

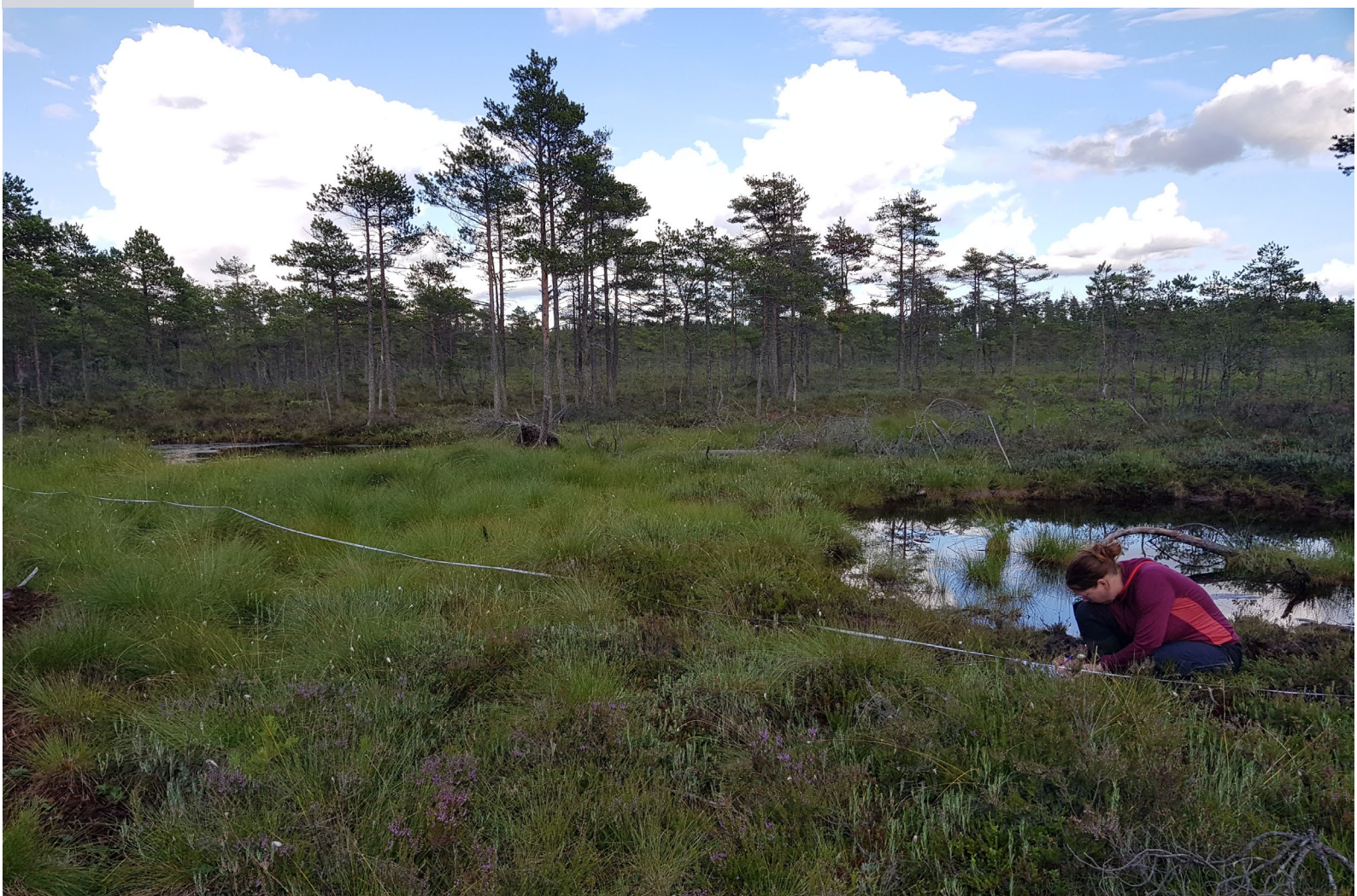
2361

NINA Rapport

Overvåking av tiltak på restaurert myr

Vegetasjonsanalyser på Aurstadmåsan, Hisåsen og Kaldvassmyra i 2023

Magni Olsen Kyrkjeeide, Anders Lyngstad, Mari Jokerud, Fia Bengtsson, Anne Catriona Mehlhoop og Heidi E. Myklebost



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på engelsk, som NINA Report.

NINA Temahefte

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Overvåking av tiltak på restaurert myr

Vegetasjonsanalyser på Aurstadmåsan, Hisåsen og Kaldvassmyra i 2023

Magni Olsen Kyrkjeeide
Anders Lyngstad
Mari Jokerud
Fia Bengtsson
Anne Catriona Mehlhoop
Heidi E. Myklebost

Kyrkjeide, M.O., Lyngstad, A., Jokerud, M., Bengtsson, F.,
Mehlhoop, A.C., & Myklebost, H.E. 2023. Overvåking av tiltak på
restaurert myr. Vegetasjonsanalyser på Aurstadmåsan, Hisåsen og
Kaldvassmyra i 2023. NINA Rapport 2361. Norsk institutt for
naturforskning

Trondheim, november 2023

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426- 5164-8

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

[Åpen]

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Ulrika Jansson

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Jørgen Rosvold (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

M-2648|2023

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Kjell Tore Hansen

FORSIDEBILDE

Analysen av vegetasjon i restaurert myr på Aurstadmåsan © Magni
Olsen Kyrkjeide

NØKKELOD

- fjernmåling
- høgmyr
- myrgrøfting
- naturreservat
- *Sphagnum*
- torvmose
- Trøndelag
- vegetasjonsanalyser
- Innlandet

KEY WORDS

Drainage ditch, remote sensing, nature reserve, peatmoss, raised
bog, *Sphagnum*, Trøndelag, vegetation analyses, Innlandet

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo
Sognsveien 68
0855 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø
Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer
Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen
Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Kyrkjeeide, M.O., Lyngstad, A., Jokerud, M., Bengtsson, F., Mehlhoop, A.C., & Myklebost, H.E. 2023. Overvåking av tiltak på restaurert myr. Vegetasjonsanalyser på Aurstadmåsan, Hisåsen og Kaldvassmyra i 2023. NINA Rapport 2361. Norsk institutt for naturforskning

Myr er et økosystem med stort karbonlager og biologisk mangfold. I Norge har myr blant annet blitt grøftet for å drenere ut vann og bedre forholdene for skogbruk og oppdyrking. Dette fører til nedbrytning av karbonlageret som ligger som torv under bakken. For å stanse utslipp av karbondioksid fra drenert myr er det nødvendig å restaurere myr hydrologisk. Dette gjøres ved å heve vannstanden gjennom å tette grøfter. Miljødirektoratet startet i 2015 arbeidet med å restaurere myrer som et ledd i å redusere klimagassutslipp. For å følge med på om restaureringstiltakene gir ønsket effekt, er det satt i gang overvåking av et utvalg myrer.

Formålet med dette prosjektet har vært å følge opp overvåking av vegetasjon på tre myrer; Kaldvassmyra i Trøndelag, Hisåsen i Innlandet og Aurstadmåsan i Viken. For Kaldvassmyra og Aurstadmåsan er dette andre gangen data samles inn fra lokalitetene etter restaurering, mens det er første gjentak i Hisåsen.

Metodikken som har blitt brukt i overvåkinga av vegetasjon har inkludert datainnsamling på tre nivåer: dronefoto (makro), myrstruktur og dominerende vegetasjonsgrupper langs transekter (meso) og artsdata langs korte linjer (mikro). Ved årets datainnsamling har vi kun samlet data på mikroskala, fordi dette så langt gir mest informasjon om restaureringssuksess. For hvert område er det lagt ut transekter på 50-80 meter. Langs hvert transekt samles artsdata langs kortere artslinjer med punktfrekvens. Karplanter, torvmoser og noen andre moser og lav bestemmes til art. Øvrige moser og lav bestemmes til slekt.

En ikke-metrisk multidimensjonal skalering (NMDS) ble brukt for å se på virkningen av hydrologisk restaurering på artssammensetning over tid og med avstand fra grøften. I analysene har vi brukt artene registrert langs artslinjene i Aurstadmåsan og Kaldvassmyra for alle tre overvåkingsår (2015, 2018 og 2023) og ved Hisåsen for to overvåkingsår (2018 og 2021). For Aurstadmåsan og Kaldvassmyra ble NMDS-poengskår fra artslinjene brukt i en polynomregresjonsmodell for å teste om artslinjene i restaurert område ligner referanselinjene.

Resultatene viser at artslinjene lengst fra grøfta i Kaldvassmyra ligner referansen, men at det er et belte på 0-30 meter på begge sider av grøfta som har vært og fortsatt er påvirket av tidligere grøfting. Selv om det har gått sju år siden restaurering på Kaldvassmyra er det fortsatt lite vegetasjon i tidligere grøft som fortsatt har et åpent vannspeil. På Aurstadmåsan er det ikke like tydelig at avstand fra grøft har påvirket artssammensetning, men de fleste artslinjene lengst fra tidligere grøft ligner referansen. I Hisåsen har det bare gått to år siden restaurering og det er lite endringer i artssammensetning fra før restaurering. To av transektene er fortsatt særlig dominert av tue- og myrkantvegetasjon.

I 2023 ble kun deler av overvåkingsmetodikken etablert i 2015 fulgt opp. Vi har valgt å beholde datainnsamling fra artslinjene da disse dataene er best egnet til å si noe om effekten av restaureringstiltak i et kortere perspektiv. Vi anbefaler å utvide overvåkinga mot spesifikke restaureringstiltak og flere myrtyper i Norge, og vurdere om fjernmåling kan brukes til en mer storskala overvåking i tillegg til dette.

Magni Olsen Kyrkjeeide (magni.kyrkjeeide@nina.no), Anders Lyngstad (anders.lyngstad@nina.no), Mari Jokerud (mari.jokerud@nina.no), Fia Bengtsson (fia.bengtsson@nina.no), Anne Cariona Mehlhoop (anne.mehlhoop@nina.no) og Heidi Elin Myklebost (heidi.myklebost@nina.no), Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5685 Torgarden.

Abstract

Kyrkjeeide, M.O., Lyngstad, A., Jokerud, M., Bengtsson, F., Mehlhoop, A.C., & Myklebost, H.E. 2023. Monitoring of mire restoration. Vegetation analyses from Aurstadmåsan, Hisåsen and Kaldvassmyra in 2023. NINA Report 2361. Norwegian Institute for Nature Research.

