

Myrrestaurering med bruk av torvmasser fra anlegg

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 1136



Foto: Even Stensrud

Tittel

Myrrestaurering med bruk av torvmasser fra anlegg

Undertittel**Forfatter**

Even Stensrud og Amalie Krogh Klette

Avdeling

Utbyggingsområde sørøst

Seksjon

Prosjekt Buskerud og Akershus

Prosjektnummer

B12056

Rapportnummer

1136

Prosjektleder

Even Stensrud

Godkjent av

Pål-Steinar Karlsen

Emneord

Myr, myrrestaurering, torvmasser, karboninnhold, mellomlagring, tetthetsmåling, vegetasjonskartlegging

Sammendrag

I forbindelse med utbygging av Rv.4 over Lygna ble det gjennomført et forskningsprosjekt hvor myrmasser fra anlegget ble benyttet til å tette grøfter i en drenert myr. Hensikten med prosjektet var å heve vannstanden i myra tilbake til opprinnelig nivå, begrense nedbryting av berørte torvmasser fra veianlegget, og teste ut ulike restaureringsteknikker. Massene ble fraktet ut på myra med beltedumper og lagt ned i grøftene med en bredbeltet gravemaskin. Resultatene så langt viser at grunnvannet er hevet slik at tilførte torvmasser ligger under vann. Dette gir gunstige forhold for retur av opprinnelig toppvegetasjon.

Title**Subtitle****Author**

Even Stensrud og Amalie Krogh Klette

Department

Construction Area Southeastern Norway

Section

Buskerud and Akershus Project

Project number

B12056

Report number

1136

Project manager

Even Stensrud

Approved by

Pål-Steinar Karlsen

Key words**Summary**

Forord

Dette forskningsprosjektet er planlagt og gjennomført i regi av Statens vegvesen (SVV). Brandbu og Tingelstad Almenning er grunneier for det aktuelle arealet og tilkomstveier. Restaureringsarbeidet ble utført av Anlegg Øst Entreprenør AS. Prosjektet er utført i forbindelse med utbedringsprosjektet Rv.4 Almenningsdelet – Lygnebakken hvor det ble gjort kurveutretting i myr. Rapporten er utarbeidet av Even Stensrud (SVV) og Amalie Krog Klette (SVV).

Takk til Suzanne Wien (Statsforvalteren Innlandet) og Kjølvi Falklev (Statens Naturoppsyn) for informasjon, rettleiding og gode tips i forbindelse med prosjektet.

Takk til Odin Olufsen Gundersen (SVV), Sara Kristine Muri Bugge (SVV), og Karina Briskelund for (GEO Bodø) bistand under feltarbeid. Takk til Statens Vegvesens laboratorium i Oslo ved Jan Inge Senneset og Tom-André Kynbråten for hjelp med utprøving av metodikk og laboratorieanalyser. Takk til Lene Sørli Heier (SVV) for innspill og kommentarer til rapporten

Prosjektet er finansiert av Statens vegvesen.

Sammendrag

Veiprosjekter har som prinsipp å unngå bygging i myrområder, ettersom slike inngrep kan ha betydelige miljøkonsekvenser. Likevel oppstår det situasjoner hvor det ikke er mulig å unngå berøring med myr, og i slike tilfeller må det iverksettes kompensierende tiltak. Prosjektet Rv. 4 Almenningsdelet–Lygnebakken har i den forbindelse hatt som mål å restaurere et tidligere drenert myrområde ved å benytte torvmasser fra veianlegget. Det har også vært et mål å bidra til økt kunnskap om restaureringsteknikker, samt å undersøke effekten av slike tiltak på karbonlager og naturmangfold. Som for mange andre myrområder på 40-, 50-, og 60-tallet ble Brumyra grøftet med mål om å øke arealene med produktiv skog. For dette området ble ikke plantingen vellykket og myra fremsto før restaurering som synlig påvirket av drenering. Det ble til sammen restaurert i underkant av 1000 meter av disse grøftene, ved bruk av 800 m³ torvmasser fra anleggsarbeidene på Rv.4. Myrrestaureringen ble gjennomført uten store utfordringer, og arbeidet ble utført med beltedumper og en bredbeltet gravemaskin (figur 1). Ulike restaureringsteknikker ble testet i ulike grøfter og erfaringer så langt viser at restaureringsteknikk påvirker det endelige resultatet.

Foreløpig resultatet fra myrrestaureringen viser at grunnvannstanden i hele myrområdet har steget etter at grøftene ble tettet. Bruk av torvmasser fra veiprosjektet til restaurering istedenfor til deponering og/eller terrengutforming bidrar til en klimagassreduksjon på ca. 250 tonn CO₂e. Måling av glødetap ble brukt som indikator for karboninnhold, og resultatene indikerer at massene har høyt innhold av karbon, både før og etter restaurering. Vegetasjonskartlegging før oppstart viste at vegetasjonen i og rundt grøftene var tydelig påvirket av grøftingen på 60-tallet. Høsten etter restaurering viste en kartlegging en endret artssammensetning rundt grøftene samt stress på arter som trives under våte forhold som for eksempel fjellbjørk. Metanmålinger ble utført før, under og etter restaurering. Metanmålingene kan ikke brukes til å konkludere om hvorvidt metanutslippet har endret seg som følge av restaureringen, men viser større utslipp i tidsrommet hvor myrmassene blir håndtert. Det må foretas jevnlig målinger over lengre tid for å fange opp endring i metanutslipp.

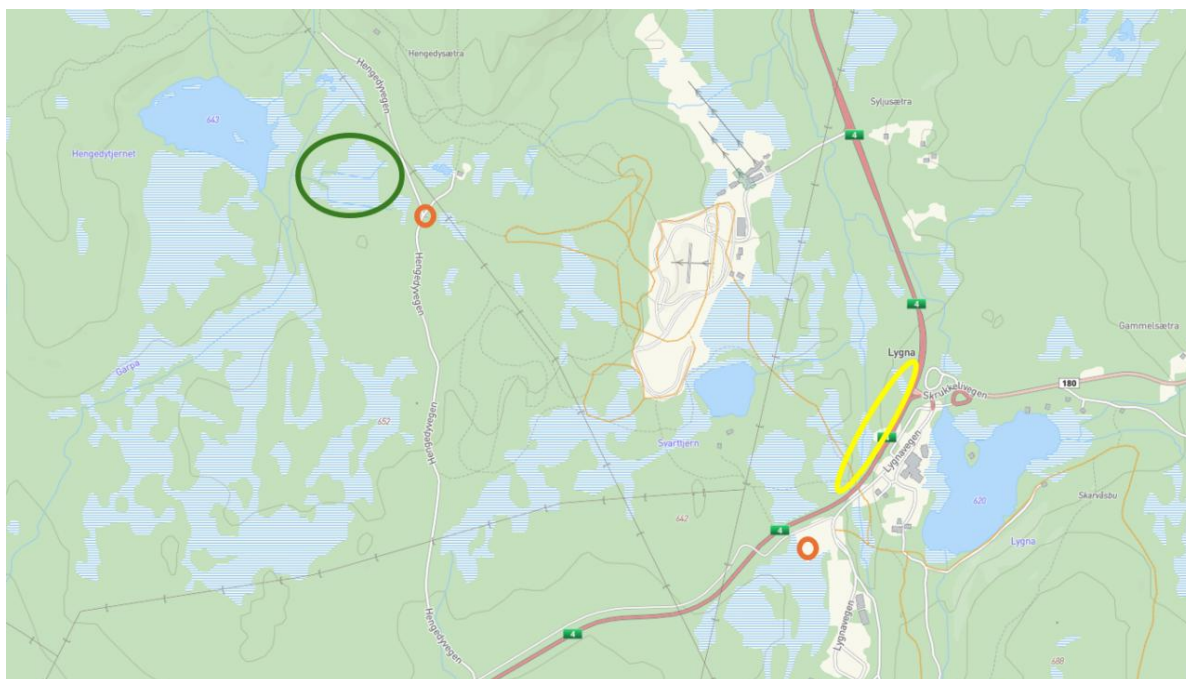
Innhold

Innhold.....	3
1 Områdebeskrivelse og historikk.....	5
2 Hvorfor er myr viktig?	6
3 Metode.....	7
3.1 Før- og etterundersøkelser	7
3.1.1 Vannovervåkning	7
3.1.2 Vegetasjonskartlegging	9
3.1.3 Prøvetaking og analyse av glødetap – indikasjon på karboninnhold.....	9
3.1.4 Metanmålinger	11
4 Planlegging og tilrettelegging	12
4.1 Valg av restaureringslokalitet	12
4.2 Valg av årstid og restaureringsmetode	12
4.3 Kartlegging og rydding av myrområdet.....	13
4.4 Opprustning av skogsvei	14
4.5 Etablering av mellomlager	14
5 Gjennomføring.....	15
5.1 Etablering av tilkomstvei på myr	15
5.2 Fremgangsmåte for myrrestaureringen	16
5.2.1 Tette grøfter mot og med vannstrømmen	17
5.2.2 Utføre arbeidet med og uten skytematter	17
5.2.3 Utføre arbeidet ved å plassere maskin ved eller i grøften.....	18
5.2.4 Tette grøfter med eller uten overhøyde og komprimering.....	19
5.2.5 Utføre arbeidet seksjonsvis eller i hele i grøftens lengde	19
5.2.6 Hvilke fremgangsmåter fungerte best?.....	20
5.3 Kostnader.....	21
6 Resultater	22
6.1 Resultater fra før- og etterundersøkelse	22
6.1.1 Vannovervåkning	22
6.1.2 Vegetasjonskartlegging	24
6.2 Estimert karboninnhold og CO2-utslipp	25
6.2.1 Karbonlager i flyttede torvmasser fra anleggsprosjektet.....	25
6.2.2 Beregning av teoretisk karbonlager	26
6.2.3 Målt karbonlager – basert på målinger i felt	26

6.3	Estimert økt karbonalger i Brumyra som følge av restaureringen.....	27
6.3.1	Høyt glødetapsverdier i Brumyra før restaurering.....	27
6.3.2	Glødetapsverdier i drenert grøft.....	27
6.3.3	Klimagassutslipp fra anleggsmaskiner og lastebiler brukt til myrrestaurering.....	28
6.3.4	Estimerte karbonberegninger for de ulike områdene med myr.....	29
6.3.5	Utfordringer med prøvetaking av torvmasser i restaurert Brumyra	29
6.4	Metan.....	30
7	Oppsummering og konklusjon.....	31
7.1	Har myrrestaureringen fungert?.....	31
7.2	Hva burde vært gjort annerledes?	34
7.3	Nedbryting av torvmasser på mellomager	35
7.4	Videre plan for den restaurerte Brumyra.....	36
8	Referanseliste	36
9	Vedlegg 1.....	37

1 Områdebeskrivelse og historikk

Veiprosjektet Rv.4 Almenningsdelet-Lygnebakken går over Lygna i Gran kommune på Hadeland (figur 2). Strekningen var i utgangspunktet planlagt å gå i delvis ny trase over uberørte myrarealer sør for Lygnasæter. Det ble gjennomført en omregulering i 2022 hvor en av årsakene var å redusere det totale inngrepet i myr. Det nye veiprosjektet la i hovedsak opp til en breddeutvidelse av eksisterende vei, men det ble behov for enkelte linjusteringer for å tilfredsstille dagens krav til kurvatur og stigning. I omreguleringsfasen var inngrep i myr ett viktig tema. Arealinngrepet i myr ble redusert til ett minimum, men noen mindre myrområder kom i konflikt med ny veilinje. Tradisjonelt sett blir myrmasser som blir gravd opp ofte benyttet til terrengarronding og pussing av sidearealer. Disse massene vil da ligge eksponert for oksygen og det organiske materialet vil med tiden brytes ned og karbonet omdannes til CO₂. For å redusere veiprosjektets totale klimagassavtrykk ble alternativ bruk av myrmassene vurdert, og myrrestaurering ble foreslått som et aktuelt tiltak.



