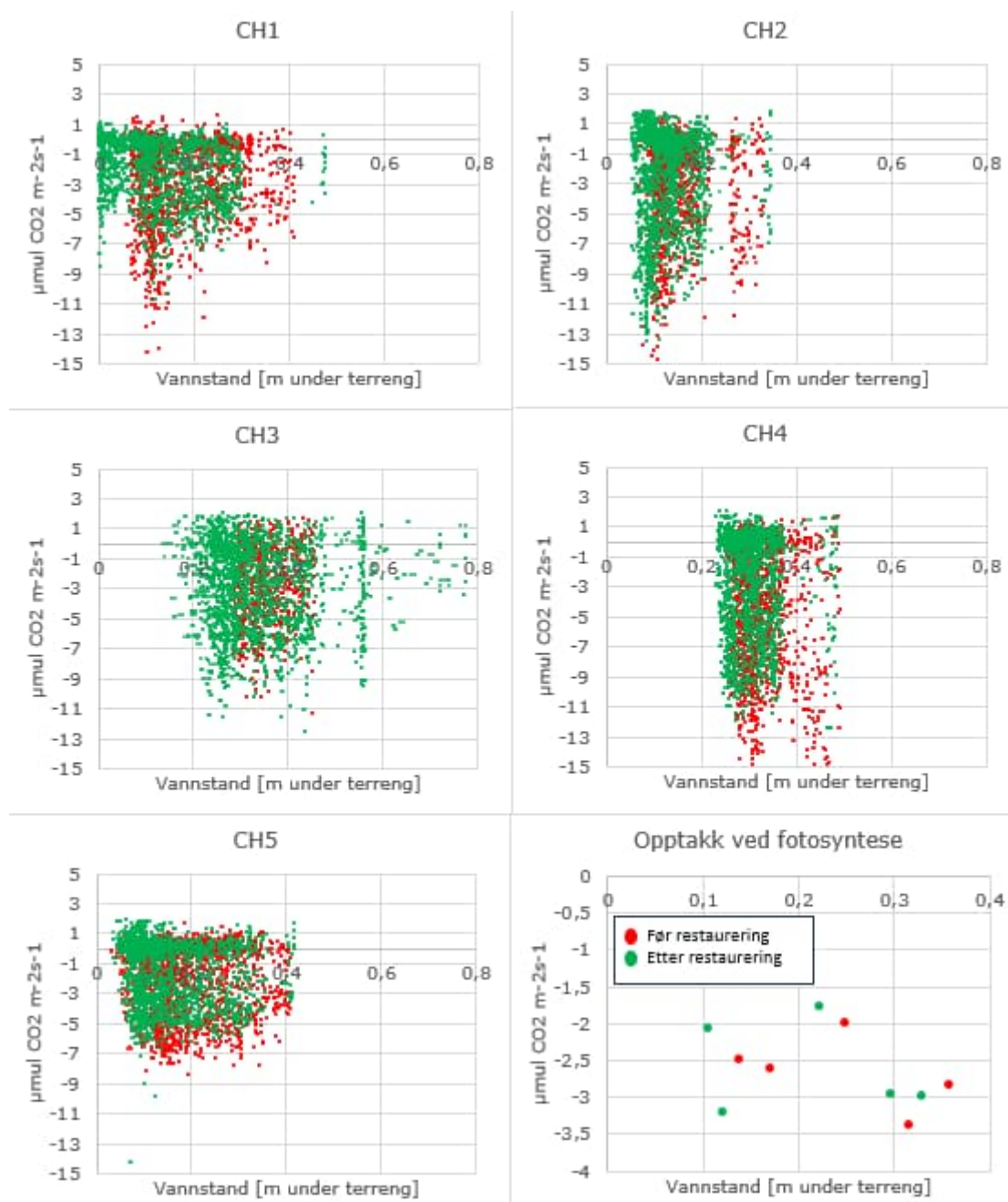
diskutert ved figur 7.7. Det ses videre, at det er omtrent samme trend før og etter restaureringen på det sørlige området. Vannstandsstigningens effekt på respirasjonen på det sørlige området er vist på nedenstående figur.



Figur 7.10. Respirasjon plottet mot vannstandsstigning på det sørlige området. Data viser både før og etter restaurering. Plottet nederst i høyre hjørne er middelverdier av data fra de 5 kamrene.

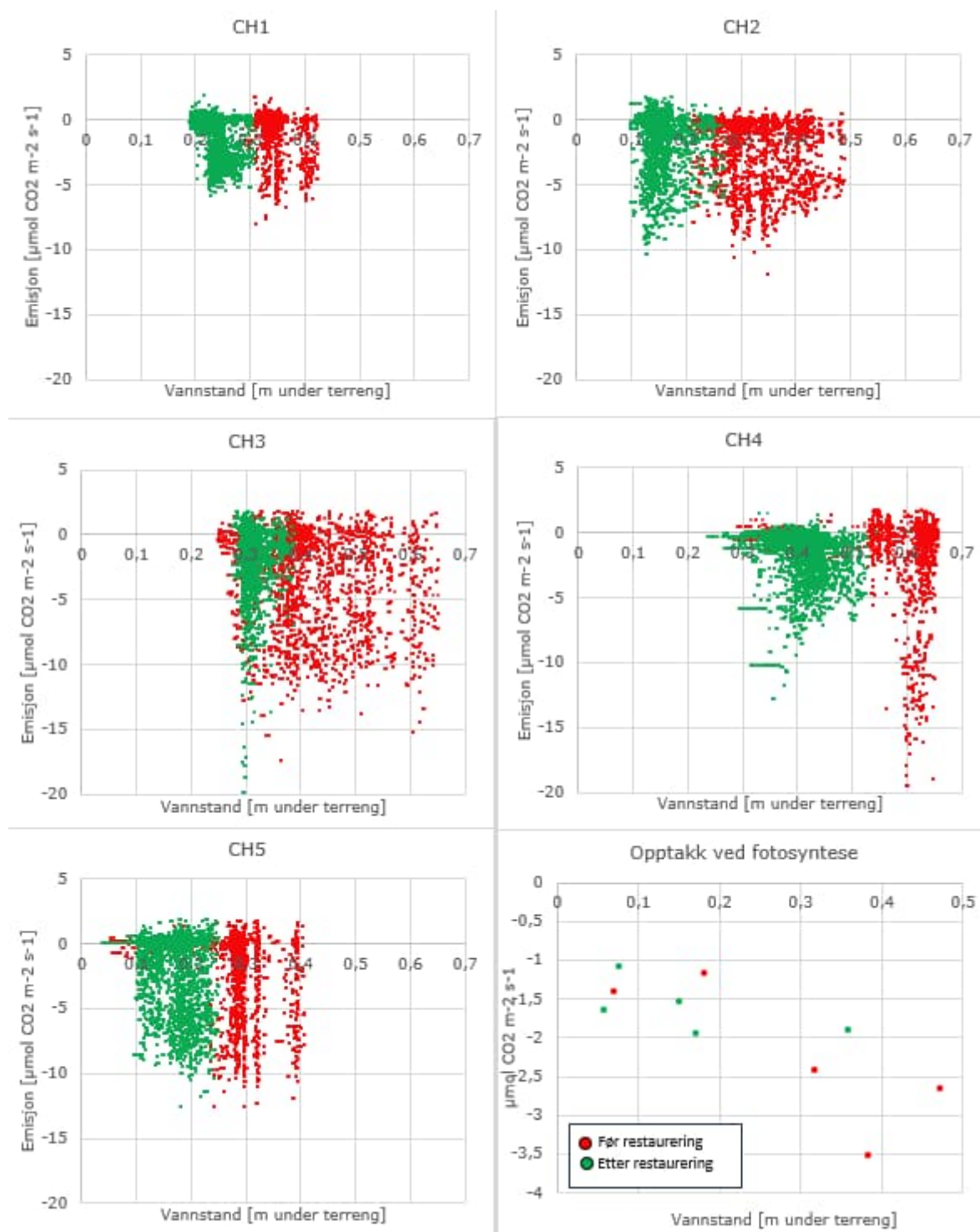
Som det fremgår av figur 7.10 er det for kammer 2, 4 og 5 en relativt tydelig tendens til at høyere vannstand etter restaurering leder til lavere respirasjon. Denne effekt kommer relativt tydelig frem på middelrespirasjonen, hvor det er en lineær tendens til at økt vannstand før restaurering leder til betydelig høyere respirasjon sammenlignet med dataene etter restaurering. Det underbygger at å øke vannstanden reduserer den aerobe sone hvor det produseres CO₂ under respirasjon.

Effekten av økt vannstand på opptak ved fotosyntese på det nordlige området ses av nedenstående figur.



Figur 7.11. Opptak ved fotosyntese plottet mot vannstandsstigning på det nordlige området. Data viser både før og etter restaurering. Plottet nederst i høyre hjørne er middelverdier av data fra de 5 kamrene.

Som det fremgår av figur 7.11, er det ikke en entydig effekt av økt vannstand på fotosyntesen på de enkelte kamrene eller på middelverdiene. Effekten av økt vannstand på opptak ved fotosyntese på det sørlige området ses av nedenstående figur.