Mires are carbon dense nature types that deliver many important ecosystem services and harbor a unique biodiversity. Historically, mires were perceived as unproductive land, and many sites have been drained for agricultural and forestry purposes. This turns mires into carbon sources instead of carbon sinks. To stop degradation of carbon rich peat, hydrological restoration is a widespread action to save remaining carbon stocks. In Norway, restoration of mires started in 2015 with the establishment of a monitoring protocol to evaluate the outcome of the restoration actions.

The aim of this project was to collect vegetation data following the monitoring protocol, at three sites, Kaldvassmyra in Trøndelag, Aurstadmåsan in Viken, and Hisåsen in Innlandet. The two former sites were restored in 2017 and 2016, respectively, while Hisåsen was restored in 2021. This was the third time data was collected from Kaldvassmyra and Aurstadmåsan, and the second time data was collected from Hisåsen.

At each site, five transects crossing former ditches were established prior to restoration. Along the transects, shorter species lines of 2.5 meters were established every ten meters. Along the species lines, vegetation data was collected using a pinpoint method at a ten cm interval.

A non-metrical multidimensional scaling (NMDS) was used to analyze how species composition has changed with time and distance from ditches. For Kaldvassmyra and Aurstadmåsan, the transects cross only one ditch and are long enough to reach intact parts of the mire. We tested whether the species lines resemble those of the reference transect. This was done using the NMDS scores in a polynomial regression model.

The results show that the species lines furthest from the ditches are similar to the reference species lines and at Kaldvassmyra the ditch has changed the species composition approximately 30 meters at both sides. The pattern is not as clear for Aurstadmåsan, where some of the species lines close to the ditch already resemble the reference. This could be because the old ditch at Kaldvassmyra was much larger than the ones at Aurstadmåsan and is still visible with open water six years after restoration. Additional actions to improve revegetation speed in the restored ditch at Kaldvassmyra is likely necessary. At Hisåsen, there are few changes in species composition along transects in restored mire before and after restoration.

In 2023 we only included parts of the original monitoring protocol. The data collection along the species line yields useful data for evaluating restoration outcome, but we still recommend to upscale monitoring to include more sites covering the range of mire types in Norway, but also to establish monitoring on specific actions, especially to improve data on vegetation cover recovery. This also includes remote sensing as a method in addition to vegetation.

Magni Olsen Kyrkjeeide (magni.kyrkjeeide@nina.no), Anders Lyngstad (anders.lyngstad@nina.no), Mari Jokerud (mari.jokerud@nina.no), Fia Bengtsson (fia.bengtsson@nina.no), Anne Cariona Mehlhoop (anne.mehlhoop@nina.no) og Heidi Elin Myklebost (heidi.myklebost@nina.no), Norwegian Institute for Nature Research (NINA), Postboks 5685 Torgarden.

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Metode	8
2.1 Datainnsamling.....	8
2.2 Statistiske analyser.....	9
2.3 Database.....	10
3 Resultat	11
3.1 Kaldvassmyra.....	11
3.2 Aurstadmåsan.....	14
3.3 Hisåsen.....	17
4 Diskusjon	21
4.1 Evaluering av restaurering.....	21
4.2 Evaluering av overvåkingsmetode.....	21
4.3 Overvåking med fjernmåling.....	22
4.4 Anbefalinger.....	23
5 Referanser	26

Forord

Vinteren 2021 lyste Miljødirektoratet ut et prosjekt for å reanalysere vegetasjonstransekt og gjenta dronemotografering av etablert overvåking av myrrestaurering i Norge, samt en opsjon på gjentak av overvåking av Kaldvassmyra, Trøndelag, Aurstadmåsan, Viken og Hisåsen, Innlandet i 2023. Norsk institutt for naturforskning (NINA), sammen med NTNU Vitenskapsmuseet, fikk oppdraget og opsjonen ble gjennomført perioden juni til november 2023. Samarbeidspartner Anders Lyngstad (NTNU) ble ansatt ved NINA mars 2023 og NTNU Vitenskapsmuseet har ikke deltatt i prosjektperioden i 2023.

Magni Olsen Kyrkjeeide har vært prosjektleder, koordinert og deltatt i feltarbeid, databearbeiding og rapportering. Anders Lyngstad har deltatt på feltarbeid og rapportering. Mari Jokerud har deltatt på feltarbeid og analysert innsamlet data. Fia Bengtsson har deltatt på feltarbeid. Anne C. Mehlhoop og Heidi E. Myklebost har sammenstilt og innordnet data i databaser. Alle har kommet med innspill til rapporten. Masterstudent Layla Maas deltok på feltarbeid i Hisåsen. Takk til Ulrika Jansson som har vært kvalitetssikrer av rapporten.

Kontaktperson hos Miljødirektoratet har vært Kjell Tore Hansen. Vi vil takke for godt samarbeid og nyttige diskusjoner før oppstart av prosjektet.

Trondheim, november 2023

Magni Olsen Kyrkjeeide
prosjektleder

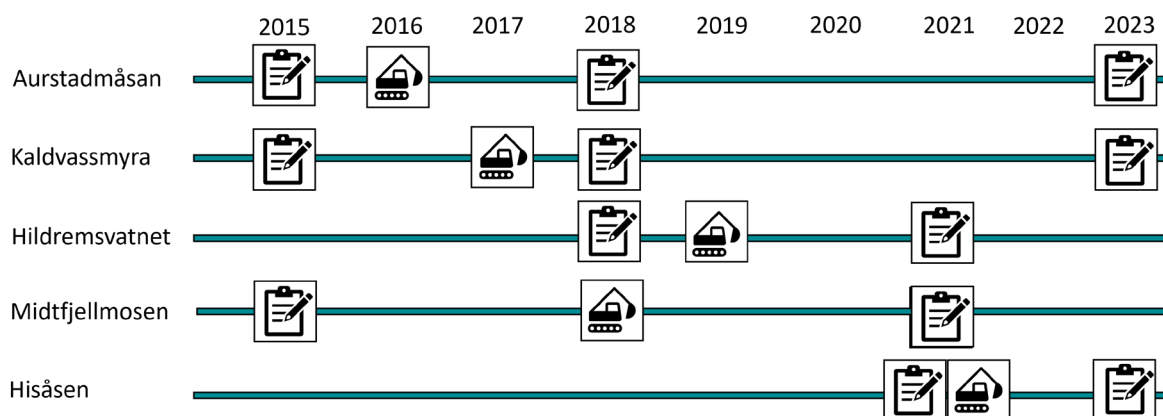
1 Innledning

Myr er et økosystem med særegent naturmangfold og stort karbonlager. Vannmettede forhold fører til lav nedbrytning av organisk materiale som omdannes til karbonrik torv over tid. Så lenge de hydrologiske forholdene er intakte, er myr et økosystem som fjerner karbon fra atmosfæren. Tidligere, og særlig i perioden fra 1900-1970, ble åpen og tresatt myr ansett som lite nyttbar mark (vassjukt areal) og store arealer ble grøftet og drenert for skogproduksjon. Dette førte og fører fortsatt til store utslipp av karbondioksid (CO₂), fordi tørrlegging fører til nedbrytning av torv. Joosten et al. (2015) estimerer et årlig utslipp i Norge på 1,1 Mt CO₂-ekvivalenter fra myr som er drenert for skogbruksformål. Et tiltak for å bremse utslipp av CO₂ er derfor å restaurere myr hydrologisk (Günther et al. 2020). Dette gjøres ved å tette grøfter.

Som del av nasjonal plan for restaurering av myr og våtmark startet Miljødirektoratet i 2015 arbeidet med å restaurere myrer i verneområder for å få tilbake myrenes naturlige hydrologiske og biologiske funksjon, som et ledd i å redusere klimagassutslipp (Miljødirektoratet 2016, Miljødirektoratet 2021). For å følge med på om restaureringstiltakene gir ønsket effekt, er det nødvendig å overvåke myrene. Det ble derfor utarbeidet og etablert systematisk overvåking i noen myrer hvor tiltak skulle gjennomføres (Hagen et al. 2015).

Det er til sammen fem myrer som inngår i vegetasjonsovervåkinga. Disse er Kaldvassmyra og Hildremsvatnet (Trøndelag), Aurstadmåsan og Midtfjellmosen (Viken) og Hisåsen (Innlandet). Myrene ble restaurert på ulike tidspunkt. **Figur 1** viser en oversikt over overvåkingsgjentak og tidspunkt for restaurering.

Hovedmålet med dette prosjektet er å fortsette overvåking av tre av de restaurerte myrene. Disse var Kaldvassmyra i Trøndelag, Hisåsen i Innlandet og Aurstadmåsan i Viken (se Kyrkjæide et al. 2018 og 2021 for detaljert omtale av lokalitetene). For Kaldvassmyra og Aurstadmåsen var dette andregangs overvåking etter gjennomført restaurering. Aurstadmåsan ble restaurert i 2016 og Kaldvassmyra restaurert i 2017. For Hisåsen var det første runde med datainnsamling etter restaurering, og myra ble restaurert i 2021.



Figur 1. Tidslinja viser gjentak av overvåking og tidspunkt for restaurering av fem myrer hvor det er etablert vegetasjonsovervåking i Norge. Målet med overvåkinga er å se på effekten av restaureringstiltak på myr.

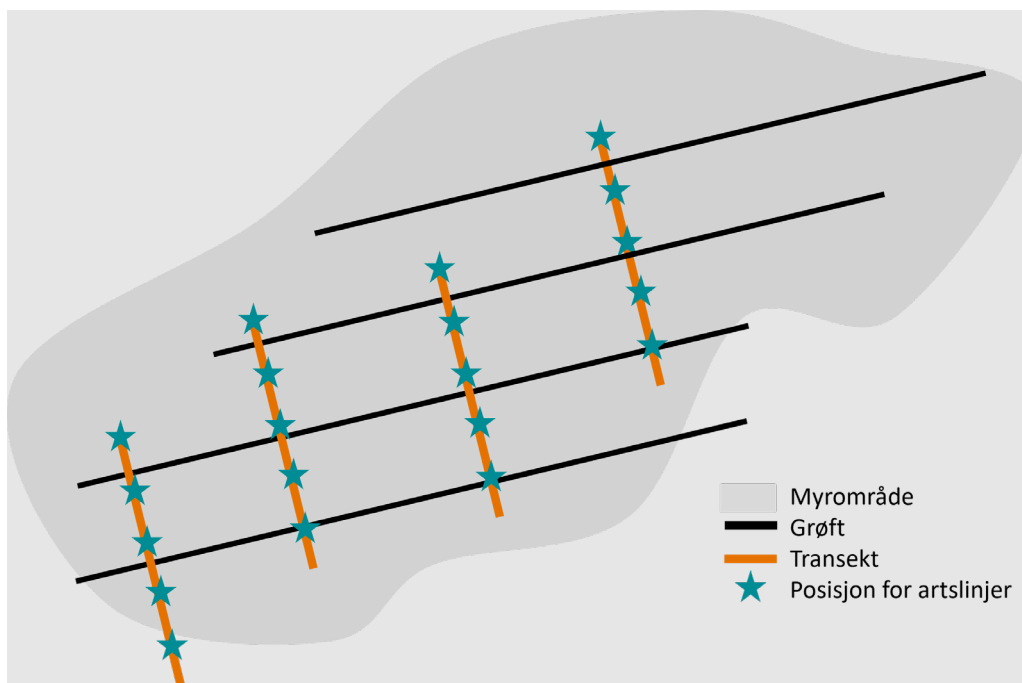
2 Metode

Metoden som har blitt brukt til å overvåke vegetasjon i restaurerte myrer, ble beskrevet i Hagen et al. (2015). Denne metoden har blitt benyttet i alle gjentak siden (Kyrkjeeide et al. 2018 og 2021). I årets overvåking har vi imidlertid bare benyttet deler av metodikken, og det er innsamling av data på artsnivå (tidligere omtalt som mikroskala) som er videreført. Se diskusjonen (**kap. 4**) for omtale og evaluering av datainnsamling med drone (makroskala) og langs vegetasjonstransekter (mesoskala).