Figur 2: Kart viser anleggsområde (gul sirkel) og området for restaurert myr (grønn sirkel). Kilde: Norkart

Forslaget om myrrestaurering ble diskutert med Statsforvalteren i Innlandet før det ble opprettet kontakt med grunneieren i området. Etter samtaler med grunneier Brandbu og Tingelstad Almenning og søk i kart ble det avdekket flere aktuelle områder. Etter en befaring og videre diskusjon med Statsforvalter og grunneier ble Brumyra valgt som det mest egnede stedet for prosjektet. Det ble tildelt interne forsknings- og utviklingsmidler i Statens vegvesen i 2022 og forundersøkelser ble igangsatt. Brumyra ble drenert tidlig på 60-tallet ved at det ble grøftet ett større areal (figur 3 og 4). Hensikten med grøftingen var et ønske om å utvide eksisterende skogsarealer. Skogplantingen har ikke vært spesielt suksessfull og området fremsto lite egnet for skogsdrift.

Brumyra som lokasjon for restaurering ble valgt på grunn av:

- Kort avstand fra restaureringsområdet til skogsvei (120m)
- Kort avstand fra restaureringsområdet til veiprosjektet (under 3 km)
- Plass til mellomlager av masser i nærheten av restaureringsområdet
- Tydelige tegn på at myra er påvirket av dreneringen, tydelige grøfter og lite suksessfull skogplantning.



Figur 3: Satellittbilde av Brumyra fra 1966. Kort tid etter at området ble grøftet. Kilde: Norkart

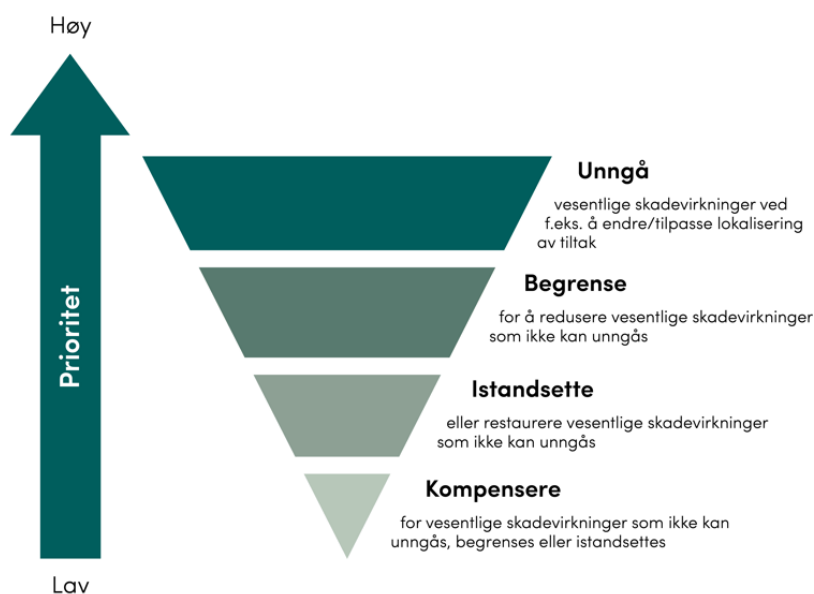


Figur 4: Satellittbilde av Brumyra fra 2021 før oppstart av myrrestaurering. Kilde: Norkart

2 Hvorfor er myr viktig?

Myr utgjør et viktig økosystem for både naturmangfold og karbonlagring. Myrområder er på grunn av deres sure, oksygenfattige miljø hjem til en rekke spesialiserte og rødlistede arter, først og fremst innen torvmoser, karplanter og insekter. I tillegg bidrar myr til økt vannkvalitet, er flomdempende og har en tørkestabiliserende effekt. Det oksygenfattige miljøet bidrar til bevaring av karbon ved å samle opp dødt plantematerialer som har blitt lagret over mange tusen år. For å lese mer om myras økologi, flora og karbonlagring vises det til Statens vegvesens rapport «Når vegen berører myra» (2015).

Tiltakshierarkiet (figur 5) ([Tiltakshierarkiet: Unngå negative virkninger for miljøet - miljodirektoratet.no](https://miljodirektoratet.no)) skal legges til grunn ved all arealplanlegging, og ved bygging av veg skal hensynet til myr ivaretas under planlegging og utbygging. Hvis det ikke er mulig å unngå skal det settes inn avbøtende og/eller restaurerende tiltak (Aker & Marte, 2015).



Figur 5: Tiltakshierarkiet. Kilde: Miljødirektoratet

Stortinget vedtok 21.juni 2024 et anmodningsvedtak til gjeldende statsbudsjett om forbud mot nedbygging av myr (Klima- og miljødepartementet, u.d.). Dette forbudet vil kunne medføre strengere krav til kartlegging av myr, samt strengere krav til at myrmasser som må fjernes skal brukes til restaurering. Økt kunnskap om hvordan gjennomføre en restaurering på best mulig måte er derfor svært viktig

3 Metode

3.1 Før- og etterundersøkelser

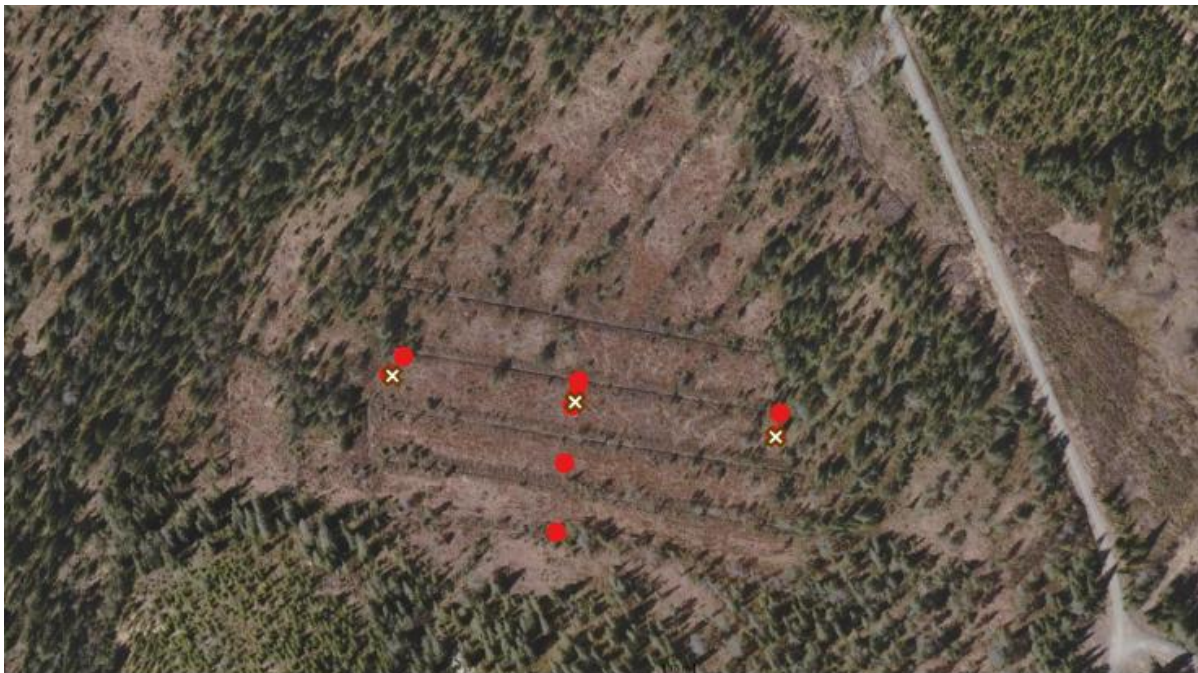
3.1.1 Vannovervåkning

Den viktigste parameteren for å dokumentere effekten av restaureringen er måling av grunnvannsnivå. Grunnvannstand er avgjørende for å hindre tilgang på oksygen og nedbryting av organisk materiale. For å få oversikt over grunnvannsstand før og etter tiltaket ble det satt ned tre grunnvannsbrønner med automatisk logging (figur 6 og 7). Disse ble plassert øverst, i midten og nederst i myra. Det ble benyttet vannloggere fra to ulike produsenter. HOB0 MX ble satt ned ved oppstart (08.10.22). Disse viste seg å ha ulike driftsutfordringer med blant annet is og lave temperaturer og ble 27.05.24 byttet ut med vannloggere fra Seametrics som har fungert uten opphold. HOB0 målerne benyttet HOB0connect avlesningsprogram og for Seametrics er Aqua4Plus 2.2 benyttet.



Figur 6: Plassering av grunnvannsbrønn i Brumyra. Foto: Even Stensrud

Etter restaurering ble det i tillegg montert til sammen 12 manuelle grunnvannsbrønner i de fire grøftene. Hensikten var å måle hvor fort grunnvannet steg i de ulike grøftene med tilførte myrmasser, og om grunnvannstand varierte med avstand fra grøftekant. De manuelle brønnene ble målt inn med pipesnelle eller tomrestokk. Alle brønnene består av 50 mm perforerte avløpsrør med lengde på 100 cm og tettet med lokk både i topp og bunn. Brønnene med automatiske loggere er skjettet og presset ned til sandlaget i bunnen på myra. De resterende brønnene er satt med bunn 80 cm under terreng.



Figur 7: Røde punkter er prøvepunkter for karbonmålinger. Hvite stjerner er plassering av automatiske grunnvannsbrønner.

3.1.2 Vegetasjonskartlegging

I forkant av myrrestaureringen ble det gjennomført en vegetasjonskartlegging av NIBIO v/Jørn-Frode Nordbakken. Resultatene er beskrevet i rapporten *Vegetasjon på Brumyra ved Lygna før restaurering – og litt om forventede endringer* (Nordbakken, 2024). Hensikten med kartleggingen var å fastslå tilstanden til Brumyra før restaureringen ble gjennomført (før-tilstanden). For å dokumentere vegetasjonsendringer som følge av restaureringen, vil det bli gjennomført en ny kartlegging for å dokumentere etter-situasjonen. Selve resultatet fra vegetasjonskartleggingen er beskrevet i resultatkapittelet. Til undersøkelsen på Brumyra ble det benyttet en forenklet versjon av metodikken NINA utviklet til vegetasjonsovervåking etter myrrestaurering. Metoden innebærer kartlegging av vegetasjon og arter langs tre 30 meter linjetransekt. Vegetasjonsdata ble samlet i to serier: en serie for markslag og en for arter. Det ble også benyttet flyfoto for å si noe om gjengroingen av myrområdet etter grøftingen på 60-tallet.