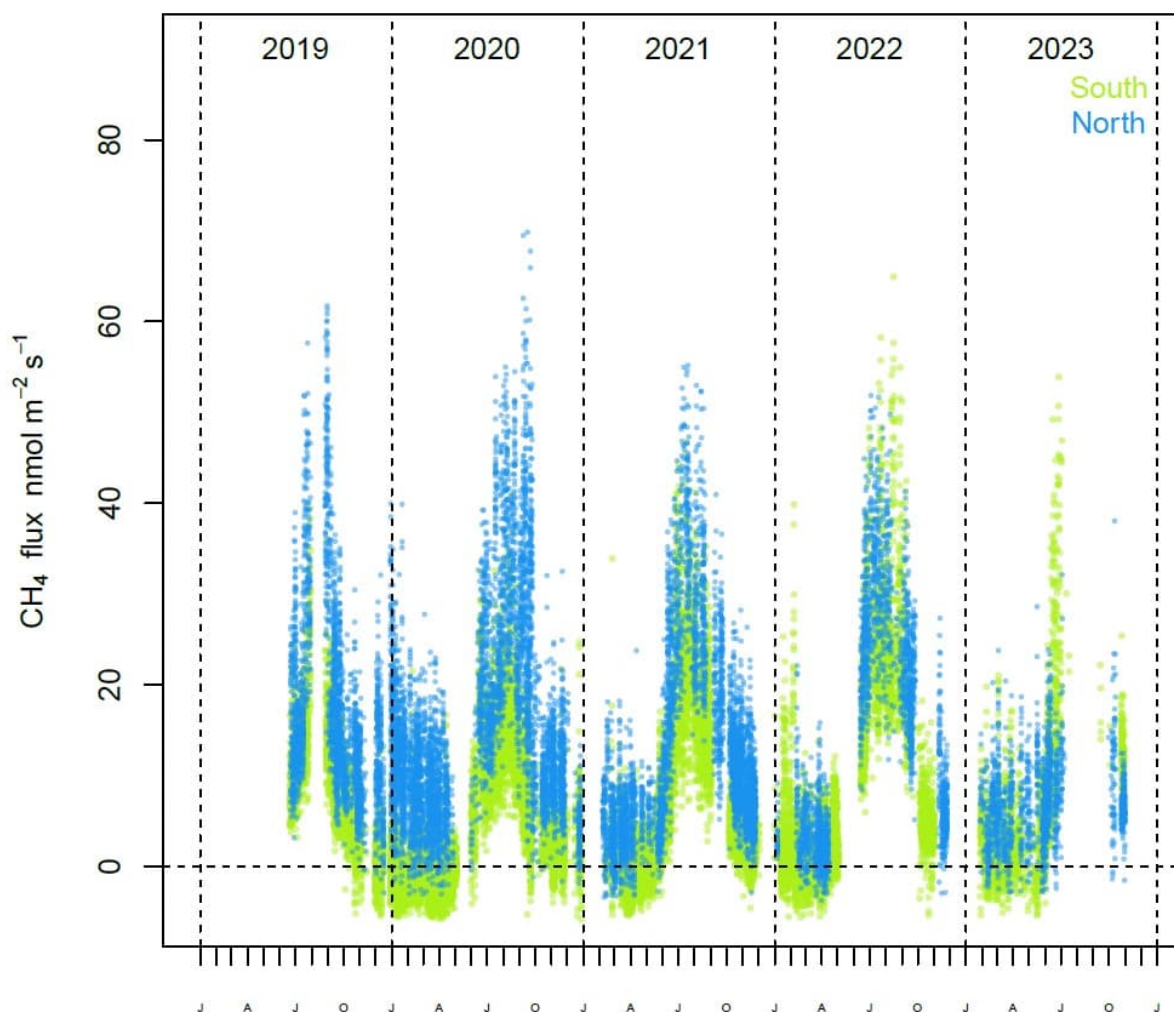


Figur 7.12. Opptak ved fotosyntese plottet mot vannstandsstigning på det sørlige området. Data viser både før og etter restaurering. Plottet nederst i høyre hjørne er middelverdier av data fra de 5 kamrene.

Som det fremgår av figur 7.12, er det på kammer 4 og 5 en relativt tydelig effekt på redusert opptak ved fotosyntese ved stigende vannstand. Betraktes middelerverdiene i plottet nederst til høyre kan man se samme tendens som når all data betraktes samlet, at økt vannstand reduserer opptaket av karbon ved fotosyntese. Dette henger godt sammen visuelle observasjoner gjort ved tilsyn på det sørlige området, hvor man kan se at flere planter forsvinner, sannsynligvis som følger av økt vannstand.

7.3 CH₄-emisjon

Metanemisjonen for hele prosjektperioden ses av nedenstående figur.

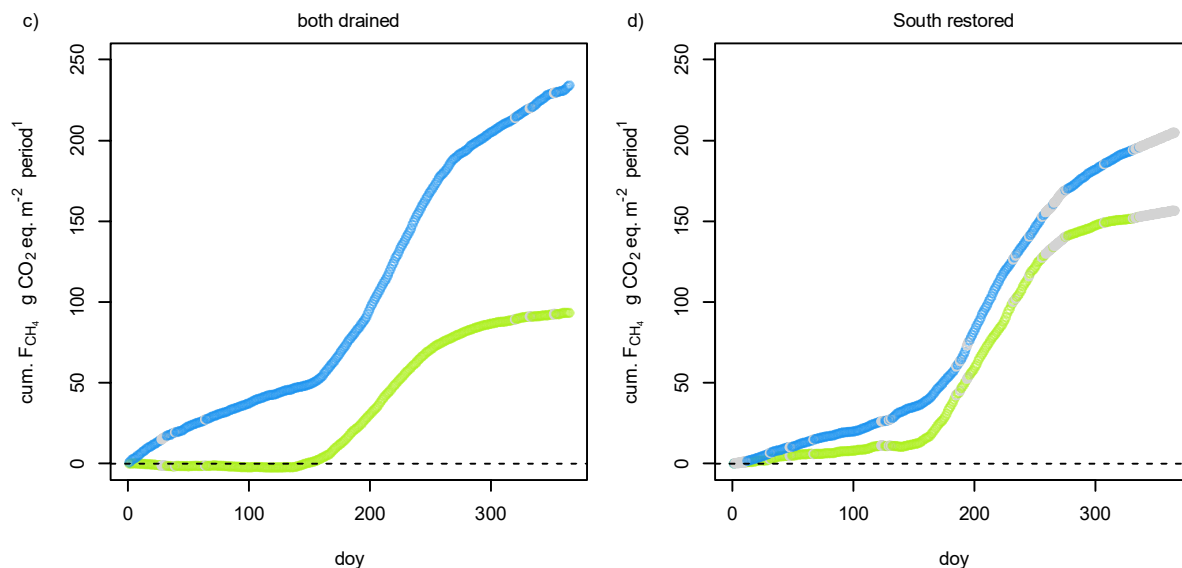


Figur 7.13. Emisjon av metan for hele prosjektperioden.

Som det fremgår av figur 7.13, er det en tendens til høyere metanemisjon på det nordlige området sammenlignet med det sørlige i 2019-2021. I 2022 og 2023 kan man se at det er relativt høyere utslipp på det sørlige området. Det ses videre at det spesielt i 2023 er hull i dataserien, noe som skyldes at det var problemer med måleutstyret til metan. Spesielt er det observert utfordringer med dataloggerne på Eddyfluxtårnene, noe som anbefales utbedret ved videreføring av prosjektet.

For bedre å kunne vurdere effekten restaureringen er det foretatt gapfylling av tidsseriene og tatt en middelerverdi fra samme data hvert år før og etter restaurering på det sørlige området.

Denne analysen er presenteret i nedenstående figur som en akkumulert CH₄-fluks. Med akkumulert fluks menes at fluksen til tiden null (som her er satt til 1/1 hvert år) adderes til fluksen på den følgende dag, som igjen adderes til fluksen på den tredje dag. På den måten kan man direkte sammenligne effekten på det restaurerte området i sør med effekten på referanseområdet i nord. Den akkumulerte fluksen til tiden 365 er dermed årets netto CH₄-fluks.

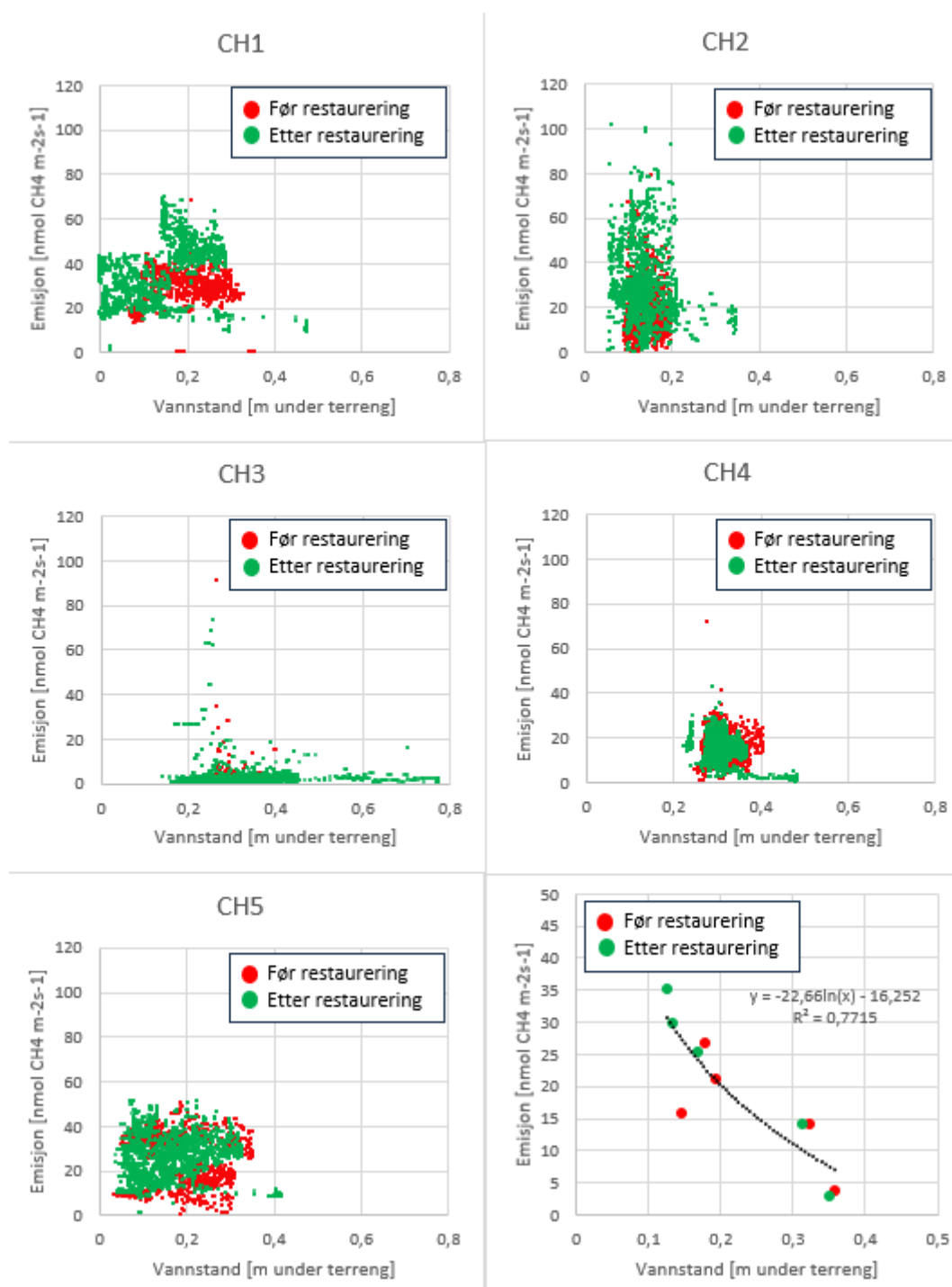


Figur 7.14. Akkumulert CH₄-emisjon målt med ECF. For å korrigere for hull i dataene er tidsseriene sidestilt på dagbasis hvert år og det er tatt en middelerdi av fluksen.