2.1 Datainnsamling

Vegetasjonsdata ble samlet ved å benytte en frekvensanalyse. For hvert område er det lagt ut transekter på 50-80 meter. Langs disse transektene gjøres frekvensanalysen langs kortere såkalte artslinjer hver 10. meter (**Figur 2**). Hver artslinje er 2,5 meter. Den første artslinja begynner i punkt 0 i transektet, andre artslinje på meter 10, og så videre. For hver tiende cm langs artslinja (start på cm 10, fordi punkt 0 er markert med merkepinne) settes en pinne vertikalt ned i bakken og alle artene som treffer pinnen registreres (**Figur 3**). Tidligere ble arter angitt til busk-, felt- og bunnsjikt i felt. I 2023 har vi kun angitt sjikt for arter i busk- og tresjikt, da moser og lav har blitt angitt i til bunnsjikt og karplanter til de øvrige sjiktene uansett. Disse vil da kunne føres til de ulike sjiktene om nødvendig ved dataanalyser.

Karplanter og torvmoser ble bestemt til art. Bladmoser, levermoser og lav som er lett å kjenne igjen i felt ble også bestemt til art. Eksempler på slike arter er furumose *Pleurozium schreberi*, heigråmose *Racomitrium lanuginosum*, bakkefrynse *Ptilidium ciliare* og lys reinlav *Cladonia arbuscula*. Dette er arter som ofte dominerer i bunnsjiktet. Øvrige moser og lav ble bestemt til lavest mulig taksa i felt (slekt eller art). Nomenklatur følger Artsdatabankens navnerregister (Artsdatabanken 2015).



Figur 2. Prinsippskisse som viser hvordan et transekt i et overvåkingsområde legges på tvers av grøfta. Artsfrekvens registreres langs artslinjer som legges langs transektet hver tiende meter (startpunkt angitt med stjerne). Hvis mulig, legges et referansetransekt på en intakt del av myra (ikke vist i figuren).



Figur 3. En frekvensanalyse gjøres ved at en pinne stikkes ned i bakken på et gitt punkt og alle arter som treffer pinnen registreres. I dette prosjektet ble det registrert arter i tre-/ busksjikt, felt-sjikt og bunnsjikt. Foto: Magni Olsen Kyrkjeide.

2.2 Statistiske analyser

For å vurdere virkningen av hydrologisk restaurering på artssammensetning over tid og med avstand fra grøften, ble en ikke-metriske multidimensjonal skalering (NMDS) brukt for å visualisere og beregne skåre for hver artslinje per transekt basert på artstilstedeværelse over tid og avstand fra grøft for alle tre lokalitetene. Dette gir en statistisk analyse av om artslinjene over grøftene ligner referanselinjene. NMDS-ordinasjonene ble kjørt med Jaccard-ulikhetsmål siden dataene inneholder tilstedeværelse/fravær og derfor er binære. Vi har inkludert artene registrert langs artslinjene i Aurstadmåsan og Kaldvassmyra for alle tre overvåkingsår (2015, 2018 og 2023) og ved Hiåsen for to overvåkingsår (2018 og 2021). Den iterative NMDS-algoritmen ble gjentatt 20, 39 og 32 ganger for henholdsvis Aurstadmåsan, Hisåsen og Kaldvassmyra med en annen startkonfigurasjon hver gang, for å unngå konvergens på en suboptimal løsning.

For Aurstadmåsan og Kaldvassmyra ble NMDS-poengskår fra artslinjene videre brukt i en polynomregresjonsmodell, der NMDS-poengskår forklares av avstand fra grøft, avstand fra grøft ^{1/2} og år etter restaurering. En god modell skal ikke være mer kompleks enn hva som er nødvendig for å beskrive et datasett. Vi startet med den mest komplekse modellen og brukte anova til å sammenligne regresjonsmodeller til den enkleste modellen som passer dataene ble funnet. «Residual sum of squares» (RSS) er en statistisk teknikk som brukes til å måle mengden varians i et datasett som ikke er forklart av en regresjonsmodell i seg selv. Jo lavere RSS-verdi, jo bedre

passer modellen til dataene. Forskjell i artssammensetning langs transekter ble ansett som statistisk signifikant ved $p < 0,01$.

All datahåndtering og analyser ble utført i R Statistical Software (v4.2.2; R Core Team 2022). Tidyverse, labdsv og readxl-pakker ble brukt til datarensing, vegan ble brukt til NMDS-modellering, lme4 ble brukt til regresjonsanalyser og ggplot2 og greppel ble brukt til å lage figurer (Roberts 2019, Oksanen et al. 2022, Slowikowski 2023, Wickham 2016, Wickham et al. 2019, Wickham og Bryan 2022).

2.3 Database

For å sikre at forskningsdataene håndteres og lagres på en forsvarlig måte, er det opprettet en egen Access-database i vårt lagringssystem. Alle innsamlede data i forbindelse med overvåkingen vil fortløpende bli lagt inn i denne Accessbasen. Dataene vil ligge inne som tabeller, og basen bygges opp etter hvert som data legges inn. På sikt vil det kunne bli aktuelt å flytte dataene over på en relasjonsdatabase på en av våre databaseservere i SQL Server eller PostgreSQL.

3 Resultat

Under følger en sammenstilling av resultatene fra vegetasjonsanalysene fra Kaldvassmyra og Aurstadmåsan for årene 2015, 2018 og 2023, og for Hisåsen for årene 2021 og 2023. De tre områdene presenteres i hvert sitt delkapittel.

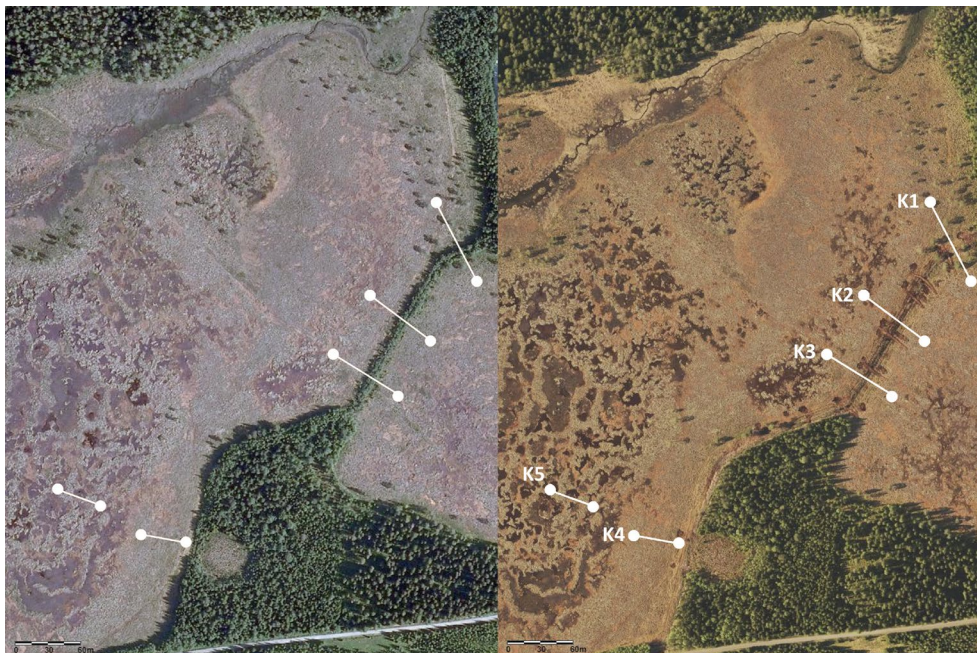
3.1 Kaldvassmyra

Feltarbeidet på Kaldvassmyra ble gjennomført 14.08.2023, og det ble analysert totalt 34 artslinjer, hvorav fem er referanse. I 2015 ble det analysert 23 artslinjer på Kaldvassmyra, mens det i 2018 ble analysert 27 artslinjer. Forskjellen i antall artslinjer mellom år forklares blant annet av at artslinjene som ligger der transektene krysser grøfta ikke ble analysert i 2015. Dette skyldes antakelig at det var tett skog uten annen vegetasjon enn trær langs linjene. Disse har blitt inkludert senere, fordi det er av interesse å følge med på revegetering i den tidligere grøfta. Ytterligere flere artslinjer ble analysert i 2023 enn 2018. Dette skyldes at det tidligere referansetransektet K4 har blitt forkastet som referanse, fordi dette transektet slutter i ei tidligere grøft. Et nytt referansetransekt (K5) har blitt etablert inne på myrflata til det største massivet med platåhøgmyr (**Figur 4**), omtrent 150 meter fra grøfta. Fem artslinjer er analysert langs dette transektet (**Figur 5**). Transekt K4 videreføres i overvåkingen, men som en parallell til de andre transektene der effekten av restaurering måles. I tillegg ble alle artslinjer langs transektene analysert i 2023. Noen artslinjer har tidligere ikke blitt analysert for å spare tid, men siden deler av metodikken ikke har blitt fulgt opp i 2023, har det frigjort mer tid til å øke antallet artslinjer.