3.1.3 Prøvetaking og analyse av glødetap – indikasjon på karboninnhold

Før oppstart ble det tatt opp torvprøver fra 9 ulike prøvepunkter på Brumyra. Prøvepunktene var spredd utover myra og med ulik avstand fra de etablerte grøftene (figur 7). I tillegg ble det tatt prøver i to referansemyrer; Hengedymyra og Rastemyra. Det ble tatt prøver av torven som skulle flyttes både urørt og etter den var lagt på mellomlager.

Torvprøvene ble i all hovedsak tatt med myrkannebor (figur 8), men prøvene fra mellomlageret ble tatt ut med spade 20 cm under overflaten. Det ble tatt opp ca. en halv kg som ble pakket i plastposer og oppbevart tørt og kjølig frem til analyse.



Figur 8: Prøvetaking med myrkannebor av torv fra myr. Foto: Amalie Krog Klette

I forbindelse med prosjektet ble det utviklet et redskap for måling av tetthet, videre omtalt som tetthetsmåler. Tetthetsmåleren er en sylinder med en skarp og en tett ende (figur 9). Torvprøven ble tatt ut ved å skru tetthetsmåleren inn i torven ved hjelp av en drill. Hensikten var å kunne ta ut en tilnærmet uforstyrret torvprøve som var nøyaktig en liter og dermed bruke vekten av den tørkede torvprøven til å beregne torvtettheten ved gitt dybde og sted.



Figur 9: Tetthetsmålere utviklet for prosjektet på hhv. 1 og 2 liter. Foto: Pål Magnus Lunner

Bestemmelse av organiske innhold i jord utføres i all hovedsak enten som måling av totalt organisk karbon (TOC) eller måling av glødetap som angir totalinnholdet av det organiske innholdet.

Bestemmelse av glødetap ble utført ved at tørket materiale (nøyaktig, ca 10 gram) ble plassert i 480 grader i 24 timer i en glødeovn. Metoden er basert på R210 218 (*“humusinnhold ved gløding”*). Prøven ble veid før og etter gløding, og massetapet etter gløding ble angitt som prøvens organiske innhold.

TOC (Totalt organisk karbon) angir mengden karbon som er bundet i det organiske materialet. TOC - analysene ble utført hos et eksternt laboratorium og fastslår hvilken prosentandel innholdet av karbon er i den gitte massen.

Glødetap er alltid høyere enn TOC fordi det måler totalt organisk materiale, ikke bare karbon. For å estimere mengden karbon må glødetap derfor omregnes til TOC ved bruk av et forholdstall. For å etterprøve allerede utregnet forhåndstall mellom glødetap og TOC slik at fremtidige prøver kun ble analysert ved eget laboratorium, ble de første prøvene som ble innhentet delt i to. En del ble sendt til Statens Vegvesens eget laboratorium for glødetapsanalyser og den andre delen ble sendt til et akkreditert laboratorium for TOC-analyse

For å beregne karbonlageret i myr, le følgende formel benyttet (Grønlund, et al., 2010):

$$C_{lager} = Volum \times Volumvekt \times C_{konsentrasjon}$$

For å beregne potensielt CO₂-utslipp benyttes en omregningsfaktor på 3,67. Dette er forholdstallet mellom vekten på et CO₂-molekyl og et C-molekyl. CO₂-utslipp oppgis i enheten CO₂-ekvivalent (CO₂e).

De fleste studier tar utgangspunkt i teoretiske verdier for tetthet av torv. Tetthet er delt inn etter tre klasser av omdanningsgrad (liten, middels og sterkt omdannet torv), se tabell 1 (Grønlund, et al., 2010) For omregning av glødetapsverdier til mengde karbon (TOC) må det benyttes en omregningsfaktor, i litteraturen er det oppgitt at 0,5 bør brukes for jord med høyt organisk innhold

(Pribly, 2010) og 0,58 for mineralsk jord (van Bemmelen faktor). Prøvene tatt i dette prosjektet hvor det er gjort både TOC og glødetapsmålinger viser at omregningsfaktoren ligger mellom 0,56-0,58 (se vedlegg 1). Det er derfor benyttet en omregningsfaktor på 0,56 i beregningene i denne rapporten.

Tabell 1: Tetthet gitt av omdanningsgrad til torv (Grønlund, et al., 2010).

Omdanningsgrad	Tetthet (kg/liter)
Lite omdannet torv	0,068
Middels omdannet torv	0,085
Sterkt omdannet torv	0,15
Myr (ikke egnet til dyrking eller skogsreising)	0,085

Det er flere antagelser som har blitt lagt til grunn for beregningene:

- Alt karbonet i torvmassene omdannes til CO₂
- Metangass- og lystgassutslipp er ikke medregnet
- Påvirkning på omkringliggende torvmasser er ikke hensyntatt
- Beregninger i resultatet er gjort med både teoretisk og faktisk målt tetthet

3.1.4 Metanmålinger

For å undersøke om det var forskjell i metangassutslipp på Brumyra før og etter restaureringen, ble det foretatt målinger av metangass ved bruk av 1 håndholdt metanmåler av typen Sensit PMD, som detekterer lave metankonsentrasjoner ned til 0,1 ppm og opp til 100% metan. Detektoren har en feilmargin på inntil 10% ved lave verdier. Til instrumentet ble det festets en lengre stang med en beskyttende kopp i enden, som gjør målingene enklere, og det kan måles mer presist på ønskede punkter. Det ble målt inn 20 målepunkter på Brumyra og 2 referansepunkter på Hengedymyra. Det ble gjennomført gjentatte målinger gjennom sommerhalvåret både før og etter restaurering.



Figur 10: Målepunkter for metan i referansemыр (punkt 21-22), drenert mыр (punkt 1-20) og mellomager (punkt M1-M2). Kilde: Norkart.

4 Planlegging og tilrettelegging

4.1 Valg av restaureringslokalitet

I samarbeid med grunneier Brandbu og Tingelstad Almenning (BTA) ble Brumyra valgt som det best egnede området for myrrestaureringen. Området ble valgt både med tanke på enkel tilgang da den ligger i nærheten av skogsvei og ikke langt fra anleggsområde, men også den lave graden av gjengroing. Det ble plantet gran på det grøftede arealet på 60-tallet, dette var imidlertid ikke vellykket, og få av plantene hadde overlevd. Restaurering ville heller ikke være til hinder hverken for grunneier eller andre interessenter. Myrområdet var lite gjengrodd, hadde dype og rette grøfter, svak helling og oversiktlig tilførsel av vann.

Etter at Brumyra ble valgt som det best egnede myrområdet for restaurering, ble det gjennomført befaringer med fagspesialister fra Statsforvalteren Innlandet og Statens Naturoppsyn. De har stor erfaring med myrrestaurering og bidro med gode innspill i planleggingsfasen.

4.2 Valg av årstid og restaureringsmetode

Hvilken årstid myrmassene skulle flyttes ut på myra, og hvilken metode som skulle benyttes, ble diskutert i flere omganger. Et av alternativene var å kjøre myrmassene ut på vinteren på frossen myr. Dette innebar å fjerne snø på arealet inntil telen hadde gått tilstrekkelig langt nok ned, for deretter å kjøre myrmassene ut og lagre de i hauger nær grøftene. Massene kunne da mellomlagres til våren og tettingen av grøftene med myrmasser kunne gjøres med kun en bredbeltet gravemaskin. Denne metoden vil begrense kjøring på myra og fjerne behovet for å frakte massene ut på fuktig myr med beltedumper. Erfaringer fra andre byggeprosjekter hvor vi har jobbet med frosne torvmasser har vist utfordringer med logistikken med brøyting og at det er risiko for å uansett ødelegge vegetasjonsdekket. Det har også vært utfordring med at fult frosne torvmasser tiner svært sent og er vanskelig å håndtere. Dette, samt usikkerheten rundt mengde nødvendige myrmasser gjorde at dette alternativet ble forkastet. Det ble derfor valgt å gjennomføre hele prosjektet på høsten.

I samråd med entreprenøren ble det valgt å benytte en 15 tonns gravemaskin med brede belter (90 cm) (figur 12), en beltedumper på 17 tonn med 75 cm belter og med en lastevekt på 1300 kg (figur 11). Det ble benyttet en Volvo 110 hjullaster til å laste massene opp i beltedumperen på mellomlager (figur 13).



Figur 11: Beltedumper (17 tonn). Foto: Even Stensrud



Figur 12 og 13: Gravemaskin (15 tonn) og Hjullaster Volvo 110 i arbeid. Foto: Even Stensrud

4.3 Kartlegging og rydding av myrområdet

Etter valg av område og metode for restaureringen startet arbeidet med å kartlegge myra. Grunnvannsbrønner ble etablert og det ble tatt torvprøver. Grunneier tok på seg jobben med å rydde myra for trær. Det var begrenset tilvekst på myra, men det var noen trær av enn viss størrelse som ble hugget langs grøftene. Dette var i all hovedsak fjellbjørk, men også noe furu og gran (figur 14). Det ble hugget noen større trær i forbindelse med etablering av en rett tilkomstvei ned til myren.



Figur 14: Brumyra før restaurering. Foto: Even Stensrud

4.4 Opprustning av skogsvei

Som en del av avtalen med BTA, ble Hengedyveien fra Rv.4 og opp til mellomlager rustet opp sommeren 2024 for å tåle belastningen med flytting av torvmasser med lastebiler. Dette innebar påføring av grus og høvling. Etter endt arbeid ble veien på ny rustet opp med samme tiltak.

4.5 Etablering av mellomlager

Det ble frigjort arealer i forbindelse med krysset øverst i Hengedyveien og dette ble benyttet som mellomlager for myrmassene (figur 15). Myrmassene ble kjørt opp med tippbiler og lagt ut i to store hauger. For å undersøke hvordan torvmasser ble påvirket av å ligge på mellomlager, ble 300 m³ myrmasser kjørt opp på mellomlager i slutten av juni 2024. Det ble tatt gjentatte torvprøver for å se på glødetapsverdier over tid. Disse massene lå på mellomlager i ca. 3 mnd. De lå i skyggen og uten tildekking.



Figur 15: Torvmasser plassert på mellomlager, rett ved innkjøringen til myrområdet. Foto: Even Stensrud

5 Gjennomføring

Restaureringen av Brumyra ble gjennomført på 12 lange arbeidsdager, i tidsrommet 30.september til 17.oktober. 2024. Arbeidet gikk over tre uker med 4 dagers arbeidsuke.

5.1 Etablering av tilkomstvei på myr

Arbeidet startet med å legge alt hogstavfall fra innkjøringsveien som grunnforsterkning ned til myrområdet i håp om at dette vil bære dumperen og redusere slitasje på toppvegetasjonen. Dette viste seg raskt å ikke være tilstrekkelig og skytematter ble lagt med overlapp hele veien ned (figur 16). Dette bar heller ikke alle lassene og myren ble komprimert i hjulsporene og topptorven stedvis fullstendig ødelagt. Tilkomsstveien ble restaurert i sin helhet etter endt arbeid.