Som det fremgår av figur 7.14, ligger den årlige akkumulerte fordelingen i CH₄-fluksen på det nordlige området etter restaureringen litt lavere (ca. 200 g CO₂ eq m⁻²) enn før restaureringen (ca. 240 g CO₂ eq m⁻²), men på det sørlige området ligger fluksen etter restaureringen på ca. 150 g CO₂ eq m⁻² mot ca. 100 g CO₂ eq m⁻² før restaureringen. Det ses en mindre reduksjon over perioden på referanseområdet i nord, mens emisjonen stiger betydelig på det restaurerte området. Dette henger godt sammen med den konseptuelle forståelsen idet den anaerobe sonen kommer tettere på terrenget, og det er dermed mindre kapasitet for reoksidasjon av metan.

Det bemerkes at det i forbindelse med oppsetting av utstyret i 2019 ble konstatert at dybden til fjell i myren på det nordlige området var 2-3 m, mens dybden til fjell på det sørlige området var 1-1,5 m. Dette er sannsynligvis en medvirkende årsak til økt utslipp av CH₄ på det nordlige området over hele perioden, da det er en større anaerob sone til metanproduksjon på det nordlige området.

Effekten av økt vannstand på CH₄-emisjonen er også undersøkt med dataene fra ECOFluX-kamrene og data fra det nordlige området er visualisert på figuren nedenfor.

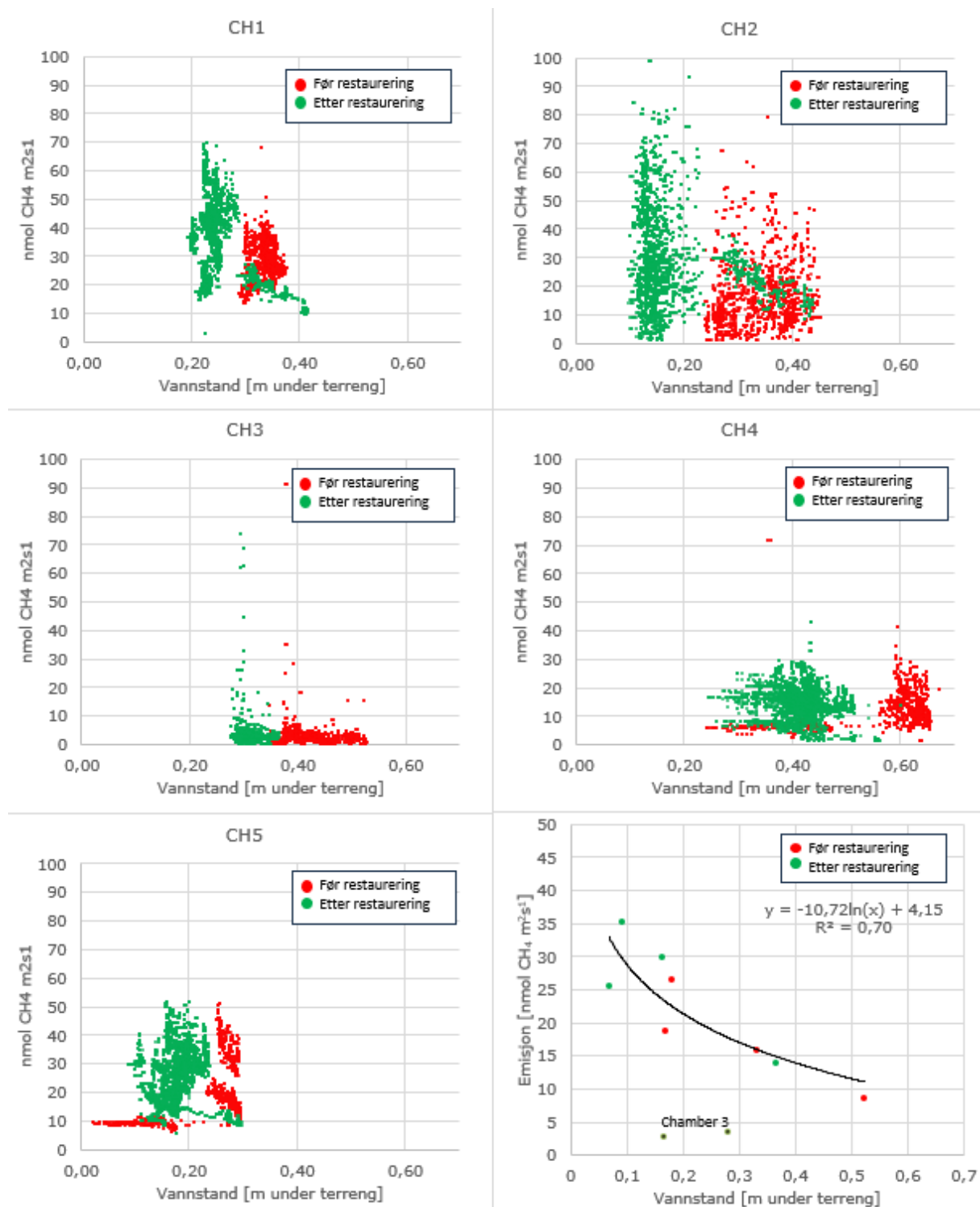


Figur 7.15. CH₄-emisjon plottet mot vannstandsstigning på det nordlige området. Data viser både før og etter restaurering. Plottet nederst i høyre hjørne er middelverdier av data fra de 5 kamrene.

Som det fremgår av ovenstående figur, er det ikke en entydig trend når man ser på data fra de enkelte kamrene, men betraktes middelverdiene i plottet nederst til høyre ser man en klar trend at høyere vannstand resulterer i økt utslipp av CH₄. Det er videre en liten tendens til økt CH₄-emisjon på det nordlige området før restaurering av området i sør sammenlignet med etter. Dette er i motstrid med dataene fra ECF som ses i figur 7.14. Det skal imidlertid bemerkes at det er snakk om relativt små forskjeller mellom før og etter. Videre skal det bemerkes at ECH er bedre egnet til å få frem de overordnede trendene for området, mens kamrene sammen med

de lokale vannstandsloggerne er effektive til konseptuelle forhold/mekanismer som ligger bak de forskjellene man ser på området.

Effekten av økt vannstand på CH₄-emisjonen fra det sørlige området er visualisert på figuren nedenfor.



Figur 7.16. CH₄-emisjon plottet mot vannstandsstigning på det sørlige området. Data viser både før og etter restaurering. Plottet nederst i høyre hjørne er middelerverdier av data fra de 5 kamrene.

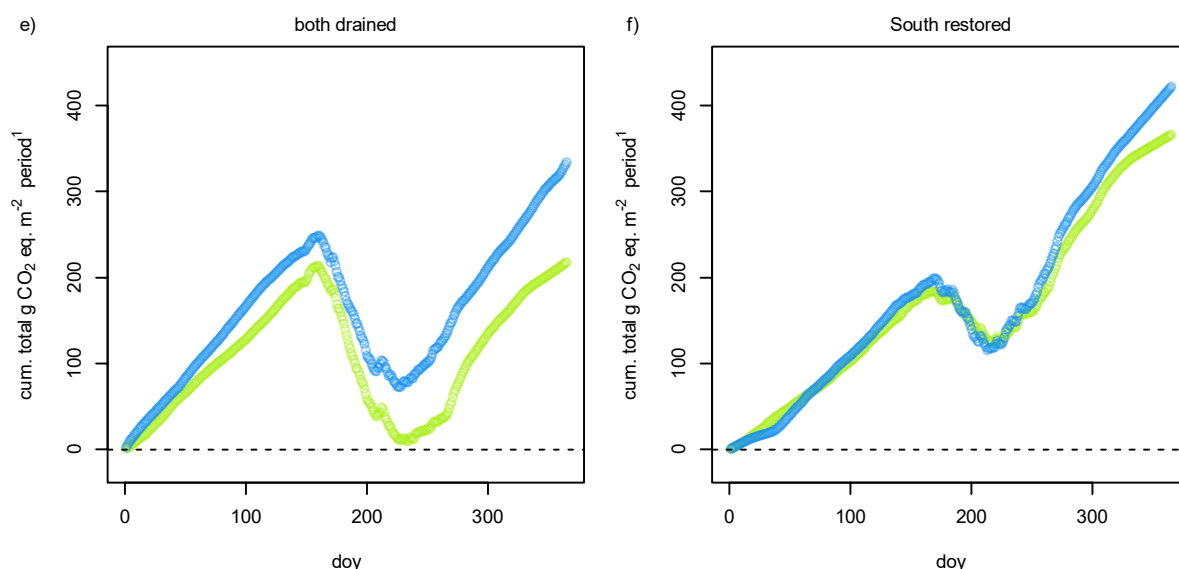
Som det fremgår av figur 7.16, er det spesielt i kammer 1 og 2 en entydig tendens til økt CH₄-emisjon etter restaureringen sammenlignet med før restaureringen. Emisjonen ligger videre relativt lavt i kammer 3 sammenlignet med de andre kamrene. Disse forskjellene blir tydelige i plottet nederst til høyre med middelerverdiene fra de 5 kamrene. Her er det vurdert at dataene fra kammer 3 avviker fra en generell trend som man kan se fra de resterende kamrene, noe som stemmer med observasjonene fra det nordlige området. Betraktes middelerverdiene fra kammer 1, 2, 3 og 4 kan man se en trend som ligner den som ble observert på det nordlige området, at økt vannstand resulterer i lavere CH₄-emisjon. Disse dataene stemmer godt overens med dataene i figur 7.14 fra ECF.