På Kaldvassmyra er grøfta fortsatt åpen mellom pluggene, men det er fylt i med tømmer og hogstavfall. Vannspeilet var på bakkenivå ved vårt besøk, og vannet dekker stort sett hogstavfallet (**Figur 6**). Et forhold som ikke fanges opp av overvåkingen i transektene er at den økte vannstanden påvirker trærne i kanten av myra, særlig i området nær grøfta i sør (**Figur 6**). Her står vannet inne mellom trærne, i hvert fall i perioder med mye regn, og mange trær har dødd.



Figur 4. Intakt myrflata med tuer og høljer på det største massivet med platåhøgmyr på Kaldvassmyra. Transekt K5 ligger i dette området. I bakgrunnen av bildet til høyre ser vi et skogparti med mye døde trær, og her er vannstanden hevet så mye at mange av trærne drukner. Det er sannsynlig at dette vil utvikle seg til en gransumpskog (hovedtype V2 Myr- og sumpskogsmark). Foto: Anders Lyngstad 14.08.2023.



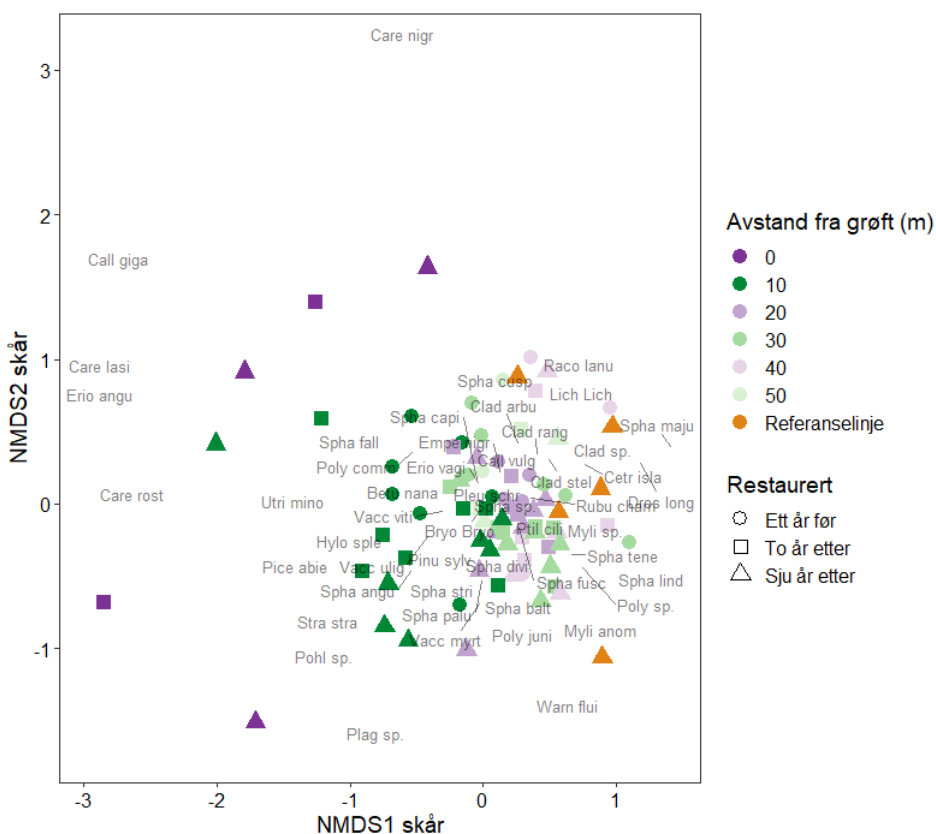
Figur 5. Artslinjene på Kaldvassmyra ligger langs fem transekter, hvorav K5 er referansetransekt. Transekt K1, K2 og K3 krysser den tidligere grøfta og strekker seg inn i mer eller mindre intakt myr, mens transekt K4 ligger fra relativt intakt myr og ender i grøfta. Figuren viser Kaldvassmyra før restaurering (venstre) og etter restaurering (høyre). Figuren er gjengitt fra Kyrkjeide et al. (akseptert) (Foto: ©norgebilder.no, 05.07.2009 (venstre), 02.06.2017 (høyre)).



Figur 6. Grøfta på Kaldvassmyra er fortsatt åpen mellom pluggene. Vannspeilet er høyt og tømmer fra skogen som ble fjernet ligger i grøfta. Det er en del gjengroing i kantene av grøfta, men det er fortsatt svært lite vegetasjon i åpne vannspeil langs den tidligere grøfta. Furua i bildet har dødd som en følge av økt vannstand, og dette gjelder flere trær som etablerte seg i perioden med senket vassnivå. Foto: Magni Olsen Kyrkjeide 14.08.2023.

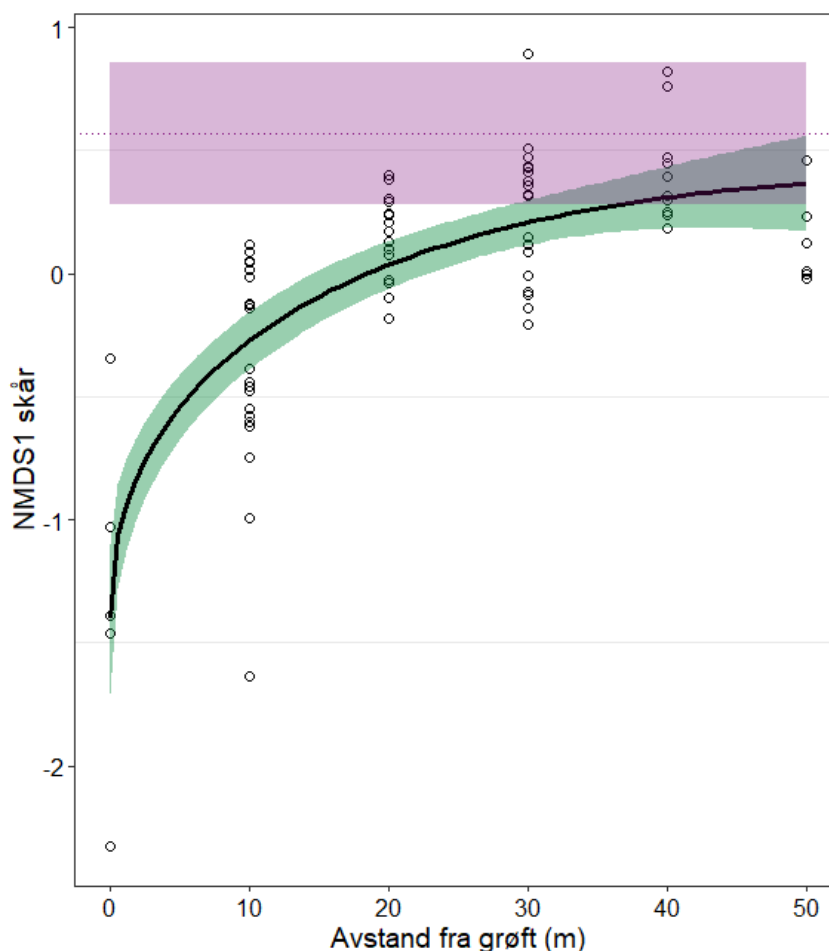
Resultatene fra Kaldvassmyra viser at artslinjene langs referansetransektet (K5) grupperer seg sammen med artslinjene fra de øvrige transektene (**Figur 7**) og at artslinjene som ligger lengst fra grøfta (lyse farger) ligner referansen mest (referanse markert med lilla felt i **Figur 8**). Variasjonen langs den første NMDS-aksen (NMDS1) viser at artssammensetningen i artslinjene som ligger mot venstre består av arter som er noe mer næringskrevende, for eksempel duskmyrull *Eriophorum angustifolium*, flaskestarr *Carex rostrata* og trådstarr *C. lasiocarpa*) (**Figur 7**). Ved restaurering blir torvlaget forstyrret og dette frigir næringsstoffer, noe som forklarer forekomsten av mer næringskrevende arter i nærheten av grøfta etter restaurering. Spredningen av punkter langs NMDS2-aksen gjenspeiler tue-hølje-gradienten på myra, med artslinjer som krysser tuer gruppert øverst i plottet.

Polynomregresjonsmodellene er slik at NMDS-poengskår er responsvariabelen og avstand fra grøft og år etter restaurering er forklaringsvariablene langs transekt K1-K4. Den første modellen var en multiplikativ modell mens den andre var en additiv modell. «Residual sum of squares» (RSS) viser at den multiplikative modellen har lavest verdi (12,48 og 17,068 for henholdsvis NMDS1 og NMDS2, mens RSS verdien av den additive modellen var 12,76 og 17,07). Siden forskjellene i RSS var veldig små valgte vi å beholde den minst kompliserte modellen, den additive. Resultatet fra den additive modellen viser at 63 % av variasjonen langs NMDS1, men bare 20 % av variasjon langs NMDS2, kan forklares av avstand fra grøfta, $p < 0,01$.



Figur 7. Ikke-metriske multidimensjonalt skalert ordinasjonsplott (NMDS-plott) av arter og artslinjene på Kaldvassmyra. Arter vises med tekst og alle artslinjene (fargede punkter) langs transektene K1-K4 (lilla og grønt) vises med avstand til tidligere grøft, referansetransekt K5 (oransje) og tre datainnsamlingsår (symboler).

Den tidligere grøfta har påvirket myra 30-40 meter unna grøfta (**Figur 8**), og resultatene viser at artssammensetningen i denne delen av myra er forskjellig fra referansen sju år etter restaurering.



Figur 8. Polynomregresjon av forholdet mellom NMDS-verdier fra første akse (Figur 7) for artssammensetning av arter fra artslinjer langs transekt K1-K4 og meter fra grøft, konfidensintervall på 95 % er vist i grønt. Den prikkede linja i midten av det lilla feltet viser gjennomsnittlig verdi for artslinjer langs referansetransektet (K5), mens det lilla feltet viser konfidensintervall på 95 %.

3.2 Aurstadmåsan

Feltarbeidet på Aurstadmåsan ble gjennomført 25.07.2023, og totalt ble 25 artslinjer analysert, men dessverre ikke den siste artslinja langs transekt A3. I 2018 ble alle 26 artslinjene analysert. I 2015 ble totalt 25 linjer analysert, men dessverre ikke den siste artslinja langs transekt A2. De fem artslinjene langs transekt A5 er referanse.

Vannstanden ved vårt besøk var relativt høy, og områdene rundt de plugga grøftene er i endring. Flere steder observerte vi furu og bjørk som hadde dødd eller er i ferd med å dø på grunn av økt vannstand, og feltsjiktet var mange steder dominert av kraftige torvulltuer (**Figur 9**). Det kan se ut til at tormosene i større grad er i ferd med å kolonisere de plugga grøftene på Aurstadmåsan enn på Kaldvassmyra (**Figur 10**).