Figur 16: Bilde viser tilkomstveien på myren, hvor det ble lagt ut skytematter. Foto: Even Stensrud

5.2 Fremgangsmåte for myrrestaureringen

På tidspunktet for restaureringen fantes det lite tilgjengelig dokumentasjon på myrrestaurering ved bruk av tilkjørte masser. Det ble derfor besluttet å teste ulike fremgangsmåter for å tette grøftene. De ulike fremgangsmåtene er diskutert i avsnittet under. Felles for alle grøftene var at toppvegetasjonen først forsiktig ble tatt av. Deretter ble grøftene rensset for å fjerne alle naturlige vannkanaler. Videre ble torvmasser og eventuelt hogstavfall lagt ned i grøftene før toppvegetasjonen ble lagt tilbake så skånsomt som mulig.



Figur 17: Grøftene er nummerert, blå piler viser vannretning. Foto: Google maps, redigert i power point.

Gjennom hele prosjektet var det et mål å redusere den totale forstyrrelsen på arealet til et minimum. Det ble derfor forsøkt ulike alternativer for å gjennomføre selve tettearbeidet med tanke på tilkomst. Flere fremgangsmåter for tetting av grøftene ble testet, blant annet:

5.2.1 Tette grøfter mot og med vannstrømmen

Torvmassene ble lagt ned i grøftene både i samme retning som vannstrømmen og mot vannstrømmen. Det var mest hensiktsmessig å fylle grøftene med vannstrømmen slik at man i størst mulig grad jobbet tørt. Dette var spesielt tydelig i perioder med mye nedbør (figur 18).



Figur 18: Mye nedbør under restaurering av en av grøftene. Foto: Even Stensrud.

5.2.2 Utføre arbeidet med og uten skytematter

En bredbeltet gravemaskin bærer godt og gjør minimal skade på vegetasjonen ved kjøring, men ved gjentatt kjøring i samme trase eller gjentatte arbeidsoperasjoner på samme sted ble det skader på toppvegetasjonen. Det viste seg hensiktsmessig å benytte skytematter på steder med gjentatt kjøring eller hvor det ble utført arbeid stående på samme sted (figur 19 og 20). Gravemaskinen jobbet mye med full skuffe, noe som gir ekstravekt og ekstra bevegelse. Beltedumperen hadde smalere belter og vesentlig større vekt med last. Beltene skjærer gjennom vegetasjonsdekket ved gjentatt kjøring. Det viste seg at det var helt nødvendig med forsterkning med skytematter. Skytemattene reduserte faren for å synke ned, velte eller sette seg fast.



Figur 19 og 20: Skytematter i grøft og grunnforsterkning med skytematter. Foto: Even Stensrud

5.2.3 Utføre arbeidet ved å plassere maskin ved eller i grøften

For å minimere påvirkningen på intakt toppvegetasjon, ble det forsøkt å gjennomføre alt restaureringsarbeidet ved å kun kjøre i selve grøften. Ved å kjøre med ett belte på hver side av eksisterende grøft var tanken at det totale inngrepet ble ett minst mulig. Dette viste seg å være utfordrende av flere grunner. Grøftkantene var ikke stabile nok og det oppsto en fare for å skli og velte. Det ble også raskt mye vann i arbeidsområdet som kompliserte tettingen. Logistikken var også en utfordring med tanke plass for tilkjørte masser, avtatt toppvegetasjon og hogstavfall. Alle disse faktorene påvirket fremdriften.

Disse utfordringen gjorde at det ble forsøkt å gjennomføre restaureringsarbeidene ved å kjøre maskinene på siden av grøften (figur 21). Det ble laget en kjørevei parallelt med grøften av skytematter og alle arbeidene ble gjort fra siden. Totalt sett ble nok ett noe større areal påvirket ved å gjennomføre det på denne måten, men sluttresultatet ble bedre og det tok kortere tid. Det viste seg at toppvegetasjonen under skytemattene var lite ødelagt, men de var delvis tilslammet av bløte myrmasser fra belter og overvann.



Figur 21: Plassering av bredbeltet gravemaskin på siden av grøften. Foto: Even Stensrud.

5.2.4 Tette grøfter med eller uten overhøyde og komprimering

Det var i forkant en viss bekymring for at massene som ble tilført i grøftene ville komprimere, og sette seg slik at man ville få ett søkk i hver grøft med tiden. En av grøftene ble derfor bygget med 20 cm overhøyde for å undersøke dette. Av samme grunn ble det forsøkt å komprimere massene med gravemaskinskuffen etter at massene var lagt ned i en av grøftene. Erfaringene så langt er at massene ikke har sunket sammen noe, og at fyllingene ligger på samme høyde. Både massene som ble forsøkt komprimert ekstra og grøftene som ble fylt uten ekstra komprimering ligger fortsatt på samme nivå. Det kan virke som at håndteringen av massen gjør at den ikke har mer komprimeringspotensiale. Det er derfor ikke nødvendig å hverken bygge med overhøyde eller å fysisk komprimere massene i grøften med gravemaskinskuffen.

5.2.5 Utføre arbeidet seksjonsvis eller i hele i grøftens lengde

De ble forsøkt å gjøre en og en arbeidsoperasjon i hele grøftens lengde (figur 22 og 23). Som for eksempel å ta av toppvegetasjonen og rense grøftene hele veien før man fylte grøftene med torvmasser på vei tilbake. Det ble også forsøkt å ta alle arbeidsoperasjonene samtidig og gjøre seg ferdig før man flyttet seg videre.



Figur 22 og 23: Bilder fra grøfter hvor en og en arbeidsoperasjon ble utført i hele grøftens lengde. Foto: Even Stensrud.

5.2.6 Hvilke fremgangsmåter fungerte best?

Erfaringene fra de ulike fremgangsmåtene viser at massene foreløpig ikke har blitt komprimert. Det var mest hensiktsmessig å tette grøftene med vannstrømmen, spesielt i perioder med nedbør. Å ta alle arbeidsoperasjonene seksjonsvis var mest effektivt og ga det beste resultatet. Selv med en bredbeltet gravemaskin viste det seg at skytematter var skånsomt mot vegetasjonen siden det blir noe bevegelse på maskinen under arbeidet. Å utføre alt arbeidet med gravemaskinen på siden av grøften viste seg også å være den beste måten fordi det ga minst flytting og minst skader på toppvegetasjonen. Dette var også en sikrere fremgangsmåte da grøftekantene kan være noe ustabile å kjøre på.

5.3 Kostnader

For gjennomføring av restaureringen, inklusiv kartlegging og arbeidstimer, utgjør den totale kostnaden 1 534 000 kr (tabell 1). Dette ble gjennomført som et FoU-prosjekt og kostnadene er i stor grad dekket av interne forskningsmidler i Statens vegvesen.

Meterpris for restaurering ble ca. 1900 kr per meter og er vurdert til å være høy på grunn av lite eksisterende erfaring med restaurering av myr med torvmasser fra anleggsprosjekt. Det ble derfor brukt mye tid i både planlegging- og gjennomføringsfasen, samt rapportskriving i ettertid.

Tabell 1: Kostnader knyttet til myrrestaurering

Hva	Kostnad (kr)
Opprusting av adkomstvei (før og etter restaurering)	85 000
Restaureringen – 3 uker Inkl. funksjonærer, møter, maskintimer, leie av skytematter, oppkjøring av ekstra lass med myrmasser	716 000
Før- og etterundersøkelser Inkl. Vegetasjonskartlegging (inkl. oppfølging), vannmålere, tetthetsmåler labanalyser (eksternt), metanmåler (tilsvarende leie), diverse utstyr	223 000
Arbeidstimer (interne ressurser og labanalyser)	500 000
Totalt	<u>1 534 000</u>