7.4 N₂O-emisjon

N₂O-emisjon kan kun måles med ECOFluX-kamrene som er aktive i sommerperioden, og det er i perioden 2019-2023 ikke konstatert N₂O-emisjon over måleutstyrets deteksjonsgrense. Det vurderes derfor at det ikke forekommer N₂O-emisjon, hverken før eller etter restaureringen, som har betydning for den samlede drivhusgassbalansen/utslipp fra det to områdene.

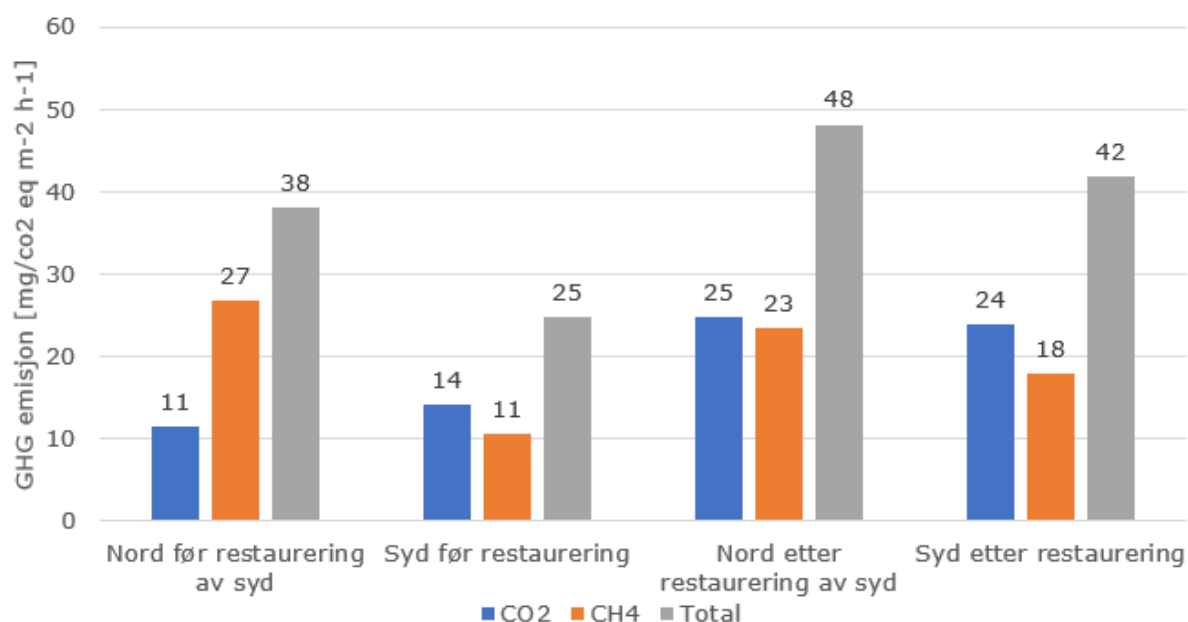
7.5 Samlet klimagass-emisjon

Den samlede drivhusgassbalansen for CO₂ og CH₄ er beregnet for henholdsvis før og etter restaureringen på det sørlige området, og visualisert på nedenstående figur med akkumulert fluks, hvor data fra figur 7.5 og 7.14 er summeret.



Figur 7.17. Akkumulert GHG-emisjon målt med ECF. For å korrigere for hull i data er tidsseriene sidestilt på dagsbasis hvert år og det er tatt en middelerverdi av fluksen.

Som det fremgår av figur 7.17 er forskjellen i total GHG emisjon på nord og syd før restaurering ca. 100 g CO₂ eq m⁻² år⁻¹ mens forskjellen etter restaureringen er redusert til ca. 50 g CO₂ eq m⁻² år⁻¹, hvilket skyldes en økt utledningen på det restaurerede site. Betraktes det restaurerede site alene før og etter, så er forskjellen ca. 150 g CO₂ eq m⁻² år⁻¹. De enkelte årlige delbidrag fra CO₂ og CH₄ er også opsummeret i netenstående figur.



Figur 7.18. Flux av CO2 og CH4 før og etter restaurering.

7.6 Oppsummering

I 2019 startet Miljødirektoratet dette projektet om overvåking av klimagasser på myr, med henblikk på å vurdere klimapåvirkningene av restaurering i områder med myr i boreale egne av verden.

I projektet er emisjonen av klimagasser overvåket i to sammenlignbare myrområder i Regnåsen/Hisåsen, som ligger med ca. 600 m avstand. I oktober 2021 ble det ene område restaurert, mens det andre ble beholdt som referanseområde. I hele måleperioden er emisjonen overvåket med ECF hele året og klimakamre i vekstsesongen (ca. 1/6 til 1/10).

Etter restaureringen av det sørlige området er vannstanden steget 6-10 cm, mens vannstanden på det nordlige referanseområdet er uendret, når vannstanden fra perioden før oktober 2021 sammenlignes med perioden etter oktober 2021. Restaureringens påvirkning av klimagass-utslipp er oppsummert i nedenstående tabell.

Tabell 7.1 Oppsummering av restaureringens effekt på klimagass emisjon.

	CO2 emisjon		CH4 emisjon		Total GHG emisjon	
	Nord	syd	Nord	syd	Nord	syd
Forskjel på det enkelte site:						
Før [g CO2 eq m-2 år-1]	100	124	234	93	334	218
Etter [g CO2 eq m-2 år-1]	217	210	205	157	422	367
Forskjell [g CO2 eq m-2 år-1]	117	85	-29	64	88	149
Forskjell i procent ift. før restaurering	117	68	-12	68	26	68
Relativ forskel (nord-syd):						
Forskjell før restaurering [g CO2 eq m-2 år-1]	-25		141		116	
Forskjell etter restaurering [g CO2 eq m-2 år-1]	7		48		55	
Relativ stigning på syd [g CO2 eq m-2 år-1]	-32		93		61	

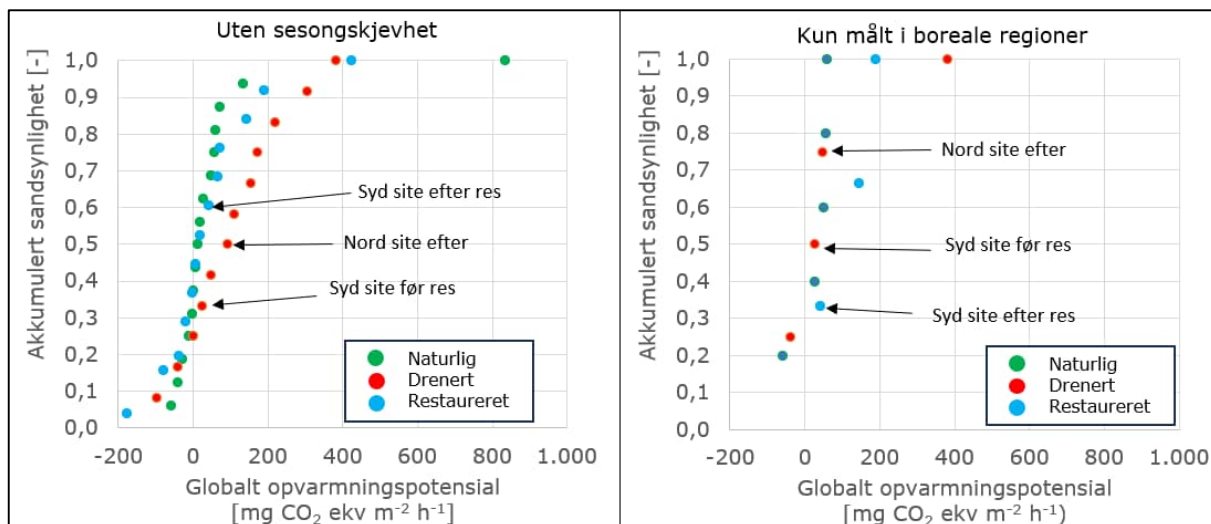
Endringene i klimagassemisjonene kan betraktes både på de enkelte områdene før og etter oktober 2021, samt på et relativt plan, der forskjellen mellom referanseområdet (nord) og restaureringsområdet (sør) beregnes og sammenlignes før og etter restaurering på det sørlige området. Fordelen med å sammenligne på et relativt plan er at man dermed ikke er så følsom overfor sesongvariasjoner fra f.eks. temperatur og soltimer, da disse faktorer bør være noenlunde like på de to områdene med ca. 600 meters avstand.

Som det fremgår av tabell 7.1 stiger den totale GHG-emisjonen på det nordlige og det sørlige området med henholdsvis 26 og 68 %. På begge områdene observeres likevel en betydelig stigning i CO₂-emisjonen (117% på nordlig området og 68 % på sørlig området), mens CH₄-emisjonen reduseres med ca. 12% på det nordlige området og stiger med ca. 68 % på det sørlige området. Dette indikerer at det er en betydelig stigning i CH₄-emisjonen som følge av restaureringen, men den voldsomme stigningen i CO₂-emisjonen på både det nordlige- og sørlige området viser også at det forekommer en del sesongvariasjoner som gjør denne tolkning vanskelig. Betraktes istedenfor den relative forskjellen mellom nord og sør, kan man se at forskjellen i CO₂-emisjon mellom nord og sør stiger etter restaurering. Forskjellen går fra -25 til 7 g CO₂ eq m⁻² år⁻¹, svarende til at det relativt slippes ut/frigjøres -32 g CO₂ eq m⁻² år⁻¹ mindre på det sørlige området etter restaureringen sammenlignet med det nordlige området. En nærmere analyse av endringene i respirasjon og fotosyntese viser at både respirasjonen og fotosyntesen faller betydelig på det sørlige området sammenlignet med det nordlige området. Denne effekt måles uavhengig av både ECF- og ECOFluX-målingene. Tilsvarende kan man se for CH₄, hvor det på et relativt plan slippes ut/frigjøres 93 g CO₂ eq m⁻² år⁻¹ mer på det sørlige området etter restaureringen sammenlignet med det nordlige området. Samlet sett stiger GHG-emisjonen på sørlige området med 61 g CO₂ eq m⁻² år⁻¹ sammenlignet med det nordlige området.