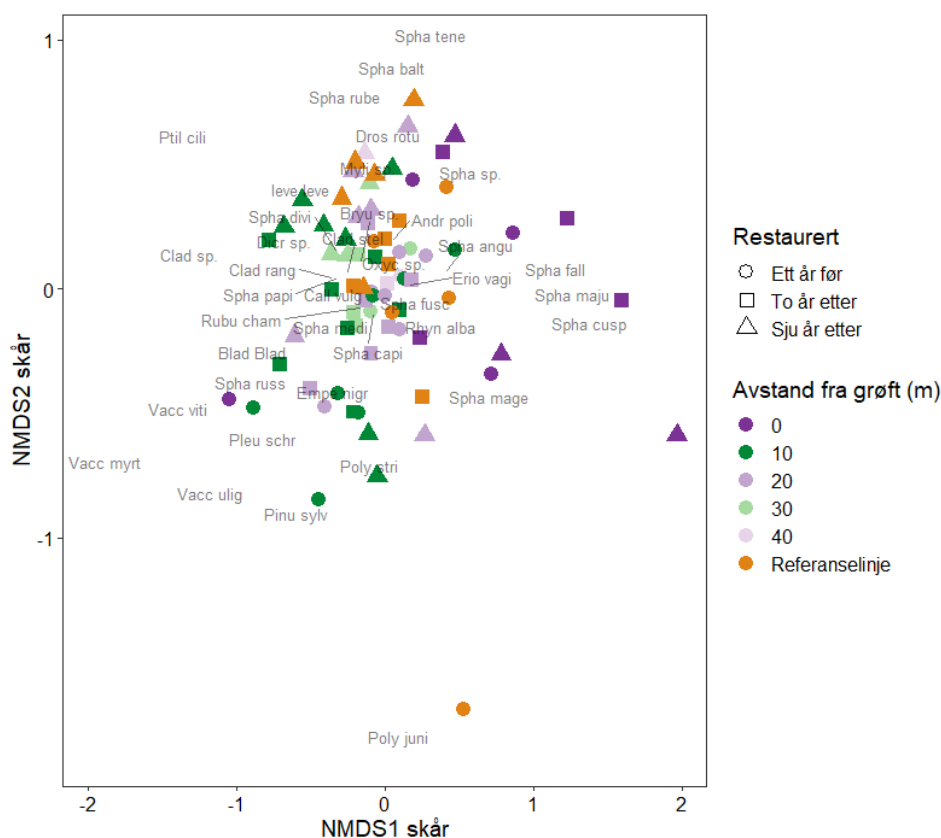
Figur 9. Plugga grøft på Aurstadmåsan. Bjørk og furu nær grøfta er i ferd med å dø eller har dødd, og torvull dominerer i feltsjiktet. Foto: Anders Lyngstad 25.07.2023.



Figur 10. Plugga grøft med kolonisering av torvmoser på Aurstadmåsan. Foto: Anders Lyngstad 25.07.2023.

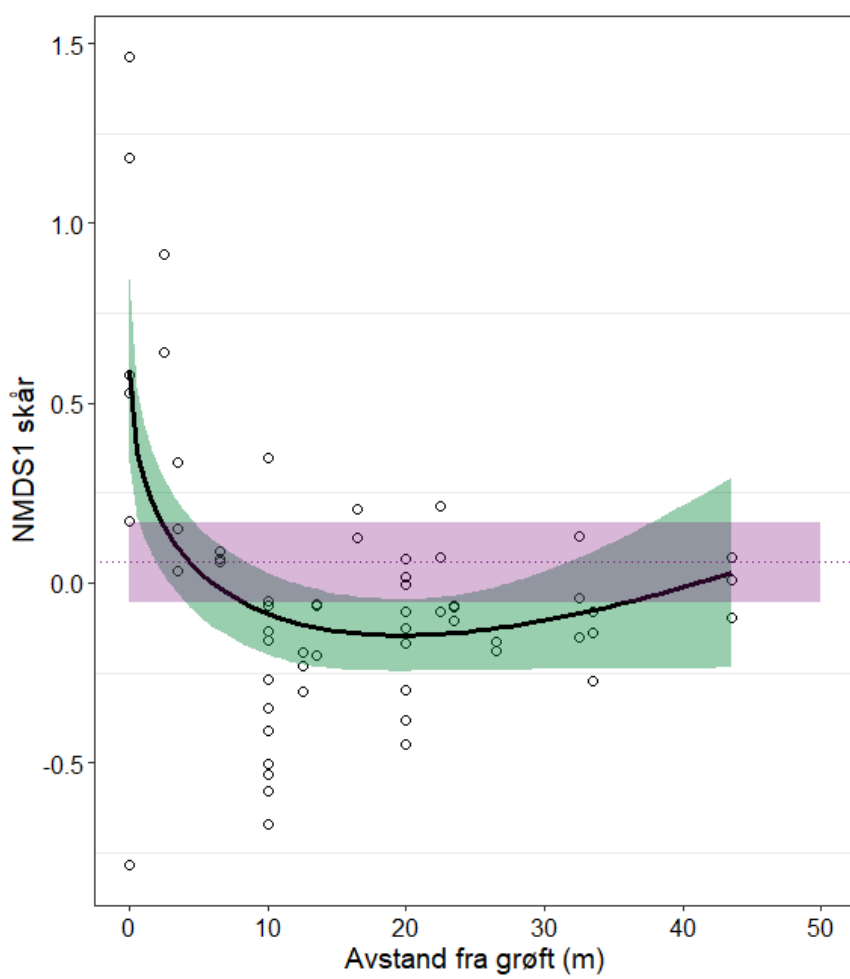
Resultatene fra Aurstadmåsan viser at artslinjene langs referansetransektet (K5) grupperer seg i midten av ordinasjonsplottet sammen med artslinjene fra de øvrige transektene (**Figur 11**) og at artslinjene som ligger lengst fra grøfta (lyse farger) ligner referansen mest (referanse markert med oransje i **Figur 11**). Artslinjer som krysser tidligere grøft ligger lengst til høyre i plottet (mørkelilla) og artslinjer som ligger 10 meter fra tidligere grøft ligger lengst til venstre (mørkegrønn). Variasjonen langs akse NMDS1 (**Figur 11**) viser at artssammensetningen i artslinjene som ligger mot venstre består av typiske myrkantarter som for eksempel blåbær *Vaccinium myrtillus*, tyttebær *Vaccinium vitis-idaea* og blokkebær *Vaccinium uliginosum*. Flere av de tidligere grøftene ligger mot kanten av myra. Artslinjene langs referansetransektet er spredt langs NMDS2-aksen. Denne gjenspeiler tue-hølje-gradienten på myra, arter som er typisk for høljer er gruppert øverst i plottet, som for eksempel dvergtorvmose *Sphagnum tenellum* og svelttorvmose *Sphagnum balticum*, mens arter som er typisk for tuer er gruppert nederst i plottet, som for eksempel filtbjørnemose *Polytrichum strictum* og einerbjørnemose *Polytrichum juniperinum*.

Polynomregresjonsmodellene for Aurstadmåsan er også slik at NMDS-poengskår er responsvariabelen og avstand fra grøft og år etter restaurering er forklaringsvariablene langs transekt A1-A4. Den første modellen var en multiplikativ modell mens den andre var en additiv modell. «Residual sum of squares» (RSS) viser at den multiplikative modellen har lavest verdi (5.93 og 3.62 for henholdsvis NMDS1 og NMDS2, mens RSS verdien av den additive modellen var 6.37 og 3.77). Derfor har vi valgt å beholde den mest kompliserte modellen. Resultatet fra den multiplikative modellen var signifikant ($p < 0.001$) og 35 % av variasjonen langs NMDS1, men bare 13 % av variasjonen langs NMDS2, kan forklares med avstand fra grøfta ($p = 0.005$).



Figur 11. Ikke-metrisk multidimensjonalt skalert ordinasjonsplott (NMDS-plott) av arter og artslinjene på Aurstadmåsan. Arter vises med tekst og artslinjer (fargede punkter) langs transektene A1-A4 (lilla og grønt) vises med avstand til tidligere grøft, artslinjer langs referansetransekt (oransje) og tre datainnsamlingsår (symboler).

Avstand fra grøft har mindre å si for artssammensetninga på Aurstadmåsan enn på Kaldvassmyra, med større variasjon i spredning av artslinjer fra referanse (**Figur 12**). Allikevel er artslinjene lengst fra grøft relativt like referansene. Det var flere grøfter på Aurstadmåsan enn på Kaldvassmyra og det er ikke utenkelig at også referansen (A5) har vært påvirket av inngrep. Artslinjene for referansen endrer seg noe de tre overvåkingsårene (**Figur 11**) og artssammensetningen i 2023 indikerer vegetasjon som vokser i våtere deler av myr. For transekt A3 og A4 er det i dag en utydelig overgang mellom intakt myr og tidligere grøft, og artslinjer nær grøftene kan her ligne referansen i artssammensetning. Pluggene er mer synlige langs transekt A1 og A2. Det kan derfor se ut som restaureringa har hatt stor effekt på artssammensetninga langs A1 og A2, med lengre felter med bar torv (Kyrkjeeide et al. 2018). I 2023 var det imidlertid grønt langs samme transekt (se forsidebilde), med unntak av selve pluggen som antakelig brukes som sti av hjortevilt.



Figur 12. Polynomregresjon av forholdet mellom NMDS-verdier fra første akse (Figur 11) for artssammensetning av arter fra artslinjer langs transekt A1-A4 og meter fra grøft, konfidensintervall på 95 % er vist i grønt. Den stipla linja viser gjennomsnittlig verdi for artslinjer langs referansetransektet (A5) med konfidensintervall på 95 % indikert med det lilla feltet.