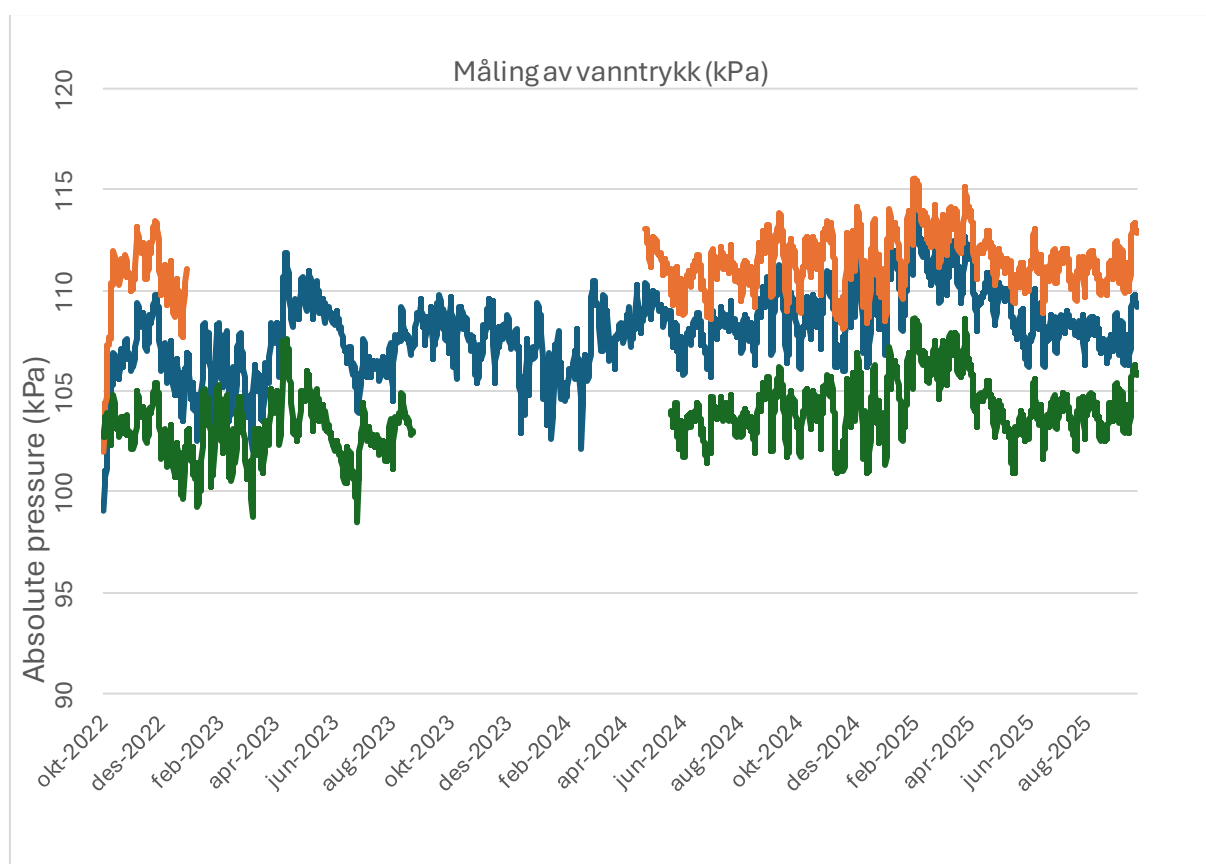
6 Resultater

6.1 Resultater fra før- og etterundersøkelse

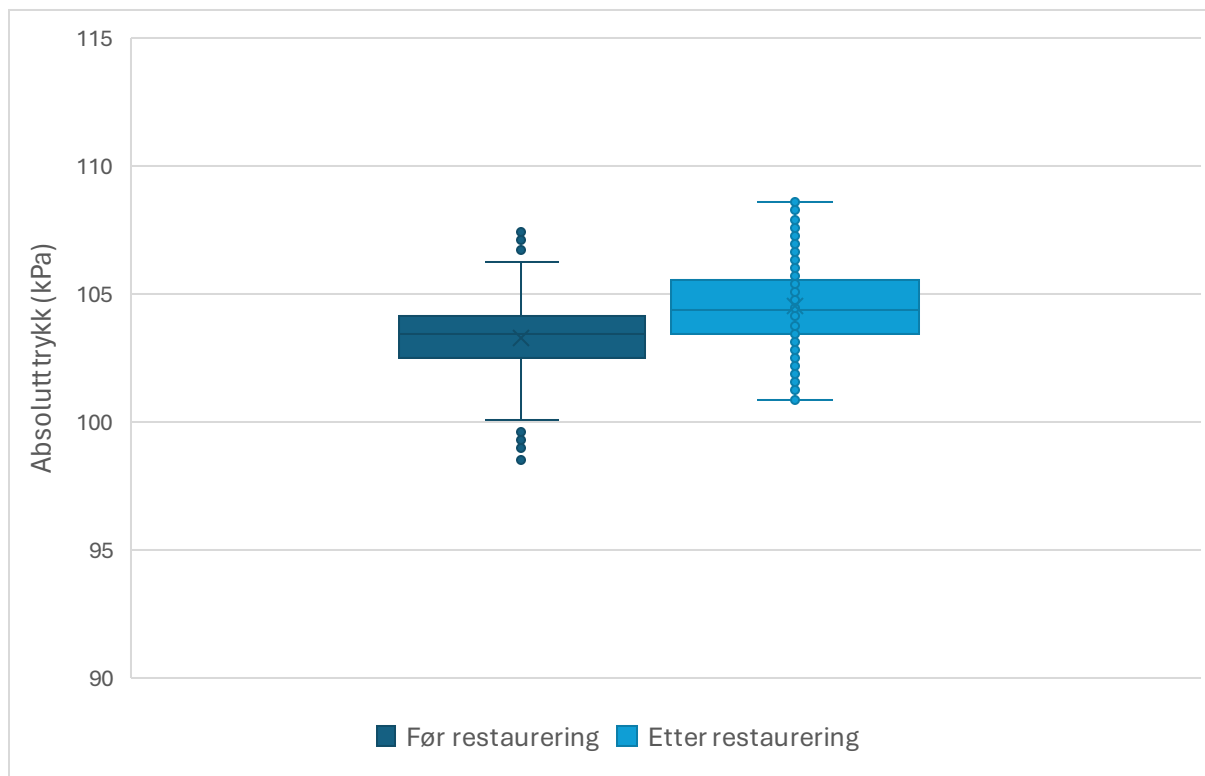
6.1.1 Vannovervåkning

Grunnvannstanden ble overvåket ved tre lokaliteter i myra, øverst (vannlogger GV1), i midten (vannlogger GV2) og nederst (GV3). Figur 24 viser utviklingen fra første måletidspunkt (08.10.2022) til siste uthentede måletidspunkt (29.09.2025). Vannloggerne er fortsatt aktive og måler grunnvannstand. For to av tre vannloggere før restaurering er det ikke komplett målehistorikk, dette skyldes tekniske utfordringer med utstyret og utfordringer med frost.

For å få et robust resultat må grunnvannstanden overvåkes over lengre tid. Det foreløpige resultatet kan være påvirket av klimatiske forhold og sesongvariasjoner. Det er derfor viktig å overvåke grunnvannstanden de neste årene. I tillegg til vannloggerne ble det satt ned 12 manuelle brønner på tvers av de restaurerte grøftene for å undersøke om tettingen ga økt vannstand og eventuelt hvor raskt.



Figur 24: Alle målinger for de tre vannloggerne, fra 08.10.2022 til 29.09.25. For vannlogger 1 og 3 mangler det data for deler av perioden.



Figur 25 Grunnvannsmålinger (gitt i kPa) før og etter restaurering

Det er utført beregninger av grunnvannsøkningen for hver vannmåler og dette resulterer i en økning fra 6 til 10 cm (figur 25). På grunn av utfordringene se (6.1.1.) ble det byttet grunnvannsmålere sommeren 2024 før restaureringen. Selv om måleenheten er det samme, målerne er plassert i samme brønn og på samme dybde, kan det være noe avvik mellom de ulike produsentene. Regn, snødybde og temperatur har variert mellom årene som også kan påvirke grunnvannstanden. Resultatene viser at grunnvannstand er noe høyere etter restaurering, men også at det er mindre variasjon mellom høyeste og laveste vannstand etter restaurering. Dette vil være en naturlig effekt etter at grøftene er tettet og vannet bruker lengre tid gjennom myren.

Resultatet fra målingene støttes av visuelle observasjoner, testgravinger, og manuelle grunnvannsbrønner. Ansamlingene av vann på overflaten har tydelig blitt både større og vart i lengre perioder (figur 26). Overvannet har nå funnet tilbake til gamle løp. Testgravningene har vist at vannet står høyt i hele myren. De manuelle brønnene viser at vannet står i samme nivå over hele myren, også i de restaurerte grøftene. Målinger i de manuelle brønnene viste at det kunne ta opptil 7 dager før vannstanden var stabil. Vannet har steget med 40 cm-80 cm i de restaurerte grøftene.



Figur 26: Ansamlinger av vann i utkant av myrområde. Foto: Amalie Krog Klette

6.1.2 Vegetasjonskartlegging

Vegetasjonskartlegging av Brumyra før restaurering er beskrevet i rapporten *Vegetasjon på Brumyra ved Lygna før restaurering – og litt om forventede endringer* (Nordbakken, 2024), og kun hovedtrekkene fra rapporten blir beskrevet her. Flybilder viser at antall trær på Brumyra har økt siden grøftingen og at de trærne som fantes der har blitt større. Treantall og volum ser ut til å særlig ha økt langs grøftene, men mindre trær og busker har siden 1957 etablert seg mellom grøftene. Sjøkt og artslinjeanalysene viser at grøftingen på 60-tallet medførte kraftige forstyrrelser av den opprinnelige vegetasjonen på Brumyra. Overflatestrukturene som ble observert sommeren 2024 representerer ikke naturlige myrstrukturer. En vellykket re-kolonisering av naturlige myrarter etter restaurering avhenger av flere faktorer, men forholdene ligger godt til rette da Brumyra hadde dekningsgrad av fastmatter og lave tuer på 50 %. Myroverflaten utviklet seg fra fastmatter og lave tuer til de andre mikrotopografiske formene. Langs gradienten ble det registrert flere arter som er gunstig med tanke på en fremtidig naturlig myroverflate. Sammen med en økt grunnvannstand ligger forholdene godt til rette for en mer naturlig myroverflate.

Et år etter restaureringen ble avsluttet ble det gjennomført en kort tilstandsbefaring av samme fagperson for å se på tilstanden til vegetasjonen. Hovedtrekket fra befaringen var at bjørken har fått noe vanskeligere leveforhold som følge av økt vannstand. Det er flere mørke partier på Brumyra uten vegetasjon, men det ble observert at torvmosen har begynt å vokse opp gjennom disse partiene. Noe topporv som ligger høyt i terrenget tørker ut, men dette er som forventet. De neste årene kan det forventes en suksessjon av ulike arter inntil vegetasjonen blir stabil. Dette kan ta flere år.

En ny fullstendig kartlegging av vegetasjonen vil bli gjennomført tre år etter restaureringen (2028).



Figur 27: Bilde tatt ett år etter restaurering, og viser molteblomstring. Foto: Even Stensrud.

6.2 Estimert karboninnhold og CO₂-utslipp

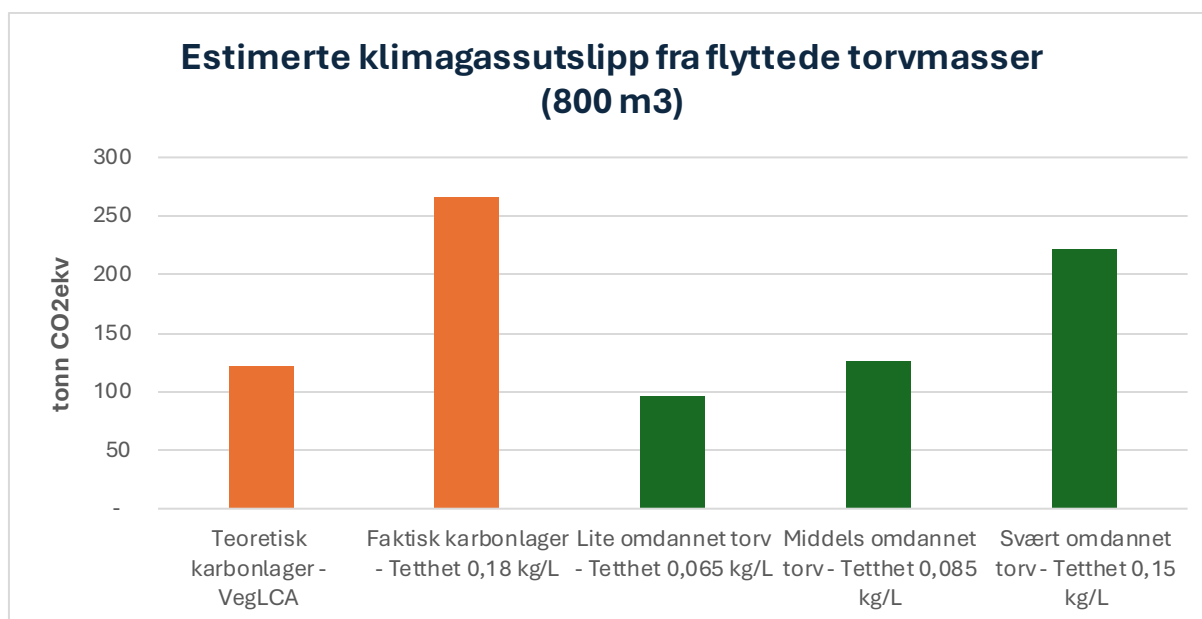
For å få en indikasjon på karboninnhold i torvmassene ble det utført glødetapsmålinger. Det foreligger glødetapsmålinger for følgende områder og målingene er i vedlegg 1:

- Brumyra: Det restaurerte myrområdet, prøver er tatt både før og etter
- Hengdedymyra: Intakt myr i samme område som restaurert myr (Brumyra)
- Stormyra: Torvmasser som er fjernet i forbindelse med veiprosjektet
- Rastemyra: Referansemыр – Tidlig drenert myr (40-tallet) i Lygnaområdet og mye av området har grodd igjen
- Mellomlager: Det er tatt torvprøver i mellomlager ved Brumyra og ved anleggsarbeidene

De fleste glødetapsmålingene gir et resultat på ca. 95%, som tilsvarer ca. 50-55 % TOC.