Videre er det ved ECOFluX-målingene konstatert at det i måleperioden ikke forekommer en betydelig emisjon av N₂O, og derfor er ikke denne komponenten tatt med i ovenstående betraktninger rundt klimagassutslippene.

Ovenstående resultater er helt i tråd med de konseptuelle forventningene som er beskrevet i kapittel 2. En stigning i vannspeil vil medføre en redusert aerob sone og dermed mindre kapasitet for respirasjon, og dermed også mindre kapasitet for aerob CH₄-oksidasjon. Videre vil økt vannstand medføre at plantene blir påvirket og på sikt dø ut. Med tiden forventes det at økosystemet vil tilpasse seg, og andre planter vil vokse frem på det restaurerte området. Det er imidlertid uvisst hvor lang tid det vil ta før området tilpasser seg, og i hvilken grad dette ev. vil redusere GHG-emisjonen.

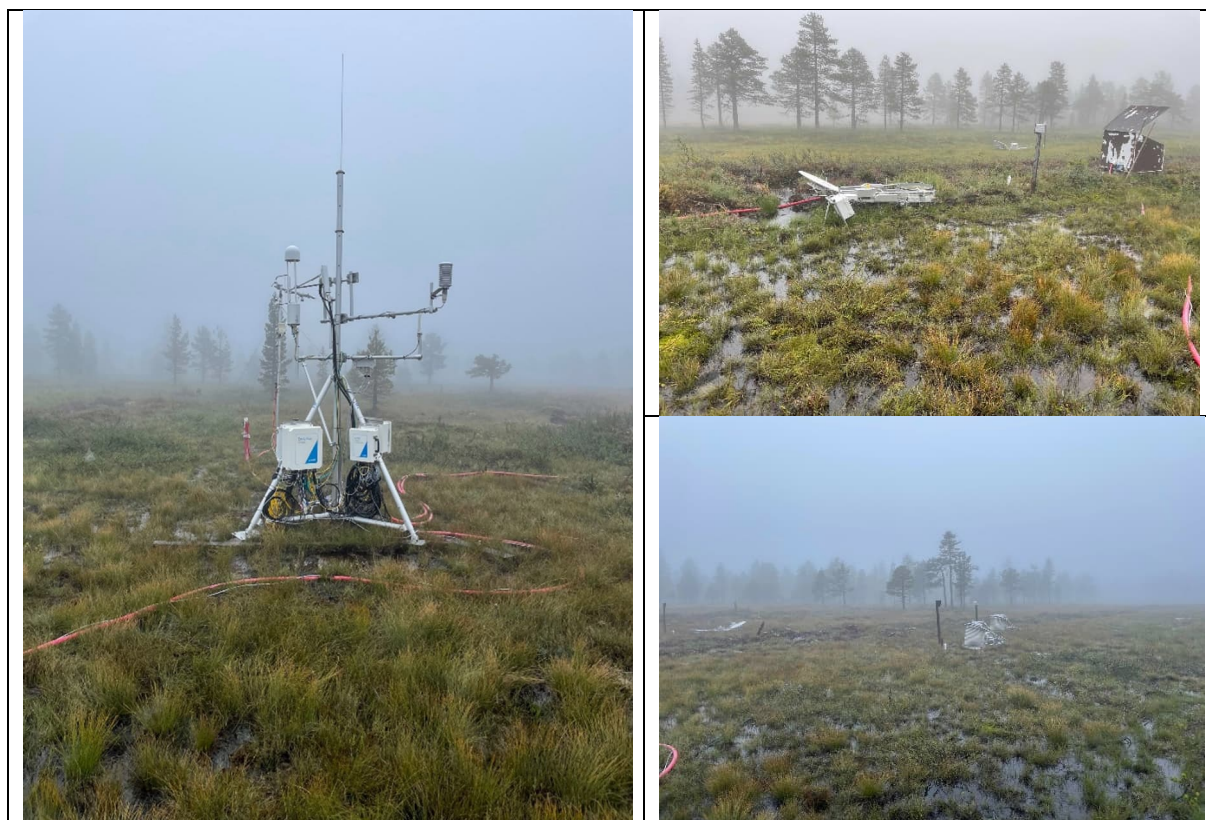
I kapittel 2.2 er det vist en oversikt over tidligere målinger fra andre studier. Dette er gjengitt nedenfor, men sammen med målingene fra denne undersøkelse.



Figur 7.19. Sammenligning av data fra tidligere undersøkelser [7] med denne undersøkelse.

Som det fremgår av figur 7.19 ligger resultatene innenfor 30-60%-fraktilet dersom alle tidligere undersøkelser uten sesongvariasjoner betraktes, og innenfor 25-75%-fraktilet dersom det utelukkende sammenlignes med resultater fra boreale områder, som er mest sammenlignbart med denne undersøkelse. Denne sammenligningen viser at de valgte forsøksområdene er sammenlignbare med tilsvarende forsøksområder rundt om i verden. Da systemet til og med gir en konseptuell respons på restaureringen, som ligger innenfor hva som kan forventes, vurderes det at disse undersøkelser har stor verdi også med tanke på eventuell videreføring av overvåkingen.

For å tydeliggjøre effekten av restaureringen, vises det i figuren nedenfor bilder fra det sørlige området i august 2022. Det bemerkes at vannstanden ikke alltid er like høy, men bildene er likevell vist her, da det subjektivt vurderes at dette nivået ses betydelig oftere på det sørlige området enn det nordlige området etter restaurering. Samtidig gir bildene et direkte inntrykk av hvor høyt vannstanden kan stå.



Figur 7.20. Foto fra det sørlige området fra august 2018.

8. Anbefalinger

8.1 Behov for ytterligere overvåkning

Det anbefales videre at måleperioden utvides utover 2023, da det kan forventes en del endringer/tilpasninger i utslippet av CO₂ og CH₄ over de neste årene som følge av restaureringen. Dette omfatter både tilpasning av vegetasjonen og mikrobiologien som vil påvirke utslippet.

Hvor lang tid det tar før økosystemet i området tilpasser seg og hvordan langtidseffekter på GHG-emisjonen kan dokumenteres, er vanskelig å forutsi, men basert på at det forekommer en relativt begrenset vekstsesong fra juni til oktober, vurderes det som relevant å utvide prosjektet med 5 års overvåking, med mulighet for utvidelse i 1-3 år.

8.2 Optimering av utstyrspakken

Basert på de siste 5 års overvåkning, anbefales det å gjennomføre noen optimaliseringer og endringer på utstyrspakken som brukes på de to lokalitetene. I tillegg vurderes det at det etter 5 års installasjon i felten er det deler av utstyret som må ha en grundigere inspeksjon enn hva det løpende vedlikeholdet kan løse. Det anbefales derfor i forbindelse med oppstart av sommermålingene 2024 å foreta følgende:

- Vinteren 2023/2024 skiftes to av fire brenselceller ut. De to siste, anbefales det at skiftes ut ved sommeroppstarten, slik at kapasiteten på backup-strøm er helt oppdatert.
- I 2023 har det vært en del utfordringer med inverterne som konverterer 24V DC fra batteripakken til 220V DC før det ledes ut til måleområdene. Det anbefales å undersøke

om det finnes bedre inverterer på markedet, da disse har gått i stykker i flere omganger under prosjektet. Alternativt anbefales det å kjøpe en styringsenhet som finnes til disse inverterne. Når strømmen faller til under 22V slår inverterne automatisk strømmen av, men de kobler ikke automatisk tilbake når spenningen på batteriene er tilstrekkelig. Styreenheten kan brukes til å gjenstarte strømmen uten å måtte dra til området.

- Det anbefales å få solcellesystemet som er montert på kontaineren gjennomgått av en autorisert elektriker for å sikre at alt fungerer optimalt fra starten av ved en eventuell utvidelse.
- Etter 5-års eksponering for vær og vind, anbefales det å bytte to instrument shelters (et på hvert område), da de er noe slitt og vurderes å ikke kunne holde til en ny overvåkningsperiode på 5-8 år.
- Fremover anbefales det å ikke ha jordfuktighets- og jordtemperatursensorer på hvert ECOFluX-kammer. Delvis fordi de går relativt ofte i stykker og delvis fordi vannstanden står så høyt at de mest relevante dataene kommer fra vannstandsloggerne. Det er også tilsvarende sensorer på ECF-tårnene som kan brukes til å si noe generelt om dette på hvert område.
- Det har kommet en oppdatert versjon av ECOFluX-kamrene (v.3.0), hvor all elektronikk som er montert ved kammeret kan tas inn om vinteren. Dette er en optimalisering som ville vært svært nyttig å ha på kamrene på disse områdene, da en del av elektronikken som for øyeblikket sitter i junction box, må bli sittende på kammeret under snøen. Det vurderes imidlertid at en utskiftning av kamrene vil være for stor og unødvendig kostnad. I stedet anbefales det å gjøre en mindre ombygging av denne junctionbox slik at den kan tas inn om vinteren, og det dermed vil være minimalt med elektronikk som etterlates under snøen. Det anbefales at produsenten av ECOFluX-kamrene inkluderes i oppstarten, både med tanke på å gjøre denne optimaliseringen, men også for utføre generell onsite-service på de 10 kamrene.
- Det anbefales å sende analyzere (Licor og picarro) samt multiplexeren fra Licor fra hvert område til service og kalibrering hos forhandleren før oppstart av en ny 5-års måleperiode.
- Det anbefales at de primære sensorene (anemometer, CO₂-analyser og CH₄-analyser) på ECF-tårnene tas ned mens det fortsatt er frost/snø, og sendes til service/kalibrering hos produsenten. Fordelen ved å ta de ned mens det er frost er at de kan transporteres på snøscooter og dermed være klar til montering når snøen smelter. For at kunne gjøre dette med minimalt datatab anbefales det at tilkjøpe en ekstra sæt sensorer der kan monteres mens et annet sæt er til service.
- På hvert ECF-tårn er det en datalogger fra Licor. Denne anbefales å byttes ut med en Campbell Scientific da det har vært en del utfordringer med denne i løpet av prosjektet, og den er svært sentral for ECF-systemet. Dataloggeren fra Campbell Scientific er kjent i bransjen for at være særdeles stabil, og det vurderes å være en overkommelig kostnad å skifte ut denne.
- Det har gjennom prosjektet vært økende antall feil på måleutstyret, noe som skyldes at utstyret over tid har blitt slitt av å stå ute hele året. I tillegg er det snakk om en ganske avsidesliggende lokalitet, noe som gjør rask utrykning vanskelig. Dette kan være utfordrende å håndtere i en prosjektstruktur som er basert på et fast budsjett. Det anbefales fremover at prosjektet baserer seg på en fast timespris og medgått tid med månedlig avregning, slik at Miljødirektoratet har mulighet til å følge med på kostnadene. Det bør imidlertid avtales en årlig ramme basert på løpende varierte behov, som kan tilpasses dersom det oppstår uforutsette hendelser.