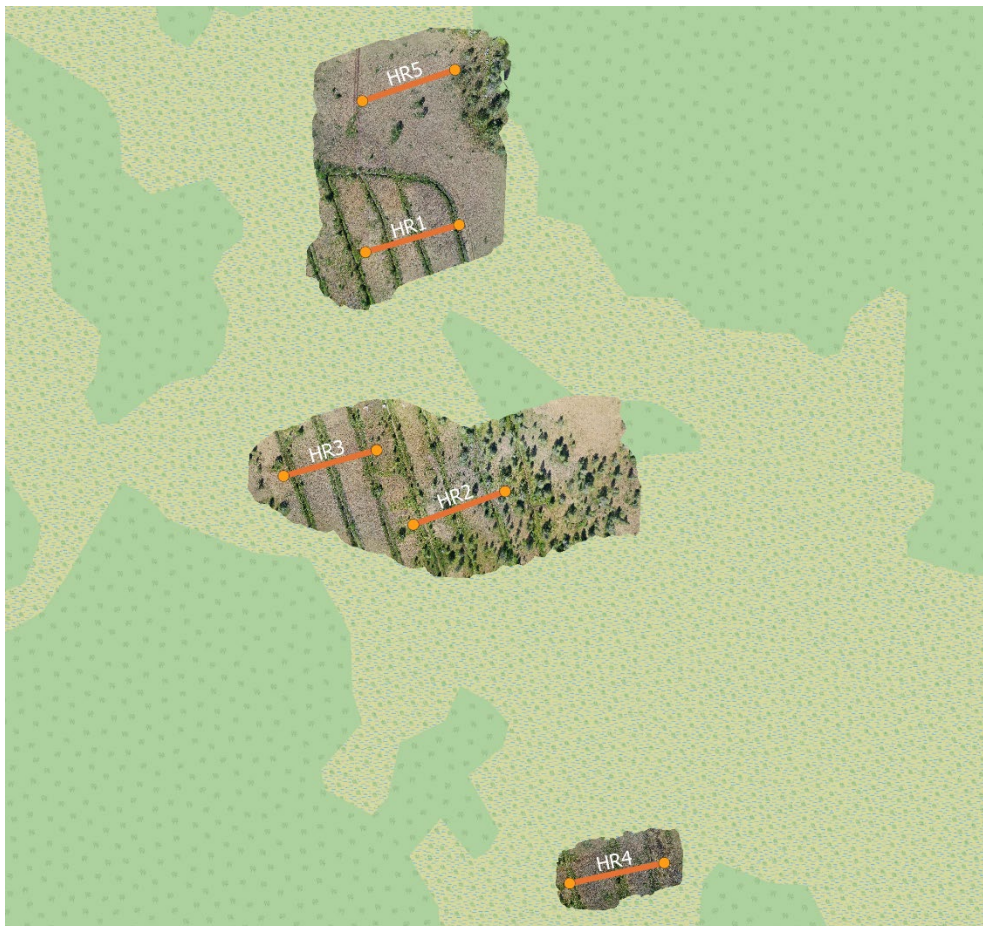
3.3 Hisåsen

Feltarbeidet i Hisåsen ble gjennomført 27.-28.08. Totalt ble 25 artslinjer analysert. Dette tilsvarer alle artslinjene som ble analysert i 2021. Tjue artslinjer er fordelt på fire transekt som krysser tidligere grøfter, mens fem artslinjer ligger langs ett referansetransekt (**Figur 13**).

Grøftene i Hisåsen er plugget med stedegen torv tatt ut ved siden av grøftene. Dette etterlater små dammer med åpent vannspeil. Vegetasjon fra tidligere grøfter og grøfteoppkast er lagt tilbake på toppen av restaurerte grøfter, derfor er grøftene stort sett fullstendig tett (ingen åpne felter) selv om de opprinnelige var dype. Vegetasjonen er ikke heldekkende, men det er lite bar torv og ingen åpne vannspeil i de tidligere grøftene (jf. Kaldvassmyra). Ved vårt besøk hadde det vært tørt i en lengre periode på Østlandet, allikevel hadde dammene etter torvuttak til plugger synlige vannspeil.



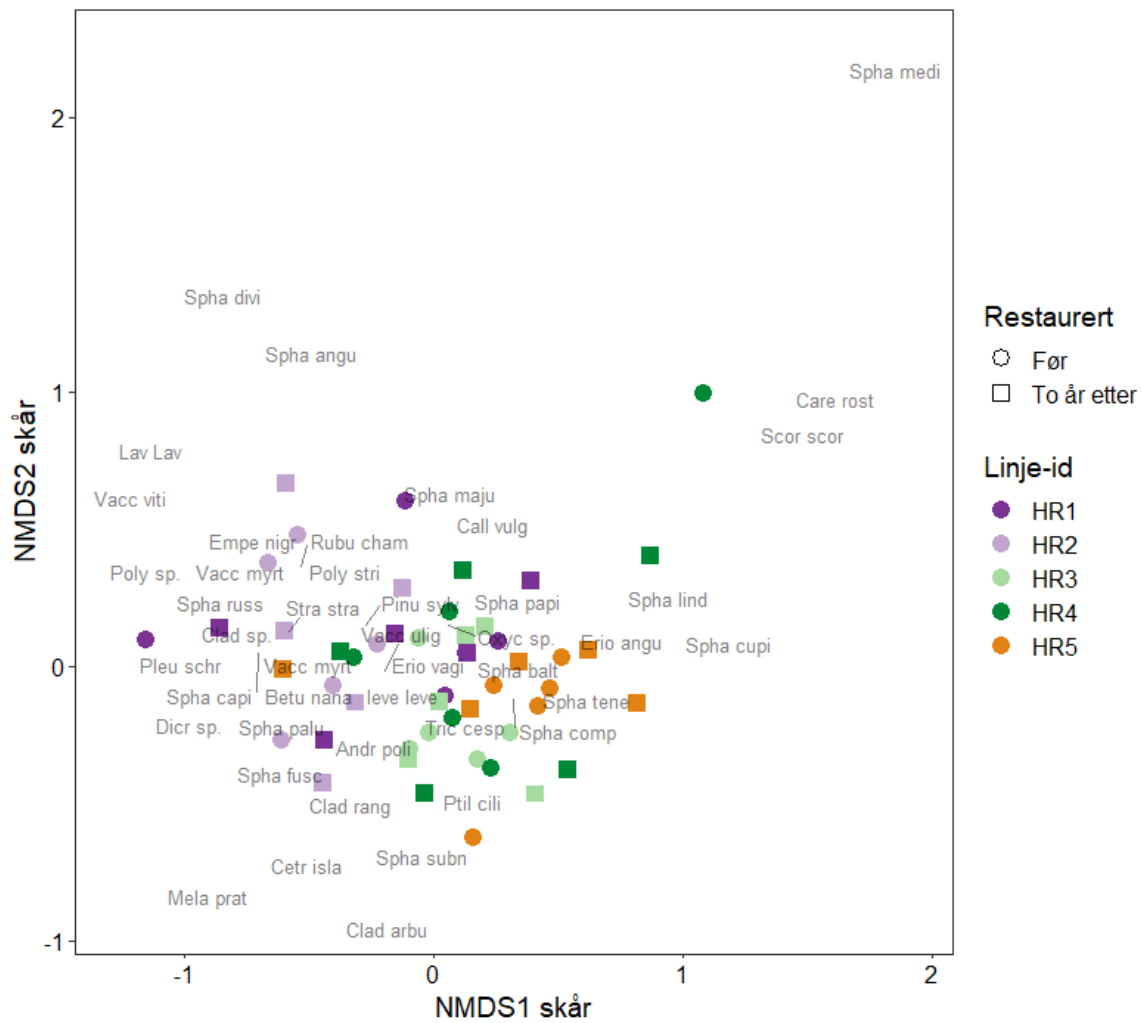
Figur 13. Myr i Hisåsen, Trysil. Denne myra ble restaurert i 2021. Transekt med artslinjer krysser tidligere grøft. Foto: Magni Olsen Kyrkjeeide 27.08.2023.



Figur 14. Dronefoto av transektene i Hisåsen 17.6.2021, før myra ble restaurert høsten 2021. Bakgrunnskart © OpenStreetMap contributors. Figuren er hentet fra Kyrkjeeide et al. 2021.

Resultatene fra Hiåsen viser at alle artslinjene langs HR3 og HR4 ligger nærmere referanselinjene, enn HR1 og HR2 (**Figur 15**). NMDS-plottet viser også at artslinjene er ganske like mellom overvåkingsår. Det er kun gått to år siden restaurering og det er ikke forventet noen store endringer på så kort tid.

Variasjonen langs aksene NMDS1 (**Figur 15**) viser at artssammensetningen til venstre i ordinasjonsplottet består av typiske myrkantararter som for eksempel blåbær *Vaccinium myrtillus*, tyttebær *Vaccinium vitis-idaea*, stormarimjelle *Melampyrum pratense* og abelstorvmose *Sphagnum divinum*, mens artene til høyre er myrflatearter typisk for mykmatter som flaskestarr *Carex rostrata*, stormakkmose *Scorpidium scorpioides* og vasstorvmose *Sphagnum cuspidatum*. Artssammensetningen langs NMDS2-aksen gjenspeiler tue-hølje-gradienten på myra, arter som er typisk for tuer er nederst i plottet, som for eksempel rusttorvmose *Sphagnum fuscum*, bakkefrynse *Ptilidium ciliare* og grå reinlav *Cladonia rangiferina*, mens arter som er typisk for våtere strukturer i myra er gruppert øverst i plottet, som for eksempel vortetorvmose *Sphagnum papillosum* og bjørnetorvmose *S. lindbergii*. Referanselinjene er plassert blant myrflate og høljeartene, noe som er forventet. HR1 og HR2 er dominert av tue- og myrkantararter, mens HR3 og HR4 har artssammensetning som ligner mer på vegetasjon som dominerer på myrflate.



Figur 15. Ikke-metrisk multidimensjonalt skalert ordinasjonsplott (NMDS-plott) av arter og arts-linjene på Hisåsen viser arter med tekst og artslinjer (fargede punkter) fordelt på fem transekter (HR1-HR5) og to datainnsamlingsår (symboler).

4 Diskusjon

Det er utviklet en overvåkingsmetodikk for å evaluere effekt av restaureringstiltak på myr som omfatter dronefoto, myrstruktur og artsfrekvens (Hagen et al. 2015). I overvåkingen i 2023 av Kaldvassmyra, Aurstadmåsan og Hisåsen har vi valgt å kun beholde datainnsamling av artsfrekvens langs artslinjene, da dette datasettet er det som er nyttigst for å vurdere restaurerings-effekten på vegetasjonen (Kyrkjeeide et al. akseptert).

Vi har gjennomført en datavask og lagt inn innsamlede data langs artslinjene i en database. Dette vil sikre dataene ved videre overvåking, analyser og evaluering, og også gjøre dem lettere tilgjengelig for eventuelle forskningsprosjekter på myrrestaurering.