6.2.1 Karbonlager i flyttede torvmasser fra anleggsprosjektet

Det har blitt flyttet 800 m³ med torvmasser fra veilinja til restaureringsområdet. Det er to parametere som påvirker karbonberegningen for disse massene; andel TOC- og volumtetthet til torvmassene. Formel 1 er brukt til å beregne estimert karbonlager i de flyttede torvmassene, både basert på teoretiske verdier og målte verdier (tabell 2). I Figur 28 er det satt opp hva det estimerte klimagassutslippet blir som følge av ulike tettheter.



Figur 28: Resultatet fra estimert utslipp for teoretisk karbonlager og målt karbonlager. Faktisk karbonlager representerer tetthet målt i de flyttede torvmassene.

6.2.2 Beregning av teoretisk karbonlager

Standard måte å beregne klimagassutslipp (CO₂e) fra myr er å benytte etablert utslippsfaktor fra VegLCA som per dags dato ligger på 169 kg CO₂e/m³. Dette gir et estimert utslipp (inkl. 10 % svinn) på 122 tonn CO₂e for de flyttede torvmassene i prosjektet (tabell 2 og figur 28). Det er tatt utgangspunkt i 10 % svinn for å hensynta eventuelt tap av torvmasser i forbindelse med transport, samt nedbrytning av karbon i torvmasser med tilgang på oksygen.

6.2.3 Målt karbonlager – basert på målinger i felt

Det er foretatt både glødetapsmålinger og målinger av tetthet i felt som danner grunnlag for å kunne estimere et mer treffende karbonlager for de flyttede myrmassene.

For å kunne benytte glødetapsmålinger og tetthet til å beregne karbonlager må det beregnes en ny utslippsfaktor per m³ torvmasse som representerer det aktuelle myrområdet. For å beregne en stedsspesifikk utslippsfaktor, ble det regnet ut hva estimert karboninnholdet er i en kubikk (m³) torvmasse for det aktuelle området. Formel 1 er benyttet og gir en stedsspesifikk utslippsfaktor på 370 kg CO₂e/m³ (tabell 2). Dette er 2,18 ganger høyere enn utslippsfaktoren i VegLCA (169 kg CO₂). Det estimerte karbonlageret for de flyttede myrmassene (800 m³), inkl. 10% svinn, basert på glødetapsmålinger i felt blir 266 tCO₂e (figur 28). For beregningen er det benyttet TOC-verdi på 0,56 og volumtetthet på 0,18 kg/liter.

Tabell 2: Teoretisk og faktisk estimert karbonlager for flyttede myrmasser på 800 m³ fra veilinja på Lygna.

Teoretisk karbonlager	Verdi
Utslippsfaktor VegLCA (kgCO ₂ e/m ³)	169
Estimert karbonlager, inkl. 10% svinn (tCO ₂ e)	122
Estimert karbonlager - basert på målinger i felt	
Stedsspesifikk utslippsfaktor (kgCO ₂ /m ³)	370
Estimert karbonlager, inkl. 10% svinn (tCO ₂)	266

6.3 Estimert økt karbonalger i Brumyra som følge av restaureringen

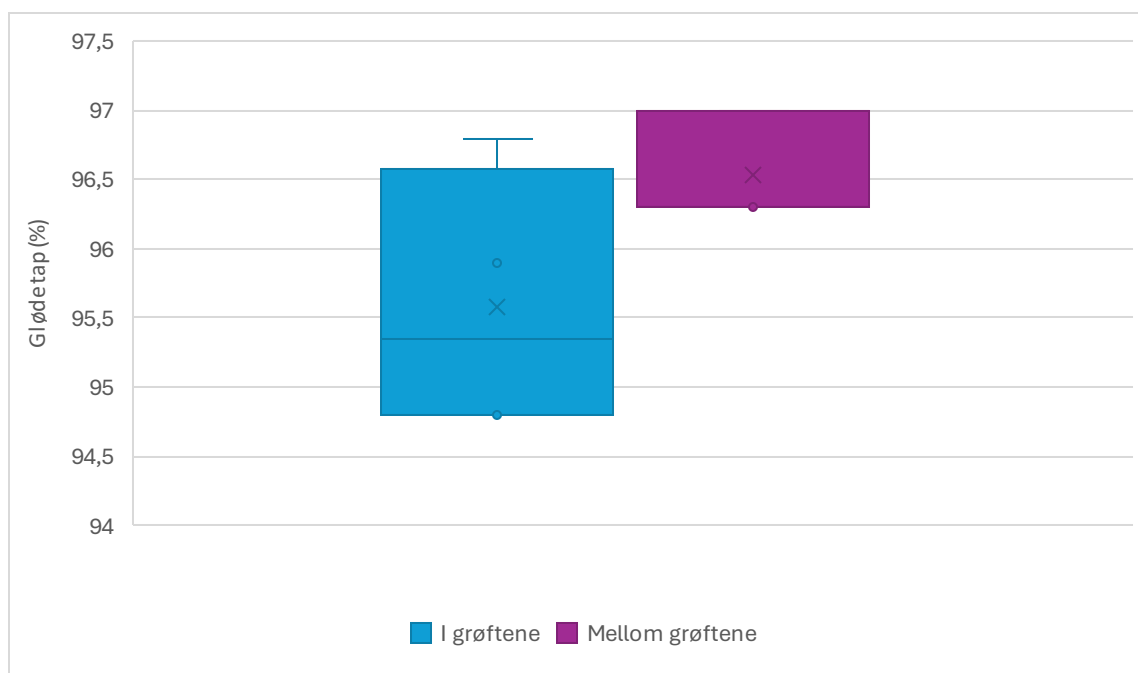
Målinger viser at vannstanden i området har økt (med 6 - 10 cm) og den restaurerte delen av Brumyra dekker et areal på ca. 12 000 m². Myrmasser som dekkes av økt vannstand består av en kombinasjon av flyttede myrmasser og myrmasser som var til stede i Brumyra før restaurering. Suksesskriteriet for at de flyttede torvmassene skal beholde karbonet er at de blir dekket av vann. Beregnet besparelse er dermed kun gjort med utgangspunkt i at karbonet i de flyttede torvmassene har blitt bevart.

6.3.1 Høyt glødetapsverdier i Brumyra før restaurering

Ved testgraving og nedsetting av grunnvannsmålere samt vanntransporten i grøftene, ble det observert at grunnvannsspeilet lå godt under vegetasjonsdekket. På bakgrunn av disse observasjonene ble det forventet at glødetapsverdiene burde vært lavere rett under toppvegetasjonen og gradvis økende nedover i myrlagene. Men disse antagelsene støttes ikke av glødetapsmålingene som viste gjennomgående indikasjon på høye karbonverdier i Brumyra, mellom 95-97 % glødetap. Brumyra ble grøftet på 60-tallet og det høye estimerte karboninnholdet kan tyde på at det har vært nok tilførsel av vann til at karbon ikke har blitt omdannet til CO₂. Det kan tenkes at myrmassene dermed har vært våte nok at til karbonet ikke har reagert med oksygen.

6.3.2 Glødetapsverdier i drenert grøft

Det ble tatt prøver rundt og i grøftene, samt prøver midt mellom grøftene. Det ble observert at grunnvannstanden sto høyest midt mellom grøftene og gradvis avtagende ut mot grøftene. Massene som ligger i og ved grøftene har en annen struktur og er mer omdannet, men tykkelsen på dette laget varierer og det er vanskelig å ta en representativ prøve. Prøvene tatt midt mellom grøftene får noe høyere utslag på glødetapsmålingene, og det omdannede laget ved grøft har et noe lavere glødetapsnivå (figur 29). Resultatet vurderes til å være relativt likt og ligger høyt for både i grøft og mellom grøft. Det er ikke nok prøvepunkter til å konkludere med at det er en markant forskjell i glødetapsverdier.



Figur 29: Målinger av glødetap som indikator på karboninnhold fordelt på prøver tatt i grøfter i myr og prøver tatt midt i myrområdet. Glødetapsverdiene for i og mellom grøft er vurdert til å være relativt likt.

6.3.3 Klimagassutslipp fra anleggsmaskiner og lastebiler brukt til myrrestaurering

Det er også viktig å ta med klimagassutslipp som selve arbeidet med restaureringen har bidratt med. Dette innebærer bruk av de opplistede maskintypene i tabell 4 med tilhørende timer og utslipp. Estimert dieselforbruk er beregnet med utgangspunkt i teoretisk forbruk og vil kunne avvike. Det estimerte utslippet for klimagassutslippet fra maskinparken er 13 tonn CO₂e. Utslippet fra forbruk av diesel er mindre enn klimagasspotensialet i karbonet som er lagret i de flyttede massene.

Bruk av torvmasser fra veiprosjektet til restaurering istedenfor til deponering og/eller terrengutforming er estimert til å bidra til en klimagassreduksjon på 253 tonn CO₂e.

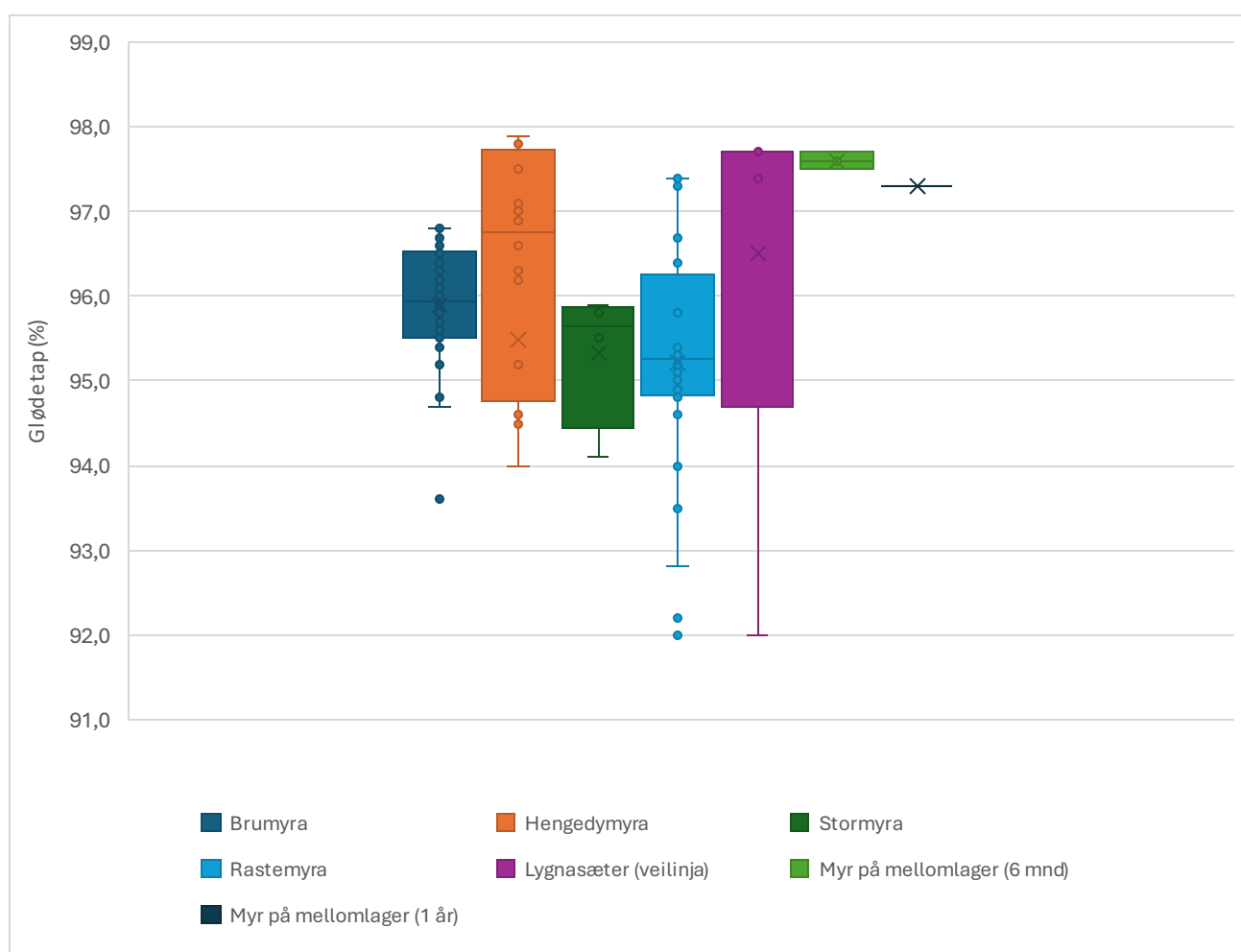
Tabell 4: Estimert klimagassutslipp tilknyttet maskiner og kjøretøy benyttet til restaureringen. Utslippsfaktorer er hentet fra VegLCA.