9. Referanser

- /1/ Plan for restaurering av våtmark i Norge (2016-2020). Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet. M-644. 2016.
- /2/ Restaurering av myr. Potensialet for karbonlagring og reduksjon av klimagassutslipp. NIBIO Rapport. Vol. 2. nr. 113. 2016.
- /3/ Klimagasser fra jordbruket. Konsepsstatus om utslippskilder og tiltak for å redusere utslippene. Bioforsk Rapport. Vol. 9 nr. 11. 2014.
- /4/ The significance of wetlands in the agricultural landscape as sources of nitrous oxide emissions. J. Cooke., K. Rutherford., R. Wilcock., F. Matheson. 2014. Diffuse Sources Ltd. & NIWA.
- /5/ Climate change drives shift in peatland ecosystem plant community: Implications for ecosystem function and stability. C.M. Dieleman., B.A. Branfireun., J.W. Mclaughlin., Z. Lindo. 2014. Global change biology.
- /6/ Restaurering av myr på Smøla – Klimagassutslipp fra myr ute av drift. A. Grønlund., S. Weldon. Bioforsk rapport vol. 8. Nr. 185. 2013.
- /7/ Metoder for å beregne endring i klimagassutslipp ved restaurering av myr. H. Joosten, A. Barthelmes, J. Couwenberg, K. Hassel, A. Moen, C. Tegetmeyer, A. Lyngstad. NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2015-10.

Vedlegg 1



Oplysningerne på situationsplanen er ikke målfaste.
Placering af bygninger, installationer mv. er kun vejledende.

 MILJØ-DIREKTORATET	Emne Situationsplan for Hisåsen		A3
	Avtale nr.: 18088061	Adresse Hisåsen	Dato 03-12-19
 Rådgivende Ingeniørfirma Dansk Miljørådgivning A/S	DMR-sagsnr. 18-0165	 Målestok 1:200	
	Udført af PLA		
			Bilagsnr. 1

Vedlegg 2



Oplysningerne på situationsplanen er ikke målfaste.
Placering af bygninger, installationer mv. er kun vejledende.

 MILJØ- DIREKTORATET	Emne Situationsplan for Regnåsen		A3
	Avtale nr.: 18088061	Adresse Regnåsen	Dato 03-12-19
 Rådgivende Ingeniørfirma Dansk Miljørådgivning A/S	DMR-sagsnr. 18-0165		Bilagsnr. 2
	Udført af PLA	0 2 4 6 8 10 m Målestok 1:200	

Vedlegg 3

Restaurering av myr i Regnåsen - Hisåsen NR – området med overvåking

Planlagt tidspunkt for gjennomføring: Ønsket oppstart er uke 38, dvs. **mandag 20. september.**

Kommune: Trysil

Beskrivelse av myra:

Regnåsen-Hisåsen er et stort myr- og skogområde som ligger nord for Rysjøen i Trysil kommune. Topografien er rolig, og området mangler bratte lier og kløfter. Noen tjern ligger innenfor området. Steintjønna i vest er det største av disse. Hele området ligger på fattig berggrunn som består av granittisk gneis. Løsmassene består av tykke morenemasser og torv på myrer og nært vann. På deler av de oppstikkende kollene er morenemassene tynne. Området ligger i sin helhet i mellomboreal vegetasjonssone

Området har store arealer med gammel, urskogspreget furuskog og høy luftfuktighet på grunn av alle myrområder. Flere sjeldne og truede lavarter trives her, som for eksempel skrubbenever, ulvelav, gubbeskjegg, lungenever, lodnevrenge og glattvrenge. Artsmangfoldet av vedboende sopp er også stort siden det finnes en god del død ved av furu i ulike nedbrytningsstadier. Det er ønskelig å ta ned så lite store trær som mulig langs laggen i dette prosjektet, mens myrflatene bør ryddes mer pga. evapotranspirasjonen.

Beskrivelse av grøfter og drenering:

- Antall meter grøft: 5089
- Antall demninger (stipulert): 315
- Grøftenes påvirkning av naturforholdene: Uttørking av myrarealer med noe tilvekst av trær og busker. Vegetasjonsforandring.
- Antall kvadratmeter torvtak: Ingen torvtak i dette prosjektet.
- Antall meter brytningsdemning: 333
- Påvirket areal (forventet restaurert areal): 0,36 km²
- Myras totale areal: Minimum 1 km²

PROSJEKTBSKRIVELSE FOR REGNÅSEN – HISÅSEN NATURRESERVAT
OMRÅDET MED OVERVÅKING

Metode for restaurering:

Til prosjektet trengs minimum en gravemaskin og en hjelpemann. Det skal bygges demninger/brytningsdemninger ved bruk av stedegne torvmasser med bruk av gravemaskin. Oppå demningene/ brytningsdemningene skal det plastres med vegetasjon. Demningene bygges i henhold til merking i felt og appen Field Maps (tidligere Collector). Demningene skal normalt være horisontalt rette, og toppen skal ligge minimum 25-30 cm over det som må forventes å bli ny vannstand. Demningens lengde og bredde må vurderes i felt for hver enkelt demning. Mellom demningene fylles det med rester fra gammel grøftevoll og vegetasjon som står langs grøftevollen. Lengde og plassering av brytningsdemningene gis av Field Maps og merkes i felt av SNO/SF. Grøftene fylles i sin helhet igjen med angitt materiale, dersom det er tilstrekkelig med masser tilgjengelig, og en ikke må hogge fullvoksne trær for å komme til grøfta.

Det skal vurderes fortløpende om det er behov for å bygge demninger forsterket med fiberduk og trestokker. Dette vurderes på stedet i samarbeid med SNO og Oppdragsgiver. Dette kan bli aktuelt på dette prosjektet.

På denne myra foregår det overvåking av klimagasser. Det vil derfor være en del utstyr i myra og langs grøftene som skal tettes. Antagelig vil det være ønskelig at det er personell til stede fra det firmaet som overvåker, når området der utstyret står skal restaureres. Dette slik at de kan flytte utstyret unna, slik at gravemaskina ikke ødelegger det. Det er også ledninger i myra som må hensyntas.

Hogst:

Småkratt/ trær som står ute på de åpne myrflatene mellom grøftene kappes ned med ryddesag og kan ligge på stedet om dette ikke trengs som grøftefyll. Trærne langs grøftene hugges og kappes i passende lengder, slik at det blir enkelt for maskinfører å håndtere disse i etterkant. Dette brukes i grøfta som grøftefyll. Enkelte trær bør med fordel kvistes noe. Enkelte større fine trær som ikke står i veien for maskinfører kan stå. (les: Trær som vurderes til å ha stått på myra før den ble grøftet kan stå igjen).

Rigg og transport:

Fra Elverum kjører dere riksveg 25 mot Trysil. Etter ca. 46 km tar en av til høyre. Ca. 12 km på grusveg (Bomveg). Fra grusveg følges trase som brukes i klimaovervåkingen ca. 2 km inn til myra. Det må trolig hugges noen trær langs kjøresporet for å komme fram med gravemaskin.

Gravemelding legges inn av entreprenør via gravemelding.no

Krav til teknisk utstyr og HMS:

Krav til utstyret:

- Bæreevne: 0,2 kg/cm²
- Maskinbredde: Max 3 meter
- Maskinens størrelse: 8-10 tonn
- Rotortilt: Ja
- Må være ferdigstilt innen uke 48

PROSJEKTBSKRIVELSE FOR REGNÅSEN – HISÅSEN NATURRESERVAT
OMRÅDET MED OVERVÅKING

Ekstra som er ønskelig:

- Innoverbøyde kanter på beltene
- Vask av maskin. Maskin skal være vasket/steamet ved ankomst.
- Tømmerklo

Entreprenøren må selv stille med et nettbrett eller en telefon med appen Field Maps installert. Statsforvalteren vil sørge for kartfiler med grøfter, demninger, brytningsdemninger og adkomstvei tegnet inn. Det er også mulig å logge seg inn i Field Maps for å se nærmere på prosjektet i anbudsfasen. Samme brukernavn og passord som tidligere (ta eventuelt kontakt med Suzanne Wien).

Entreprenøren følger egne HMS bestemmelser. Det er en fordel om det oppgis hva disse HMS-reglene er, dersom de påvirker tilbudet dere kommer med. Absorbent i tilfelle oljesøl skal være tilgjengelig ved gravemaskinen til enhver tid.

Hensyn

- Hensyn til friluftslivet. Aktsomhetsregelen gjelder. Unngå å lage mange åpne dype dammer.
- Kulturminner, ingen registrerte
- behov for klopplegging: ingen
- skiløyper: Ingen kjente
- omlegging av stier: Ingen kjente
- behov for permanente informasjonstavler: ingen

Spesielle hensyn:

Det skal utvises så stor forsiktighet som arbeidene tillater under ferdsel og anlegg på myra. Kjøring med ATV eller andre fremkomstmidler skal begrenses til et minimum, og er kun tillatt for å frakte utstyr som drivstoff og andre tunge objekter som ikke kan bæres inn på myra. Kjøretøy skal ikke brukes til persontransport eller transport av lett utstyr. Entreprenøren er ansvarlig for å slette eventuelle kjørespor som måtte oppstå på grunn av arbeidene.

Kulturminner:

Dersom maskinfører oppdager kulturminner, eller andre ting som en er usikker på i myra, skal straks oppdragsgiver eller SNO kontaktes, og gravingen stanses midlertidig.

Registrerte rødlistearter i området:

Etter søk i Artskart er følgende arter funnet:

Norsk Navn	År	Lokalitet	Status
Tyrikjuke	2014	Eikildsåbotningen	NT

PROSJEKTBEKRIVELSE FOR REGNÅSEN – HISÅSEN NATURRESERVAT
OMRÅDET MED OVERVÅKING

Området har også verdi for forstyrrelsessårbare fugler som er knyttet til myr- og våtmark. Slike arter som er observert er jordugle (2011), storlom (NT), brushane (VU), trane, vipe (NT) og smålom.



Figur 1: Kartfestet tyrikjuke-lokalitet

Funnet av tyrikjuke indikerer at arten kan finnes på flere trær i området, og bør hensyntas under restaureringen. Dette er en kjuke knyttet til godt nedbrutte, ofte grove læger av furu. Arten er en god signalart på gammel naturskog av furu.



Figur 2: Bilde av tyrikjuke

PROSJEKTBSKRIVELSE FOR REGNÅSEN – HISÅSEN NATURRESERVAT
OMRÅDET MED OVERVÅKING

Informasjon:

Forvaltningsmyndigheten utarbeider informasjonsplakater om arbeidet som skal henges opp av SNO senest ved anleggsstart.

Statskog er grunneier på prosjektet og er informert om tiltaket.

Det trengs ikke dispensasjon til motorferdsel for å gjennomføre prosjektet.

Påvirkning utenfor restaureringsområdet

Restaureringen vil ikke ha noen negativ innvirkning for skog- og landbruk. Det finnes ikke hytter i området.

Alt areal som skal restaureres ligger i prosjektet og alt ligger innenfor grensen til Regnåsen - Hisåsen naturreservat.

Mål og måloppnåelse

Potensiell måloppnåelse ut fra plan for restaurering av våtmark i Norge (2016-2020):

Bedring av økologisk status: Det forventes at en restaurering vil heve vannstanden i de delene av myra som er påvirket av dreneringen. Noe som fører til en endring av vegetasjonen mot mer fuktkrevende arter og artsgrupper. Dette vil fremme arter som er knyttet til myr på bekostning av mer trivielle arter som er rikelig representert i omkringliggende områder.

Klimaeffekt: Vellykket restaurering vil øke vannstanden og bedre vekstvilkårene for torvdannende artsgrupper i områdene påvirket av dreneringen. Økt vannstand vil også bremse og reversere uttørkingen av de påvirkede delene av myra og føre til mindre omdanning av torv og økt torvdannelse. På kort sikt kan imidlertid utslippene av metan og lystgass øke. Fjerning av trevegetasjon på myra kan påvirke klimaeffekten. Dette vil avhenge av hva som skjer med trevirket etter hogst og hvor mye som hogges. Evapotranspirasjonen gjennom skogvegetasjonen vil påvirke vannstanden i myra og derigjennom karbonbinding og karbonnedbryting i torva.

Flomdempende effekt: En tetting av grøftene i myra vil føre til at nedbør som faller på myra vil renne gjennom vegetasjonen i stedet for i rette kanaler. Dette vil føre til lengre oppholdstid for vannet på myra og dertil økt fordamping og lokalt lavere flomtopper nedstrøms myra. Effekten vil avhenge av størrelsen på den restaurerte myra og hvor omfattende grøftenettverk som er tilbakelest. Området er til sammen veldig stort, og det er sannsynlig at det vil ha en positiv effekt på vannbalansen.

Øvrige mål og oppnåelse av disse for prosjektet (lokale mål og oppnåelse av disse):

- Åpning av landskap, mot slik det var tidligere
- Tilrettelegging for friluftsliv
- Brannresiliensen vil bli bedre
- Oppvekstområder for vilt vil bli bedre
- Økt biologisk mangfold (insekter, amfibier og vegetasjon)

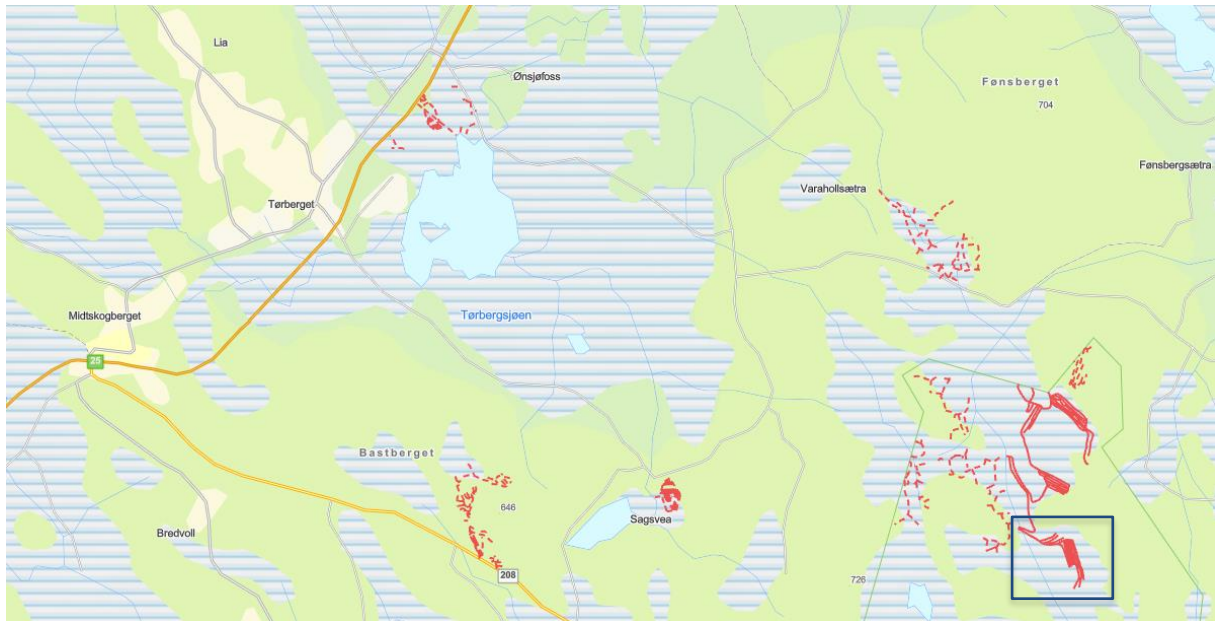
PROSJEKTBSKRIVELSE FOR REGNÅSEN – HISÅSEN NATURRESERVAT
OMRÅDET MED OVERVÅKING

Kriterier for tilfredsstillende utført arbeid:

1. Metodikk beskrevet i dette dokumentet er fulgt, og tiltak som beskrevet i kart og i dette dokumentet er gjennomført. Endringer underveis skal skje i samråd med oppdragsgiver/SNO og utføres i henhold til revidert metodikk.
2. Field Maps oppdateres fortløpende
3. Området er ryddet for søppel og eventuelle skjemmende spor, etter dialog med Oppdragsgiver/SNO.
4. Det forventes at prosjektet blir gjennomført sammenhengende, fra oppstartsdato, til prosjektets ferdigstilling. Dersom dette fravikes, må dette beskrives i dokumentasjonskravet, sammen med eventuelle løsninger (gjelder for eksempel avvikling av ferie).

PROSJEKTBESKRIVELSE FOR REGNÅSEN – HISÅSEN NATURRESERVAT
OMRÅDET MED OVERVÅKING

Vedlegg:



Figur 3: Oversiktskart over hvor prosjektet ligger. Rv 25 til venstre i bildet.

Prosjektet som denne prosjektbeskrivelsen angår, er markert ut med svart firkant.

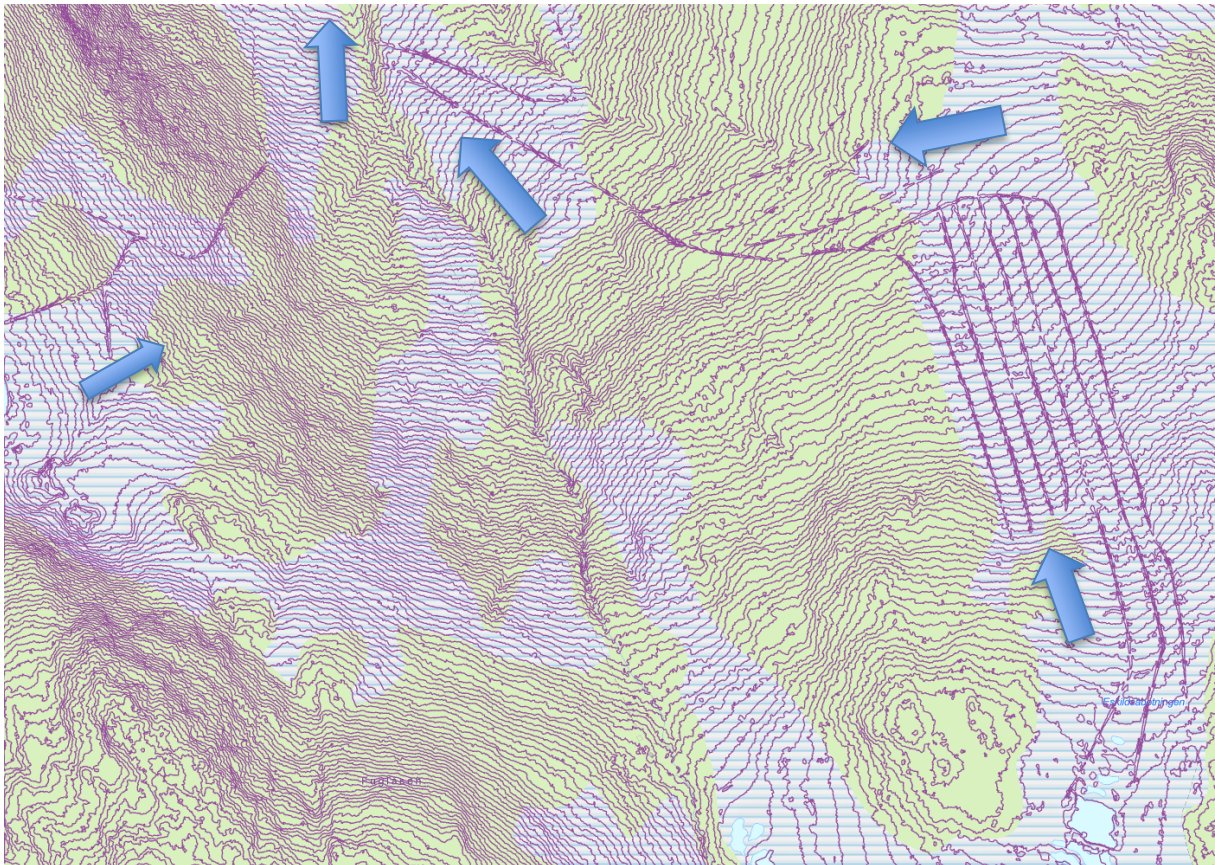


Figur 4: Detaljkart over hele grøftesystemet som inngår i dette prosjektet. Grøftene som skal tettes er markert med røde heltrukne linjer.

Hovedsystemet ligger til høyre i figur 4. Det er rimelig sikkert at alle disse grøftene skal tettes. De tre grøftene rett til venstre for hovedsystemet skal muligens ikke tettes i sin helhet, men kun lages

PROSJEKTBESKRIVELSE FOR REGNÅSEN – HISÅSEN NATURRESERVAT
OMRÅDET MED OVERVÅKING

demninger der man kommer til med maskina. Grunnen til dette er at man vil prøve å unngå å hogge skog, pga. forekomst av sjelden sopp og lav, samt at dette i utgangspunktet er et skogreservat, og skogen her er antatt å være veldig gammel. Resten av grøftene skal fylles igjen. I tillegg skal det tettes ei grøft, indikert til venstre i figur 4, oppe ved et drenert vann. Det er her det muligens også vil bli behov for å lage en forsterket demning.

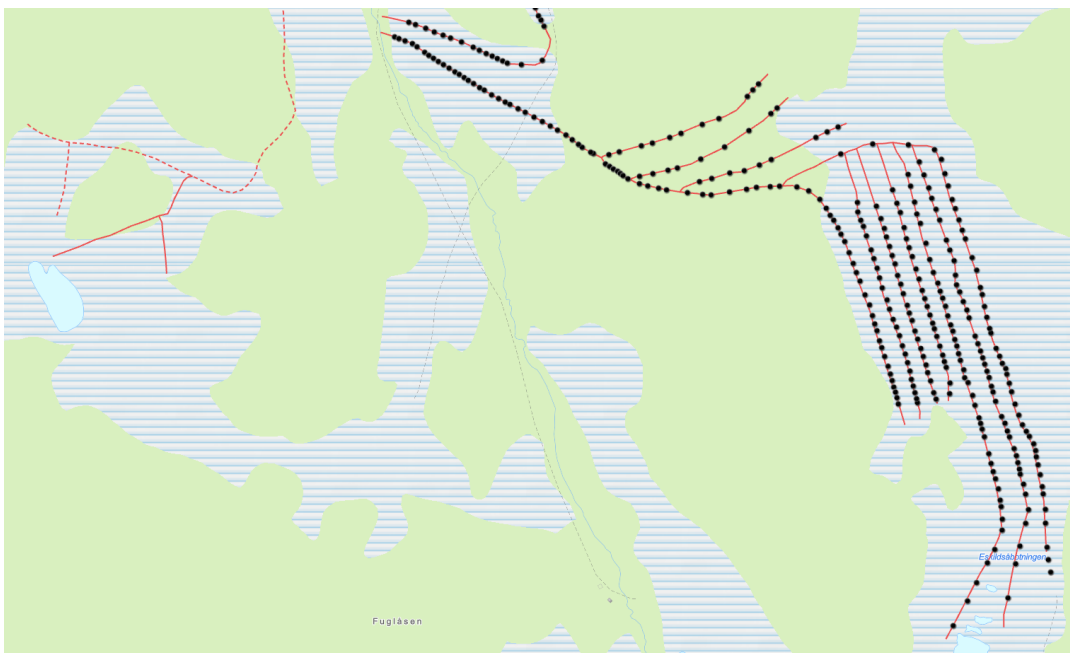


Figur 5: Kartet viser fallretningen på myra. Ekvidistansen er 40 cm.

PROSJEKTBEKRIVELSE FOR REGNÅSEN – HISÅSEN NATURRESERVAT
OMRÅDET MED OVERVÅKING



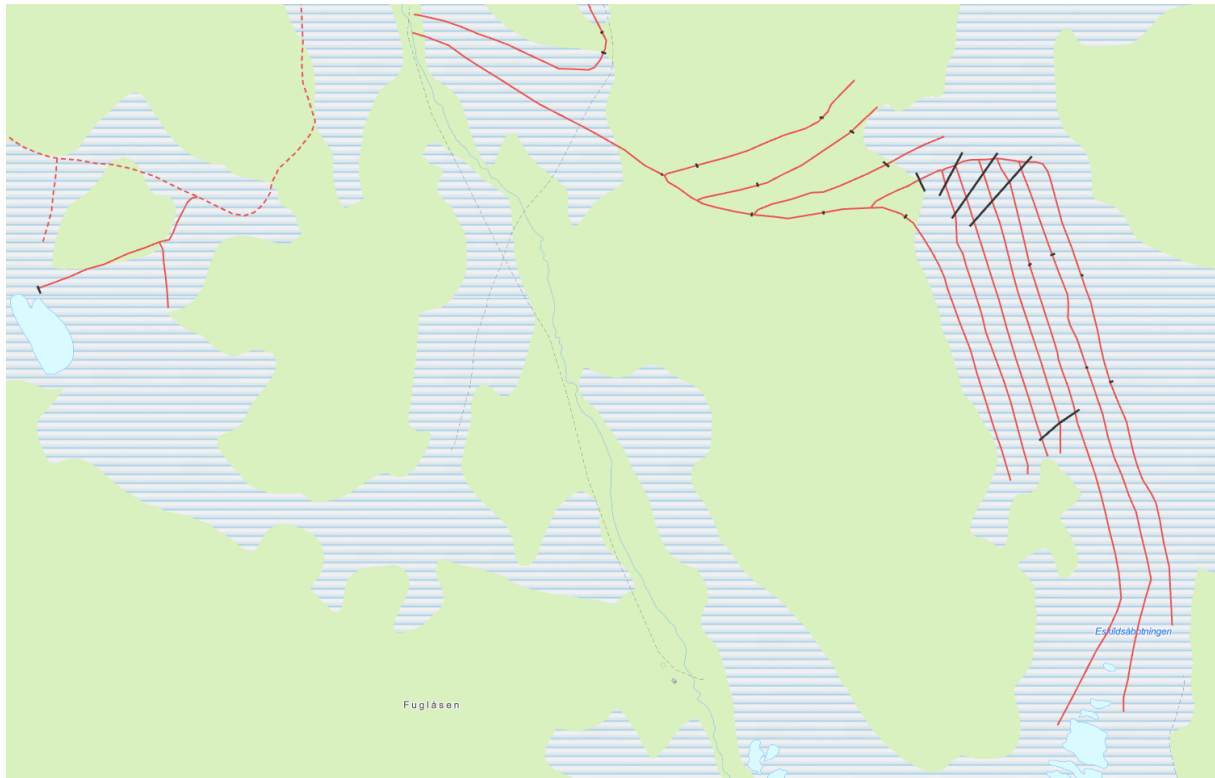
Figur 6: Adkomstveien er planlagt langs de lilla stiplede linjene. Fra veien blir det antageligvis å følge den allerede oppkjørte traseen som blir brukt i overvåkingen av klimagasser på myra.



Figur 7: Oversikt over planlagte demninger i prosjektet, basert på høydekotene i figur 5.

PROSJEKTBEKRIVELSE FOR REGNÅSEN – HISÅSEN NATURRESERVAT
OMRÅDET MED OVERVÅKING

Siden tommelfingerregelen er 1 demning pr. 20-40 cm fall i terrenget, blir det en del demninger her når en bare går utfra høydekotene. I realiteten vil det nok bli behov for å kutte litt i antall demninger, mye fordi det rett og slett ikke vil bli plass til dem. Samtidig er demningene tett fordi fallet i myra begynner å bli stort. Her vil det derfor kanskje også bli behov for noen forsterkede demninger. Både antallet og plasseringen av demningene vil kunne bli endret når SNO/SF merker dem opp i felt.



Figur 8: Oversikt over planlagte brytningsdemninger.

Det skal til sammen lages 21 brytningsdemninger i dette prosjektet. Antallet og plasseringene er relativt sikker, men enkelte små endringer for å tilpasse terrenget må regnes med.

PROSJEKTBEKRIVELSE FOR REGNÅSEN – HISÅSEN NATURRESERVAT
OMRÅDET MED OVERVÅKING



Figur 9: Flyfoto fra 1975



Figur 10: Flyfoto fra nåtid.

PROSJEKTBESKRIVELSE FOR REGNÅSEN – HISÅSEN NATURRESERVAT
OMRÅDET MED OVERVÅKING