4.1 Evaluering av restaurering

Resultatene fra overvåkingen i 2023 viser at artssammensetninga på både Kaldvassmyra og Aurstadmåsan nærmer seg artssammensetninga langs referansen, særlig langs artslinjene som ligger lengst fra grøft. Dette er som forventet, fordi transektene er trukket langt fra grøfta og, hvis mulig, ut i mer i intakte deler av myra. På Kaldvassmyra er det fortsatt langt igjen før vegetasjonen i og langs kantene av den tidligere grøfta nærmer seg referansen. Her er det fortsatt stort sett åpent med vann, selv om det vokser torvmoser i kanten. Artssammensetningen indikerer arter som er mer næringskrevende, noe som tyder på at restaureringa har frigitt næringsstoffer. Det er allikevel fortsatt typiske myrarter som vokser i grøftekanten. Her kan det spille inn at grøfta ligger i et tidligere dråg, og det vil si at vegetasjonen i utgangspunktet var ulik vegetasjonen på myrflatene. Det betyr at vi ikke nødvendigvis kan forvente at artssammensetninga nær ei plugga grøft skal bli lik den vi finner i referanselinjene, men om den blir mer lik over tid er det en god indikasjon på forbedret økologisk tilstand. Dersom restaureringa har vært vellykket vil også artssammensetninga langs linjene nær grøftene og i grøftene over tid bli mer lik referanselinjene. Det forventes at også artssammensetninga langs artslinjene som krysser grøfter vil bli mer lik referansen etter hvert, men for Kaldvassmyra vil dette antakelig ta lengre tid enn på Aurstadmåsan.

For Hisåsen er det kun to år siden restaurering ble gjennomført. Artssammensetninga i en del artslinjer ligner allikevel på artssammensetninga på intakte deler av myra. Vi forventer at artslinjene som i dag domineres av tue- og myrkantarter etter hvert vil endre seg mot en artssammensetning som gjenspeiler våtere strukturer i myra. I Hisåsen krysser transektene flere grøfter, og alle artslinjer på den grøfta delen av myra ligger derfor nær ei grøft. Langs grøftene i Hisåsen har det ikke vært oppslag av trær som langs grøfta i Kaldvassmyra. Dette kan tyde på at myra har vært relativt våt til tross for grøftene, og det vil si at grøftinga ikke har gitt en like sterk reduksjon i økologisk tilstand her som på Kaldvassmyra. Det kan derfor tenkes at tilstanden på myra i Hisåsen vil forbedres raskere enn det vi ser på for eksempel Kaldvassmyra.

Både på Kaldvassmyra og Aurstadmåsan har vi observert døde trær som en følge av økt vannstand (**Figurer 4, 9 og 16**). Dette er trær som har etablert seg i tiåra etter grøfting, og som har klart seg på grunn av et kunstig lavt vannivå. Det at mange av disse trærne får problemer når vannstanden er tilbake på et naturlig nivå, er et ledd i overgangen tilbake til en mer naturlig vegetasjon.

4.2 Evaluering av overvåkingsmetode

Et av hovedmålene som er satt i handlingsplanen for restaurering av våtmark er å forbedre økologisk tilstand (Miljødirektoratet 2016). For å vurdere om restaurerte myrer har forbedret økologisk tilstand, må de sammenlignes med en referansetilstand. For myr er det nødvendig med intakte hydrologiske forhold, men også vegetasjon som er torvdannende. I Kyrkjeeide et al.

(akseptert) foreslår vi å bruke vegetasjonsindikatorer til å evaluere om tilstanden forbedres. Vi testet dette ved å se på artenes fordeling langs gradienten TV tørrleggingsvarighet (tue-løsbunngradienten) i det generaliserte artsdatasettet fra Natur i Norge (NiN). Responsen hos arter langs denne gradienten er et uttrykk for hvilken avstand til vannspeilet i myra de er tilpasset til. Noen arter klarer seg både i fuktige og tørre forhold, og det vil si at de kan vokse både i tue-, fastmatte- og mykmattervegetasjon. Disse artene har liten verdi som indikatorer på restaurering, der det er effektene av økt vannstand vi er ute etter å måle. Arter som er knytta sterkt til enten tuevegetasjon eller mykmattevegetasjon er derimot potensielt gode indikatorer siden de har en klar tilpasning til enten høy eller lav vannstand. I vårt datamateriale, opparbeidet gjennom overvåkingen av restaurert myr i perioden 2015 til 2021, har vi klart å identifisere arter med høy indikatorverdi både blant tuearter og mykmattearter, mens arter knytta til fastmatte ikke er like godt egnet i denne sammenheng. En endring av artssammensetninga mot mer fuktighetskrevede arter indikerer at restaurering har vært vellykka. Videreutvikling av indikatorer på vellykka restaurering er nødvendig.

Frekvensanalysen som brukes i overvåkinga registrerer tilstedeværelse av arter på spesifikke punkter (der en pinne stikkes ned i torva) langs linjene. Om en art treffer pinnen, registreres den. Metoden samler dermed data om artssammensetning, men den er vist å underestimere forekomsten av sjeldne arter, og er mindre egnet til å overvåke mer sjeldent artsmangfold (Godínez-Alvarez et al. 2009). Det kan derfor være behov for å samle data med tradisjonell ruteanalyse, hvor også prosentvis dekning av arter inngår. Dette vil fange opp et bredere spekter av arter i overvåking av restaureringstiltak, også de sjeldne, og vil gi et bedre datasett med flere indikatorarter.

Videre er ikke frekvensanalyse relevant for å måle mengden av arter, og den måler ikke prosent dekning av arter og vegetasjon. Særlig det siste er relevant for restaurerte myrer med mye bar torv. Et heldekkende bunnsjikt av vegetasjon er nødvendig for å bedre den økologiske tilstanden på lokaliteten, og tilbakeføring av torvmoser vil bidra til å redusere metanutslipp, som ofte følger gjenfukting av myr (Huth et al. 2021, Kox et al. 2021). Av lokalitetene som inngår i overvåkinga er det spesielt Hildremsvatnet som har høy andel av bar torv (Kyrkjeeide et al. 2021, Kyrkjeeide et al. akseptert). Det er viktig å måle om vegetasjonen kommer tilbake spontant for å evaluere om det er nødvendig å sette i gang aktive revegeringstiltak. Data på vegetasjonsdekning vil være nyttige for å dokumentere og kvantifisere hastigheten på revegetering.

Det ble i 2023 ikke samlet data om strukturer langs transektene. Tidligere har det blitt angitt dominerende vegetasjon og myrstruktur hver halvmetre langs transektene. Fra 2015 til 2023 har det vært en del utskifting av feltpersonell, og identifisering av myrstrukturer og hvilken artsgruppe som dominerer er antakelig subjektiv og personavhengig. I tillegg har det vist seg at noen av lokalitetene har gjennomgått såpass store restaureringstiltak at angivelse av myrstrukturer ikke er hensiktsmessig (Hildremsvatnet; Kyrkjeeide et al. 2021). I et kort tidsperspektiv er det heller ikke sannsynlig at strukturene endrer seg fort nok til at dette er observerbart. I intakt myr kan strukturer være stabile og nærmest uforanderlige over mange tiår. Dette ser vi ved å sammenligne nye og gamle flyfoto. Det kan ikke utelukkes at strukturer endrer seg raskere i et forstyrret system, slik som etter restaurering, men hastigheten er begrenset av hastigheten på tilvekst av torv. Vår vurdering er at selv om strukturene representerer et romlig nivå som det vil være av interesse å vurdere i samband med effekter av restaurering, så skjer endringer på en tidsskala som er lite hensiktsmessig for et overvåkingsprogram. Videre vurderer vi at artssammensetninga observert langs artslinjene vil gi nok kunnskap om dominerende arter og artsgrupper, slik at å angi dominerende vegetasjon er overflødig og kostnadsdrivende. Vi har derfor gått bort fra denne datainnsamlingen ved årets feltarbeid.

4.3 Overvåking med fjernmåling

Den opprinnelige metodikken (Hagen et al. 2015) inkluderer dronebilder, og tanken var at data innsamlet fra droner kunne brukes til å oppskalere overvåkinga av restaureringstiltak. Dette er

potensielt effektivt, men det mangler foreløpig bakkesannheter som kan brukes til formålet. Vegetasjonsdataene som blir samlet i prosjektet er ikke egnet til dette, fordi de samles langs transekter. Bakkestuen og Venter (2021) har anbefalt å samle bakkesannheter i 1x1 meters kvadrater. Så langt i overvåkingen av tiltak på myr har det ikke vært rom for å analysere allerede innsamlede dronebilder. Feltinnsamlingen er relativt effektiv, men avhenger av om været er godt nok til å fly. Etter avtale med oppdragsgiver ble dronefotografering derfor ikke inkludert i årets overvåking. Om, og i så fall hvordan, dronebilder kan brukes til overvåking bør evalueres før neste gjentak av overvåkinga.

Fjernmålingsteknikker utvikler seg raskt, og data får stadig høyere oppløsning. For å få god informasjon som kan brukes til å evaluere effekten av tiltak er vi avhengig av at bilder (RGB) blir tatt på godværsdager og med jevne mellomrom omtrentlig hvert femte år. Slike opptak gjøres fra satellitter og fly, og begge disse plattformene kan gi data som er egnet. Enn så lenge har satellittdata dårligere oppløsning enn flybilder, og vi tror det er sistnevnte som fortsatt er best egnet når det er tale om bilder i bandet for synlig lys eller opptak i IR-bandet. Flyfoto med 3D-modeller er velegnet til å oppdage strukturer i myr, og både historiske og nye bilder er tilgjengelige fra Statens kartverk. Vi anbefaler at disse bildene brukes til å overvåke strukturendringer i restaurert myr. Dette vil antakelig gi mer nøyaktige data enn dataene samlet langs transektene tidligere, både fordi de er romlige og fordi de ikke påvirkes av individuelle forskjeller mellom feltpersonell i oppfatninger om hvordan forskjellige myrstrukturer ser ut. Historiske flybilder er vår beste kilde til informasjon om tilstand og endringer i arealbruk tilbake i tid. Det vil være av stor interesse å undersøke om det finnes historiske flybilder fra før grøftingsinngrepene ble gjort på de aktuelle restaureringsobjektene. Hvis slike bilder finnes gir de mulighet for å beskrive situasjonen før inngrep, og denne dimensjonen mangler i dagens overvåkingsprogram. LiDAR kan detektere endringer i vegetasjon, inngrep og myrstrukturer, men er antakelig mindre egnet for å overvåke hydrologiske forhold. Radarmålinger kan på sin side gi informasjon om hydrologi, og satellitter som kan gi radarmålinger kan brukes til å overvåke endringer i hydrologiske forhold over større områder. All bruk av fjernmålingsdata krever godt forarbeid for å finne fram til de best egnede datatypene og plattformene for datainnhenting, samt for å etablere en stabil struktur for innhenting, tolking, lagring og formidling av data.