Type maskin	Antall timer	Dieselforbruk (liter/time)	Utslippsfaktor (kgCO ₂ e/liter diesel)	Estimert klimagassutslipp (tCO ₂ e)
Brebeltet gravemaskin (CAT 313 bred)	130	10	2,4	3,1
Beltedumper (Panter T14R)	118	30	2,4	8,5
Hjullaster (Volvo 110)	35	12	2,4	1,0
	Antall km	Antall tonn per last	Utslippsfaktor (kgCO ₂ e/tonnkm)	
Lastebil	120	40	0,05	0,2
Totalt				12,9

6.3.4 Estimerte karbonberegninger for de ulike områdene med myr

Glødetapsmålingene for alle områdene det er tatt prøver ligger på mellom 92-98 % (figur 30). Rastemyra har både de høyeste og laveste verdiene, mens Brumyra viser et tydelig og stabilt resultat mellom 95-97% glødetap. For alle prøveområdene indikerer det at det er høyt innhold av karbon i torvmassene.

Torvmassene som ble benyttet til tetting av grøfter ble tatt fra myrer som kom i konflikt med ny veilinje vest for Lygnasæter (Lygnasæter – intakt myr). De første massene som ble tatt ut ble lagt på mellomlager, mens massene som ble tatt senere ble kjørt direkte opp i myra. Massene som ble mellomlagret ble mellomlagret på fast dekke uten vanning eller tildekking. Det ble tatt prøver av disse torvmassene etter 0, 6 og 12 måneder. Alle prøvene viser høye glødetapsverdier, og det er lite forskjell mellom de ulike tidsintervallene. Det ble i felt observert at det ytterste laget i haugen med mellomlagrede masser var påvirket av vind og vær, da den var oppsprukket og tørr. Prøvene ble tatt 30 cm inn i haugen med spade. De ble oppbevart, fraktet og analysert på samme måte som resten av torvprøvene.



Figur 30: Resultatet for de ulike myrområdene. Se innledende tekst i resultatkapittelet for hva de ulike områdene representerer.

6.3.5 Utfordringer med prøvetaking av torvmasser i restaurert Brumyra

Flere av glødetapsmålingene av torvmassene fra restaurert myr ga svært lave verdier, felles for disse prøvene var at det var sand/grus i torvmassene. Dette er sand/grus som har blitt innblandet i forbindelse med flytting av torvmassene, både fra anleggsområde og støvpartikler i luften. Dette har

stor påvirkning på glødetapsmålingene og vil gi feilaktig bilde av det faktiske resultatet. Prøvene som viser tydelig avvik, er ikke medtatt i resultatet. Ved prøvetaking av torvmasser i restaurert myr bør det tas prøve av torvmasser med lite eller ingen innhold av sand/grus. Innblanding av sand og støv har lite visuelt og økologisk effekt, da det utgjør svært lite mengder. Men at det skal veldig små mengder sandpartikler til for å påvirke glødetapsmålinger.

6.4 Metan

Målinger av metan viser ingen betydelig forskjell før og etter restaurering. Målingene ligger fra 1,7-2,1 parts per million (ppm) både før og etter, men målinger under restaureringsarbeidet viste forhøyede verdier. Eksempelvis får man et noe forhøyet metanutslipp kun ved å stikke en spade ned i myra. Det ble gjennomført metanmålinger under restaureringsarbeidet når torvmasser ble gravd opp og flyttet på. Målinger i dette tidsrommet viste verdier på opptil 500 ppm med gjennomgående verdier på 200-400 ppm. Disse kunne vare alt i fra noen få sekunder og opp til flere minutter.

Metanmålingene kan ikke brukes til å konkludere om hvorvidt metanutslippet har endret seg som følge av restaureringen. Det må foretas konstante målinger over lengre tid for å fange opp endring i metanutslipp. Det kan antas at det har vært økt metanutslipp som følge av høyere vannstand, slik det er beskrevet i forskningslitteraturen. Flere forskjellige studier av metanutslipp fra restaurert myr viser ulikt resultat og det vises til at dette blant annet kan skyldes variasjon i toppvegetasjon, men det konkluderes med at det trengs mer forskning på metan og restaurerte myrer (IUCN National Committee United Kingdom, 2024). Det finnes derimot ingen standard beregningsmetode for å beregne antatt metanutslipp ved restaurering av myr og det er derfor ikke fastsatt et estimat for mulig metanutslipp som følge av økt vannstand. Hvordan restaurering, spesielt mtp. ulike restaureringsmetoder, påvirker metanutslipp må jobbes videre med.

Observasjoner i felt viste at bakgrunnsutslippet av metan fra uberørte myr er svært lavt. Verdiene varierte i all hovedsak mellom 1-3 ppm. Dette var tilfelle for alle myrene som ble undersøkt og på ulike tidspunktene for målinger. Men så fort masene blir forstyrret øker gassutlekkingen. Kun ett fotavtrykk vil gi verdier på flere hundre ppm i en kort periode. Periodene med graving, flytting og restaurering ga kortvarige, men vesentlig høyere gassutslipp. Det er krevende å måle dette presist, men verdiene kunne komme opp i flere tusen ppm og kunne vare i noen minutter. Det kunne ta inntil 24 timer før verdiene var tilbake på bakgrunnsnivå. Det pågår et laboratorieforsøk hos Statens vegvesen, hvor torvmasser med og uten vann testes for metan- og CO₂-utslipp. Resultatet etter et år viser en tydelig trend med at torvmasser uten vann har økning i utslipp av CO₂ og lite utslipp av metan.

I rapporten fra Global Peatlands (IUCN National Committee United Kingdom, 2024) er det oppsummert hvilke restaureringstiltak som vil bidra til reduksjon av metanutslipp. Dette innebærer blant annet å unngå åpne vannspeil og raskt reetablere torvdannede planter (eks. torvmoser).

7 Oppsummering og konklusjon

7.1 Har myrrestaureringen fungert?



Figur 31: Bilde tatt rett etter tetting av grøft. Foto: Even Stensrud

Basert på de gjennomførte målingene og observasjonene vurderes myrrestaureringen til å foreløpig være vellykket. Det er flere elementer ved myrrestaurering det er tilknyttet usikkerhet til, spesielt til hvordan myrrestaurering påvirker bevaring av karbon, hvordan metanutslipp påvirker balansen av klimagassutslipp og den langsiktige utviklingen av artsmangfoldet.

Målinger og observasjoner viser at vannstanden har økt i hele myren etter restaurering. Det vil videre redusere nedbryting av organisk materialet i tilførte masser som videre reduserer klimagasstrykket for prosjektet. Økt vannstand på ca. 6-10 cm i restaurerte Brumyr vil bidra til å bevare karbon og redusert utslipp av CO₂ fra prosjektet. I grøftene ligger vannstandsøkningen på ca. 80 cm og det bidrar til bevaring av karbon i de tilførte myrmassene.

Foreløpig kartlegging av vegetasjonen viser en endring i artssammensetning i retning av mer fuktighetskrevende arter (figur 32). Tegn til stress på fjellbjørk kan tilskrives økt vannstand og støtter resultatet om fuktigere forhold. Det er viktig å fortsette videre overvåkingen og kartlegging av effektene av restaurering for å dokumentere langtidseffektene.



Figur 32: Bilde tatt ca. et år etter restaurering. Foto: Even Stensrud.

Glødetapsmålinger og TOC-målinger av førtilstanden til Brumyra viste allerede høye karbonverdier i torvmassene, dette til tross for at Brumyra var tydelig grøftet og at myrvegetasjonen var tydelig påvirket. Dette kan tyde på at det har vært tidvis høyt nok grunnvannstand til at karbon har blitt bevart. Hensikten med grøftingen på 60-tallet var å drenere området slik at skog kunne vokse til, men satellittbilder viser at det er svært lite trær som har vokst til på Brumyra (figur 33). Denne observasjonen bidrar også til å støtte teorien om at myrområdet har hatt tilgang på nok vann til at det ikke har vært mulig for skog å vokse i området. Selv om karbonet tilsynelatende ser ut til å ha vært bevart i den grøftede myren, så er det tydelig at myrvegetasjonen og tilhørende naturmangfold var betydelig forringet som følge av lavere grunnvannstand. Høye glødetapsmålinger etter restaurering indikerer at karboninnholdet fortsatt er høyt i den restaurerte Brumyra, og at de tilførte torvmassene også hadde høyt karboninnhold.





Figur 33, 34 og 35: Før og etter restaurering. Det øverste dronebildet er tatt før restaurering (høst 2024) i midten etter restaurering (sommer 2025) og nederst etter restaurering (vår 2026). Foto: Statens Vegvesen

En usikker faktor i hvorvidt restaureringen bidrar til redusert klimagassutslipp er hvordan metanutslippene endrer seg. Metanmålinger gjort før og etter restaurering viser ingen tydelig endring, men det var tydelige forhøyede verdier mens restaureringen pågikk. I videre arbeid og forskning er det viktig med overvåkning av hvordan metanutslippene påvirkes ved restaurering av myr.

7.2 Hva burde vært gjort annerledes?

Myrrestaurering med oppgravde torvmasser fra et utbyggingsprosjekt er relativt nytt og uprøvd, noe som har medført læring underveis. Dette har medført flere erfaringer om hva som bør kunne gjøres annerledes i et neste prosjekt.

I kartleggingen av før- og ettertilstanden burde insekter og fugler vært inkludert. Dette vil være en god indikator for tilstanden til myrområdet. Eksempelvis kunne det ha blitt satt ut insektfeller og gjennomført en systematisk registrering av fugleobservasjoner.

Det burde i større grad vært gjennomført restaurering av tilstøtende og kryssende grøfter. Vi ser at det blir oppstuvning av vann i overgangene mellom urørte og restaurerte grøfter (figur 36). Det er viktig å se omkringliggende terreng i sammenheng med det området som skal restaureres, spesielt med tanke på hydrologi.



Figur 36: Oppstuvning av vann. Foto: Amalie Krog Klette

Bredere belter på dumper ville sikre større bæreevne og mindre sår på toppvegetasjonen. Gjentatte kjøring av myrmasser i samme trase førte til stor slitasje og at maskinen kjørte seg fast. En økning i beltebredde på 15-20 cm (totalt 90 cm bredde) vil redusere risikoen for å sette seg fast og for ødeleggelse av toppvegetasjon.

Det burde i planleggingsfasen vært større fokus på grunnforsterkning av tilkomstveier i myr. Stokkmatter, skytematter og annen form for grunnforsterkning burde i større grad vært testet ut og vært tilgjengelig ved oppstart. Gjentatt kjøring i samme trase ga stor slitasje og bør i større grad hensyntas. Gravemaskin vil også under fuktige forhold ha nytte av matter/forsterkning.

For å unngå utfordringer med sand- og støvpartikler i torvprøver etter restaurering burde det vært større fokus på tildekking av myrmasser ved mellomlagring og transport.

7.3 Nedbryting av torvmasser på mellomlager

For å få til en vellykket restaurering av myr med gjenbruk av torvmasser fra anleggsprosjekt er det en viktig forutsetning at eventuell mellomlagring av torvmasser ikke bidrar til at karbonet omdannes til

CO₂. Den beste løsningen er om torvmassene fra anlegget kan fraktes direkte til det aktuelle restaureringsområdet, men det lar seg ikke alltid gjennomføre. Det er derfor viktig med kunnskap om hvor raskt karbon omdannes til CO₂ når torvmasser ligger eksponert for oksygen. Resultatet fra prøvetaking av torv på mellomager (6 mnd og 12 mnd) viser ingen reduksjon av glødetapsverdier. Dette kan derimot ikke brukes til å konkludere med at torvmasser kan legges på mellomager over lengre tid uten at det bidrar til CO₂-utslipp. Det ble derimot observert at de ytterste torvlagene ble uttørket og noe oppsprukket, og var påvirket av støv og sand. Her bør det foreligge større datagrunnlag og overvåkningsprogram for å teste ut hvor lang tid det tar før karbon blir omdannet til CO₂.

7.4 Videre plan for den restaurerte Brumyra

Brumyra må fortsatt overvåkes i tiden fremover for å kunne si noe om restaureringsprosjektets effekt på lengre sikt. Grunnvannsloggerene er fortsatt operative og vil bli jevnlig avlest. Det vil bli gjennomført en mer helhetlig vegetasjonskartlegging i løpet av de to nærmeste årene etter samme metodikk som før oppstart. Det vil bli gjennomført nye metanmålinger og det sees på ulike muligheter for å gjøre beregninger av vann ved hjelp av drone og satellittfoto. På bakgrunn av usikre glødetapsverdier for torvprøver tatt etter restaurering vurderes det ytterligere torvprøver for både glødetap og TOC.

8 Referanseliste

Aker, P. & Marte, J. D., 2015. *Når vegen berører myra*, s.l.: Statens vegvesen.

Grønlund, A., Hysten, G., Bjørkelo, K. & Tomter, S., 2010. CO₂-opptak i jord og vegetasjon i Norge. Lagring, opptak og utslipp av CO₂ og andre klimagasser.. *Bioforsk rapport vol.5 nr. 162* .

IUCN National Committee United Kingdom, 2024. *Peatlands and Methane*, s.l.: s.n.

Miljødirektoratet, u.d. *Tiltakshierarkiet: Unngå negative virkninger for miljøet*. [Internett] Available at: [Tiltakshierarkiet: Unngå negative virkninger for miljøet - miljodirektoratet.no](https://www.miljodirektoratet.no/tema/tiltakshierarkiet/unnga-negative-virkninger-for-miljoet)

Nordbakken, J.-F., 2024. *Vegetasjon på Brumyra ved Lygna før restaurering - og litt om forventende endringer*. s.l.:NIBIO.

9 Vedlegg 1

	Prøvenummer	Dato	Dybde(m)	Glødetapp (%) utført av laboratoriet SVV	Glødetapp (%) utført av laboratoriet Eurofins	Analysert TOC (Eurofins)	Evt. Kommentar
Brumyra	B1	05.10.2022	0,25	94,7			
	B1	05.10.2022	0,5	95,5			
	B2	05.10.2022	0,25	96,3	95,9	55	
	B2	05.10.2022	0,5	95,7	94,6	54	
	B2	05.10.2022	0,9	95,2	94,0	54	
	B3	05.10.2022	0,25	93,6			
	B3	05.10.2022	0,5	96,6			
	B3	05.10.2022	1	96,7			
	B4	05.10.2022	0,25	96,5			
	B4	05.10.2022	0,5	96,3			
	B4	05.10.2022	0,95	95,6			
	B5	05.10.2022	0,25	96,1	94,7	54	
	B5	05.10.2022	0,5	96,6	96,3	55	
	B5	05.10.2022	1	96,6	92,8	53	
	B5	05.10.2022	1,3	96,8	95,2	54	
	B6	05.10.2022	0,25	96,7			
	B6	05.10.2022	0,5	96,8			
	B6	05.10.2022	1	96,4			
	B7	05.10.2022	0,25	95,5	95,6	54	
	B7	05.10.2022	0,5	94,8	93,5	53	
	B7	05.10.2022	1	95,5	89,3	51	
	B7	05.10.2022	1,3	95,4	85,8	49	

	B8	05.10.20 22	0,25	96,2			
	B8	05.10.20 22	0,5	95,9			
	B8	05.10.20 22	1	95,9			
	B8	05.10.20 22	1,3	95,6			
	B9	05.10.20 22	0,25	95,7			
	B9	05.10.20 22	0,5	95,8			
	B9	05.10.20 22	1	96,0			
	B9	05.10.20 22	1,3	96,1			
Hengedymyra	H1	06.10.20 22	0,25	95,2			
	H1	06.10.20 22	0,5	96,6			
	H1	06.10.20 22	1	97,1			
	H1	06.10.20 22	1,5	97,0			
	H2	06.10.20 22	0,25	96,3	96,4	55	
	H2	06.10.20 22	0,5	96,2	96,2	55	
	H2	06.10.20 22	1	80,5	86,5	49	
	H3	06.10.20 22	0,25	94,6			
	H3	06.10.20 22	0,5	94,5			
	H3	06.10.20 22	0,8	94,0			
Rastemyra	1	28.09.20 23	0,25	96,4			
	1	28.09.20 23	0,50	96,7			
	1	28.09.20 23	1,0	96,7			
	2	28.09.20 23	0,25	92,0			
	2	28.09.20 23	0,50	92,2			
	2	28.09.20 23	0,95	92,8			
	3	28.09.20 23	0,25	95,3			
	3	28.09.20 23	0,50	94,6			
	3	28.09.20 23	1,0	95,1			

	3	28.09.20 23	2,0	95,4			
	4	28.09.20 23	0,10	94,00			
	4	28.09.20 23	0,25	95,3			
	4	28.09.20 23	0,50	95,4			
	4	28.09.20 23	2,0	95,3			
	5 (grøft)	28.09.20 23	0,1-1,0	95,4			
	5 (grøft)	28.09.20 23	0,35- 1,35	95,2			
	5 (grøft)	28.09.20 23	0,5-1,4	94,9			
	5 (grøft)	28.09.20 23	1,0-1,9	94,9			
	5	28.09.20 23	1,0	95,1			
	6	28.09.20 23	0,10	95,8			
	6	28.09.20 23	0,25	97,4			
	6	28.09.20 23	0,50	97,4			
	6	28.09.20 23	1,00	97,4			
	6	28.09.20 23	1,8	97,3			
	7	28.09.20 23	0,1	93,5			
	7	28.09.20 23	0,25	94,9			
	7	28.09.20 23	0,5	94,8			
	7	28.09.20 23	1	95,00			
Brumyra melloml ager	1	01.06.2 024	0,30	26,15*			
	2	20.06.2 024	0,30	44,6*			
Veilinje på Lygnasæter	1	22.08.2 024	40,00	97,7			
	2	22.08.2 024	20,0	97,7			
	3	22.08.2 024	60,00	97,7			
	4	22.08.2 024	10,00	92			
	5	22.08.2 024	80,00	97,4			

Brumyra	6	22.08.2 024	35	96,8		tatt i grøft, H:9-10cm for ujevn til trimming
	7	22.08.2 024	15	94,8		tatt i grøft, trimmet til 8,5 cm prøvehøyde
	8	22.08.2 024	65	95,9		tatt i grøft, trimmet til 8,5 cm prøvehøyde
	9	22.08.2 024	100	94,80		tatt i grøft, trimmet til 8,5 cm prøvehøyde
	10	22.08.2 024	40	96,3		mellom grøfter, trimmet til 8,5 cm prøvehøyde
	11	22.08.2 024	10	97		mellom grøfter, trimmet til 8,5 cm prøvehøyde
	12	22.08.2 024	30	96,3		mellom grøfter, trimmet til 8,5 cm prøvehøyde
	13	22.08.2 024	120	94,0		tatt opp med myrkannebor (mellom grøfter), fylt opp liten prøvetager og komprimert
	13	22.08.2 024	i bunn av myr (ca 1,15- 1,20m)	94,0		tatt opp med myrkannebor (mellom grøfter), fylt opp liten prøvetager og komprimert
Hengdedymyra	101	05.09.2 024	35 cm	96,9		
	102	05.09.2 024	45 cm	97,8		
	103	05.09.2 024	35 cm	97,8		
	104	05.09.2 024	25 cm	97,8		
	105	05.09.2 024	30 cm	97,9		
	106	05.09.2 024	45 cm	97,5		
Stormyra	1	31.10.2 024	25	95,5		
	1	31.10.2 024	25	94,1		
	2	31.10.2 024	25	95,8		
	2	31.10.2 024	25	95,9		
Brumyra	1A-1	25.06.2 025	0,05	55,7		
	1B-1	25.06.2 025	0,35	95,1		
	1B-1	25.06.2 025	?	71,0		
	3	25.06.2 025	0,05	39,2		

	4	25.06.2 025	0,15	69,1			
Brumyra	Tilkjørt masser - 1	01.06.2 025	overfa lte	42,08			
	Tilkjørt masser - 2	01.06.2 025	overfl ate	55,34			



Statens vegvesen
Pb. 1010 Nordre Ål
2605 Lillehammer

Tlf: (+47) 22 07 30 00

firmapost@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Tryggere, enklere og grønnere reisehverdag