4.4 Anbefalinger

Fremtidig overvåking bør inkludere analyser av artslinjene, siden disse gir data som er relevant for å vurdere restaureringssuksess og for å sikre kontinuitet i overvåkingsdataene. Datainnsamling langs artslinjer er også en effektiv måte å samle data på. Noen av lokalitetene har lang reisevei, og det bør derfor vurderes om annen datainnsamling kan inkluderes for å øke omfanget av relevante data. Dette gjelder særlig Hildremsvatnet i Trøndelag og Hisåsen i Innlandet. Begge disse lokalitetene har flere myrer som er restaurert, og de er til dels restaurert på ulike måter. I Hildremsvatnet var det svært mye bar torv etter restaurering (Kyrkjeeide et al. 2021) og datainnsamling som viser gjenvokningshastighet vil gi bedre grunnlag for å si noe om restaureringssuksess. Dette vil i klartekst bety dekningsdata samla inn gjennom ruteanalyser, Hisåsen er ett av to områder som er restaurert i Regnåsen og Hisåsen i Trysil. I Hisåsen er det målinger av klimagassflukser som etter hvert vil gi svar på om utslippene går ned etter restaurering. En tettere kobling mellom vegetasjon og klimagassflukser vil gi bedre kunnskap om sammenhengen mellom disse to. Det kan derfor være behov for å utvide datainnsamlingen på vegetasjon som er egnet til formålet. I Trysil er det brukt ulike restaureringsteknikker i ulike år. Dette kan gi ulike utfall i restaureringssuksess og området er derfor egnet for en større overvåking av restaureringstiltak.

På Kaldvassmyra er området langs grøfta fortsatt påverka. Over tid vil nok artssammensetninga her bli mer lik referansen, men i deler av den tidligere grøfta vil det antakelig ta lang tid før det blir vegetasjonsdekke i det hele tatt. For å øke hastigheten på gjenetablering av vegetasjon her kan det være aktuelt å gjøre ekstra tiltak. Dette kan være å tette helt eller delvis med torvmasser mellom pluggene. Dette gjelder både inne på myra der segmentene mellom pluggene er

vannfylte, og i myrkant der det er store svingninger i vannstand og det av og til tørker helt ut mellom pluggene. Torv kan hentes fra f.eks. vegbygging, og bør kjøres ut når det er tele i bakken. Torv som legges ut på is og frossen barmark vil smelte ned i grøfta neste vår, men et slikt tiltak bør følges opp neste feltsesong for å se til at torva fyller grøfta godt. Det bør tilstrebes å få tak i torv som er lik den som er på stedet, f.eks. myrkanttorg i myrkantgrøfter og myrflatetorg i myrflategrofter. Det er også viktig å separere mellom ombrogen og minerogen torv. Overflaten bør revegeteres med torvmosefragmenter. Disse kan samles på stedet og strøs tynt utover overflaten. På Aurstadmåsan kan aktiv revegetering vurderes for åpne dammer (**Figur 16**). Torvmoser samles på stedet og strøs utover overflaten.

For den pågående overvåkingen vil imidlertid slike tiltak i etterkant komplisere tolking av effekter, og det kan langt på veg gjøre overvåkingsinnsatsen bortkastet. Hvis vi bruker Kaldvassmyra som eksempel så gir dagens overvåking et bilde av effektene av å plugge ei enkelt grøft, og med et suksesjonsforløp som er fulgt over seks år. Hvis grøfta her fylles med torv vil det endre suksesjonsforløpet på en ukjent, men sannsynligvis grunnleggende måte, men effektene vil være vanskelige å dokumentere siden de ikke kan skilles fra effektene av restaureringa i 2017. Overvåkinga som er gjort så langt vil, med unntak av før-data, være av liten verdi. Hvis hensynet til dokumentasjon av restaureringseffekter skal gis vekt bør derfor lokaliteter som inngår i overvåkinga i dag ikke restaureres med andre, nye metoder eller tiltak før det har gått nok tid til at effekten av det første tiltaket er godt nok kjent.

Vi anbefaler at overvåkingen oppskaleres (Allan et al. 2023) med et større utvalg av myrer i ulike regioner, og at det i tillegg dekker ulike typer av tiltak som er gjennomført eller som vil gjennomføres på nye lokaliteter i årene som kommer. Dette kan f.eks. gjelde igjenfylling med torv (se forrige avsnitt), eller revegetering. Særlig revegeteringstiltak er vist å redusere antall år det tar før restaurert myr er tilnærmet lik intakt myr og igjen kan levere naturgoder (Allan et al. 2023). Revegetering kan være nødvendig på tidligere restaurerte myrer med mye bar torv og i nye restaureringsprosjekter. Det blir dermed viktig å overvåke denne typen tiltak for å måle effekten. Et annet element som kan være aktuelt er å måle gjenvekst i dammene som etableres når torv hentes ut til plugg (**Figur 16**).

Så langt er det for det meste myrer som ble grøfta med tanke på skogproduksjon som har blitt restaurert, og det er bare denne typen objekter som overvåkes. De fleste overvåkingslokalitetene er hentet blant de første som ble restaurert i Norge, og tre av fem lokaliteter er høgmyrer. Både restaureringsmetodene, utvalget av restaurerte myrtyper og type inngrep varierer mer nå, og det bør vurderes i hvilken grad lokalitetene som overvåkes i dag er representative for bredden av myrrestaureringsprosjekter. Den regionale variasjonen (sone og seksjon) som finnes blant de fem overvåkingslokalitetene er nok ganske representativ for tyngden av restaurerte myrer, men det er for få lokaliteter i datasettet til å kunne regne på effekten av f.eks. oseanitet versus kontinentalitet. Det bør gjøres en vurdering på om og hvordan fjernmåling kan brukes på et større utvalg av lokaliteter for å øke omfanget av overvåkinga.



Figur 16. *Begynnende gjenvoksing i en dam på Aurstadmåsan. Dammen oppstod der det ble henta torv for å plugge ei grøft i nærheten. Foto: Anders Lyngstad 25.07.2023.*

5 Referanser

- Allan, J.M., Guêné-Nanchen, M., Rochefort, L., Douglas, D.J.T. & Axmacher, J.C. 2023. Meta-analysis reveals that enhanced practices accelerate vegetation recovery during peatland restoration. *Restoration Ecology*. doi: 10.1111/rec.14015.
- Artsdatabanken. 2015. Artsnavnebasen. Norsk taksonomisk database. Besøkt på <http://www.artsdatabanken.no/artsnavn/Contentpages/Hjem.aspx> den 25.10.2018.
- Bakkestuen, V. & Venter, Z. 2021. Utvikling av standardiserte bakkesannheter for økosystemer på land. NINA Rapport 1922. Norsk institutt for naturforskning.
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B. & Walker, S. 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48. doi:10.18637/jss.v067.i01.
- Godínez-Alvarez, H., Herrick, J.E., Mattocks, M., Toledo, D. & Van Zee, J. 2009. Comparison of three vegetation monitoring methods: Their relative utility for ecological assessment and monitoring, *Ecological Indicators*, 9: 1001-1008.
- Günther, A., Barthelmes, A., Huth, V., Joosten, H., Jurasinski, G., Koebisch, F. & Couwenberg, J. 2020. Prompt rewetting of drained peatlands reduces climate warming despite methane emissions. *Nature Communications*. 11:1644.
- Hagen, D., Aarrestad, P.A., Kyrkjeeide, M.O., Foldvik, A., Myklebost, H.E., Hofgaard, A., Kvaløy, P., Hamre, Ø. 2015. Etablering av overvåkingsmetodikk for vegetasjon og grunnlagsanalyse før restaureringstiltak på Kaldvassmyra, Aurstadmåsan og Midtjøllmosen. NINA Rapport 1212. Norsk institutt for naturforskning.
- Huth, V., Günther, A., Bartel, A., et al. 2021. The climate benefits of topsoil removal and Sphagnum introduction in raised bog restoration. *Restoration Ecology*.
- Joosten, H., Barthelmes, A., Couwenberg, J., Hassel, K., Moen, A., Tegetmeyer, C. & Lyngstad, A. 2015. Metoder for å beregne endring i klimagassutslipp ved restaurering av myr. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2015-10: 1-83.
- Kox, M.A.R., Smolders, A.J.P., Speth, D.R., Lamers, L.P.M., Op den Camp, H.J.M., Jetten, M.S.M., & van Kessel, M.A.H.J. 2021. A novel laboratory-scale mesocosm setup to study methane emission mitigation by Sphagnum mosses and associated methanotrophs. *Frontiers in Microbiology*. 12: 652486
- Kyrkjeeide, M.O., Lyngstad, A., Hamre, Ø. og Jokerud, M. 2018. Overvåking av restaureringstiltak i myr. Aurstadmåsan, Kaldvassmyra og Hildremsvannet. NINA rapport 1576. Norsk institutt for naturforskning
- Kyrkjeeide, M.O., Lunde, L.M.F., Lyngstad, A. & Molværsmyr, S. 2021. Restaurering av myr. Overvåking av tiltak i 2021. NINA Rapport 2051. Norsk institutt for naturforskning
- Kyrkjeeide, M.O., Jokerud, M., Mehlhoop, A.C., Lunde, L.M.F., Fandrem, M. & Lyngstad, A. Akseptert. Peatland restoration in Norway – evaluation of ongoing monitoring and identification of plant indicators of restoration success. *Nordic Journal of Botany*
- Miljødirektoratet 2016. Plan for restaurering av våtmark i Norge (2016-2020). Rapport M-644.
- Miljødirektoratet 2021. Plan for restaurering av våtmark i Norge (2021-2025). Rapport M-1903.

Roberts, D.W. 2023. labdsv: Ordination and Multivariate Analysis for Ecology. R package version 2.1-0. <https://CRAN.R-project.org/package=labdsv>

Slowikowski, K. 2023. ggrepel: Automatically Position Non-Overlapping Text Labels with 'ggplot2'. R package version 0.9.3. <https://CRAN.R-project.org/package=ggrepel> Wickham, H. 2016. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York.

Wickham, H. & Bryan, J. 2023. readxl: Read Excel Files. R package version 1.4.2. <https://CRAN.R-project.org/package=readxl>

Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L.D., François, R., Golemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T.L., Miller, E., Bache, S.M., Müller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D.P., Spinu, V., Takahashi, K., Vaughan, D., Wilke, C., Woo, K. & Yutani, H. 2019. "Welcome to the tidyverse." *Journal of Open Source Software*, 4(43): 1686. doi: 10.21105/joss.01686 (URL: <https://doi.org/10.21105/joss.01686>).

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.

NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på Ims i Rogaland.

NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426- 5164-8

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger