

Oppdragsgiver: Avinor AS
Oppdragsnavn: Detaljregulering for disponering av myrmasser ved Mo i Rana lufthavn, Fagerlia
Oppdragsnummer: 619685-02
Utarbeidet av: Inger Adele Helseth
Oppdragsleder: Henning Stakseng
Dato: 07.06.2023
Tilgjengelighet: Åpent

Notat Konsekvensutredning klimagassutslipp - Detaljregulering for disponering av myrmasser ved Mo i Rana lufthavn, Fagerlia



Fra Langdalen.

Sammendrag

1 Innledning

2 Metode

3 Tiltaket og planområdet

3.1. Analyse- og planområde

3.2. Planlagte inngrep

3.3. Utredningstemaer

3.4. Avgrensning av fagtema

4 Kunnskapsgrunnlag

4.1. Myr som økosystem og karbonlager

4.2. Avbøtende tiltak

4.3. Flytting og reetablering av myr

4.4. Litteraturgjennomgang klimagassberegning av myr

4.5. Klimagassberegning for drenert, oversvømt og reetablert myr

4.6. Prosjektspesifikk utslippsfaktor for myr som graves ut

5 Konsekvensutredning

5.1. Nullalternativet

5.2. Disponeringsalternativ

5.2.1. Netto klimagassutslipp uten naturinngrep for disponeringsalternativene

5.2.2. Klimagassutslipp ved nedbryting av myrmasser

5.2.3. Klimagassutslipp ved transport og anleggsarbeid

5.2.4. Klimagassutslipp ved endring av eksisterende areal

5.2.5. Utslippsscenarioer ved reetablering av myr

5.3. Samlet klimapåvirkning og konsekvensgrad

5.4. Usikkerhet

6 Ikke-teknisk sammendrag

Versjonslogg:

03	07.06.23	Rettet etter kommentarer fra Avinor	IAHH	
02	25.04.23	Ferdigstilt rapport etter KS	IAHH	MGG, OW
01	17.04.23	Første utkast, oversendt til KS	IAHH	
VER.	DATO	BESKRIVELSE	AV	KS

Sammendrag

Asplan Viak har oppdrag for Avinor utarbeidet detaljplan for areal som potensielt skal brukes til fylling av myrmasser fra utbygging av ny flyplass øst for Mo i Rana. Formålet med reguleringsplanen er å tilrettelegge for bevaring myr som traues ut i forbindelse med flyplassutbyggingen. Planforslaget skal konsekvensutredes for påvirkning på miljø og klima jfr. Forskrift om konsekvensutredninger, og det skal gjøres en best mulig beregning av klimagasskonsekvensen av planen.

Her gjøres et overslagsestimat av utslipp fra tilrettelegging av planområdet og fra omdisponering av myrmassene. Det er utfordrende å bevare myrenes fulle funksjon ved flytting. Dersom myrene dreneres ved dreneringsgrøfter, dyrking eller utgraving, vil karbon i myra binde seg med oksygen i lufta og danne CO₂. Derom man ikke lykkes med reetablering og alt lagret karbon frigis ved nedbryting kan man risikere et klimagassutslipp tilsvarende 51 371 tonnCO₂e, gitt det totale volumet av myrmasser som potensielt disponeres innenfor planområdet.

Det er gjort vurdering av tre alternativ for plassering av myrmassene innenfor planområdet: Stordalen, Langdalen og Langtjønnna. Først beregnes netto klimagassutslipp over 20 år uten naturinngrep i arealendringsverktøyet til Miljødirektoratet. Skog og myr har et naturlig opptak og utslipp av klimagasser, og er viktige karbonlager. Dette viser at Langdalen har størst verdi som naturlig karbonlager. Videre er det gjort et overslagsestimat for utslipp relatert til tilrettelegging av området, herunder transport, anleggsarbeid og arealendring ved vegetasjonsrydding av skog. Resultatet er en klimapåvirkning på 3 960 tonnCO₂e for Stordalen, 5 338 tonnCO₂e for Langdalen og 3 405 tonnCO₂e for Langtjønnna. Avslutningsvis vises utslipp fra selve myrmassene over 50 år for to scenarier: disponering av myrmasser uten og med tiltak for reetablering.

Samlet har alle tre alternativ en potensiell klimapåvirkning tilsvarende alvorlig konsekvens, hvor Langtjønnna har lavest og Langdalen har høyest utslipp. Denne vurderingen inkluderer ikke avbøtende tiltak for reetablering, for å vise hva utfallet potensielt kan være. Utslippene relatert til at myra brytes ned vil også kunne oppstå ved andre disponeringsformål, gitt at det ikke gjøres eller lykkes med tiltak for reetablering.

For utslipp fra myrmassene over 50 år for to scenarier: disponering av myrmasser uten og med tiltak for reetablering er det estimert at man kan redusere utslippene med 67 %, dersom man lykkes med å gjenskape en tilnærmet klimanøytral myr etter 20 år.

Det er stor usikkerhet knyttet til klimagassutslipp ved omdisponering og reetablering av myrmasser, men basert på det som inngår i beregningene har Langtjønnna lavest total klimapåvirkning, deretter Stordalen og til sist Langdalen. Dette inkluderer ikke en vurdering av hvor man kan lykkes med reetablering. Samtidig poengterer en litteraturstudie av Sweco at det ikke er å anbefale å deponere myrmassene i vann. En må vurdere alternativene ift. hvor det er mest sannsynlig at man lykkes med å reetablere myras originale økologiske tilstand, sammen med andre forhold som naturmangfold og grunnforhold.

1 Innledning

Asplan Viak har som oppdrag for Avinor utarbeidet detaljplan for areal som skal brukes til fylling av myrmasser, og eventuelt andre jord- og steinmasser, fra utbyggingen av den nye flyplassen Fagerlia øst for Mo i Rana. Planområdet er en separat plan sørøst for reguleringsplanen til flyplassen, og grenser inntil denne. Detaljplanen har planID 3090.

Formålet med reguleringsplanen er å tilrettelegge for at myr som traues ut i forbindelse med flyplassutbyggingen bevarer. Dette gjøres ved å flytte organiske masser, cirka 450 000 m³ myr og torv og cirka 200 000 m³ vegetasjonsdekke. Hensikten er å minimere utslipp av CO₂ og ta vare på eksisterende naturmangfold. Myrer fungerer som store CO₂-lager og klimahensyn er viktig. Det skal derfor legges til rette for så mye lokal disponering som mulig, uten lange transportetapper.

Planforslaget skal konsekvensutredes for påvirkning på miljø og klima jfr. Forskrift om konsekvensutredninger. Som en del av prosessen skal det beregnes påvirkning relatert til tilrettelegging av området, flytting av myrmassene og disponering av disse. På denne måten skal det søkes å få en best mulig total beregning av klimagasskonsekvenser av plan 3090. Videre er det ønskelig å gjennomgå erfaring og litteratur for flytting og reetablering av myr, for å skape et best mulig kunnskapsgrunnlag for gjennomføring av prosjektet.

Denne rapporten omfatter hensyn til klimagassutslipp. I noen grad kan dette gå på bekostning av andre interesser, herunder naturmangfold, forurensing og allmenne hensyn. Dette utredes i andre fagrapporter.

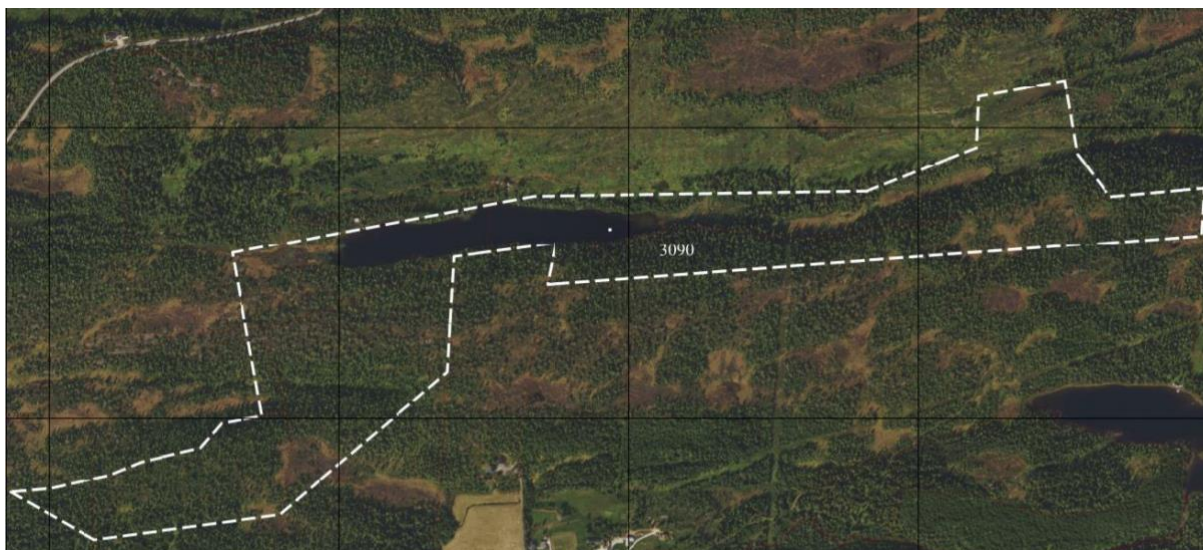
2 Metode

Konsekvensutredningen er basert på metodikk beskrevet i Veileder M-1941 [1]. Dette innebærer å definere en referansetilstand (0-alternativet), som brukes som sammenligningsgrunnlag. 0-alternativet tilsvarer dagens tilstand for planområdet, samt tiden framover gitt at tiltaket ikke gjennomføres. Tre alternativ for disponering av masser innenfor plan 3090 vurderes ift. klimagassutslipp: Stordalen, Langdalen og Langtjønna. Vurdering av utslipp fra arealendring ved tilrettelegging av området er utarbeidet ihht. Statens vegvesens håndbok V712 [20].

3 Tiltaket og planområdet

3.1. Analyse- og planområde

Analyseområdet for klimagassutslipp er arealene innenfor planområdet. Planområdet ligger cirka 10 km øst for Mo sentrum og øst for Ranelva oppe i høydene nord for Fagerlia som vist i Figur 3-1. Det ligger mellom cirka 140 og 200 m.o.h.



Figur 3-1: Kartutsnitt av plan 3090.

3.2. Planlagte inngrep

Det skal fjernes torv og myr for å etablere ny flyplass. Store mengder myrmasser og vegetasjonsdekke skal graves ut og disponeres i planområdet. Resterende blir liggende nedgravd under flyplassen, og er tapt som naturmiljø. Planområdet skal ta imot disse myrmassene, og de skal disponeres på best mulig måte. Planen er ment som avbøtende tiltak for å forsøke å redde myrmassene ved reetablering av myr. Lokal håndtering er vurdert som den mest fornuftige løsningen. Alternativer til disponering av masser utenfor planområdet er ikke vurdert her.

Prosjektet for flyplassen oppgir følgende hovedmengder og dimensjoner for masser som det er behov for å lagre innenfor planområde 3090:

- Ca 450 000 m³ myr og torv.
- Ca 200 000 m³ vegetasjonsdekke, inkl. røtter.

Dette gir totalt 650 000 m³ masse til planområdet.

3.3. Utredningstemaer

Utredningstema for konsekvensutredningen er oppsummert i tabellen under.

Tabell 3-1: Utredningstema for konsekvensutredningen.

Tema	Hva skal beskrivelsen inneholde	Kunnskapsgrunnlag
Klimagassutslipp fra tilrettelegging av planområdet	<p>Bakgrunn: Ved tilrettelegging av området vil karbonlager i vegetasjon som fjernes gå tapt, i tillegg til at anleggsarbeid og massetransport gir direkte og indirekte utslipp av klimaendringer.</p> <p>Utredningsbehov: Vurdering/estimat av CO₂-utslipp ved tilrettelegging av området før disponering av myrmasse kan starte.</p>	<p>Kilden ved NIBIO for informasjon om naturtyper og bonitetsklasse for planområdet [15].</p> <p>Miljødirektoratets verktøy for utslipp ved arealendring for vurdering av områdets opptak/utslipp av klimagasser uten påvirkning. VegLCA og NV GHG for utslippsberegning av tilrettelegging.</p>
Klimagassutslipp fra omdisponering av myr	<p>Bakgrunn: Myr inneholder store mengder karbon. Ved omdisponering av massene vil karbonet over tid bindes med oksygen i lufta og danne CO₂.</p> <p>Utredningsbehov: Vurdering/estimat av CO₂-utslipp omdisponering av myr kan medføre. Gjennomgå erfaring og litteratur for flytting og reetablering av myr, for å skape et best mulig kunnskapsgrunnlag for gjennomføring av prosjektet.</p>	<p>Gjennomgang av litteratur om myr, avbøtende tiltak og klimagassberegning av myr. Prosjektspesifikk utslippsfaktor for myr som skal omdisponeres, utarbeidet av Rambøll.</p>

3.4. Avgrensning av fagtema

Denne konsekvensutredningen er begrenset til å omhandle klimagassutslipp, og konsekvenser for andre fagtema vurderes ikke her.

4 Kunnskapsgrunnlag

Relevant og oppdatert kunnskap om klimatemata og vurdering av planen, eller tiltakets virkninger på disse, er nødvendig grunnlag for å ta gode beslutninger. Her følger en beskrivelse av myr som økosystem og karbonlager, en gjennomgang av litteratur for avbøtende tiltak og klimagassvurdering av myr. Flytting av utgravde myrmasser fra flyplassprosjektet til plan 3090 handler i større grad om reetablering enn restaurering av myr, men restaureringsprosjekt har vært mer utbredt og erfaringsgrunnlaget her er større og man kan hente nyttig kunnskap angående suksesskriterier fra disse. Sammendraget er hovedsakelig basert på relevante forskningsartikler og tidligere arbeid, samt en orienterende litteraturstudie av Sweco i forbindelse med prosjektet Ny Lufthavn i Mo i Rana [19] og konsekvensutredningen «Naturmangfold og karbonregnskap i Høgevarde fritidspark: Virkninger og avbøtende tiltak» [9].

4.1. Myr som økosystem og karbonlager

Myr er den økosystemtypen som inneholder størst karbonmengde per areal enhet sammenlignet med andre typer landareal, cirka tre ganger så mye som skog og jordbruksareal [5]. Torv består av mer enn 30 % dødt organisk materiale i tørrvekt, som igjen har et karboninnhold som ofte er over 50 %. Den viktigste karbonlagringen i myr er generelt gjennom fotosyntese, hvor atmosfærisk CO₂ tas opp og lagres som karbon i torven. Det skjer noe utveksling ved at karbon løses i vann og fraktes inn og ut av systemet. Karbontap fra intakt myr skyldes hovedsakelig utslipp av CH₄ (metan) fra anaerob nedbryting. Denne faktoren er i størst grad styrende for om en intakt myr har netto opptak eller netto utslipp av klimagasser [2]. Det er stor variasjon i netto opptak og utslipp fra myr, så skal man si noe nøyaktig om karbonsyklusen til en spesifikk myr kreves detaljert overvåking av klimagassutveksling over lengre tidsperioder og til ulike årstider [7]. Gjennomsnittlig opptak av karbon i norske myrer er estimert til 19 gC/m² pr år, og viser at det på generell basis kan antas at en urørt myr har netto opptak av karbon [22].

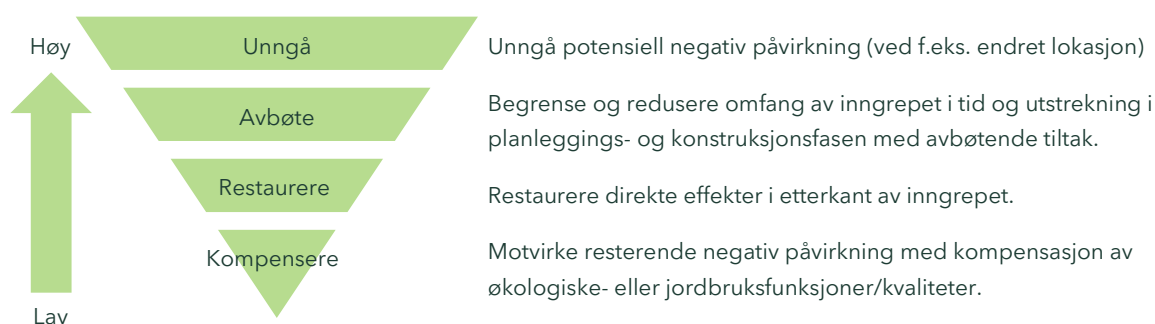
Vannstands nivå er den viktigste økologiske faktoren på myr, og alt som påvirker hydrologien i myra påvirker samtidig klimagassfluks. Myr er tilnærmet klimanøytral når vannivået er cirka 0-10 cm under bakkenivå [4]. Når myrmassene graves ut og kommer i kontakt med luft, eller vannivået senkes og lufttilgangen økes, vil lufttilgang og økt jordrespirasjon føre til utslipp av klimagasser. Karbonlageret i myr er derfor sårbart mot alle inngrep som forstyrrer vanninnholdet og oksygentilgjengeligheten.

4.2. Avbøtende tiltak

Eksisterende kunnskapsgrunnlag handler hovedsakelig om restaurering av myrer, men det foreligger også noe litteratur om reetablering. Disse dreier seg i stor grad om bløtlegging

(rewetting)¹, og trekker frem suksesskriterier for å lykkes, kompleksiteten rundt myras økologi og hvordan dette påvirker klimagassutslipp.

Statens Vegvesen har utarbeidet en rapport som presenterer kunnskap om god forvaltning av myr i vegplanlegging, bygging og drift [1]. Rapporten foreslår en rekke tiltak for å i minst mulig grad bygge ned og ødelegge verdifulle naturområder. Tiltakshierarkiet i Figur 4-1 viser at den ønskede fremgangsmåten er ved å unngå, avbøte, restaurere og kompensere, i synkende rekkefølge. Det eneste tiltaket som ikke forringer viktige naturområder er ved å **unngå** negativ påvirkning. Hvis dette ikke er mulig skal man foreta avbøtende, restaurerende og/eller kompenserende tiltak. Her gjennomgås eksisterende litteratur til å beskrive alternative avbøtende, restaurerende og kompenserende tiltak som er aktuelle ved inngrep i myrområder.



Figur 4-1: Tiltakshierarki for arealplanlegging i myrområder, etter Statens Vegvesen [1].

Avbøtende tiltak innebærer at man i størst mulig grad reduserer omfanget av inngrepet i tid og utstrekning. Dette kan gjøres ved å redusere anleggsveier, deponiområder eller lignende. Utbyggingen bør legges i utkanten av myra og fortrinnsvis oppstrøms, ettersom utbygging nedstrøms kan fungere som grøfting. Dette drenerer vannet ut av myra og gir lavere grunnvannstand, noe som øker tilgangen på oksygen og nedbryting av det organiske materialet i torvjorda. Det er viktig at grunnvanntilsig og naturlige vannforekomster ikke blir blokkert eller forurenset av avrenning fra utbyggingen. Dersom det legges vei langs myra, bør det lages bratte vegkanter for å minimere inngrepsområdet. Bygging av bru over deler av eller hele myra, samt tiltak for dyr som lever i området er andre avbøtende tiltak som kan vurderes [2][11].

For plan 3090 er avbøtende tiltak spesielt relevant ved anleggsutførelse og etablering av anleggsveier. Arbeidet bør detaljplanlegges for å påse at maskinarbeid gjøres så skånsomt som mulig og tilpasset terrenget. Området må også ryddes i ettertid.

Restaurering er et bidrag til gjenopprettelse av økosystemer som er blitt redusert, skadet eller ødelagt. Fokuset ved restaurering av våtmark er å tilbakeføre naturområder til en

¹ Rewetting innebærer å fylle på med vann, med det formål å gjenopprette stabilt vannivå.

tidligere økologisk referansetilstand, og dermed redusere klimagassutslipp, bedre tilpasning til klimaendringer og den økologiske tilstanden. Dette gjøres ved gjengraving av grøfter, heving av grunnvannstanden og gjeninnføring av myrvegetasjon.

Miljødirektoratet publiserte i 2016 en femårig plan for restaurering av våtmark i Norge [11]. Arbeidet ble utført i samarbeid med Lanbruksdirektoratet. Planen ble oppdatert i 2020, og gjelder for 2021-2025. Myrrestaurering er et tiltak som innebærer å tilbakeføre menneskepåvirket myr til naturlig tilstand gjennom tetting av grøfter, heving av grunnvannstanden og gjeninnføring av myrvegetasjon. For å lykkes med restaurering av drenert eller utgravd myr er det avgjørende å få tilbake de samme hydrologiske forholdene og vannstandnivå som var før inngrepene skjedde [23].

Restaurering av myr og torvmark som er utsatt for drenering kan føre til ny karbonlagring og reduserte utslipp, men bildet er komplisert, og nettoeffekten av myrrestaurering er ofte at myra forblir en netto kilde til utslipp av klimagasser. Dette skyldes at heving av vannivå gir høyere utslipp av CH₄. Flere studier drøfter at dette kan betraktes som et overgangsfenomen fram til myras økologiske tilstand er reetablert, men det finnes eksempler på at myr 30 år etter restaurering har netto utslipp, og ikke opptak, av klimagasser [21]. Årsaker til dette er hovedsakelig variabelt vannspeil og hvilke arter som har etablert seg på myra².

Den reelle påvirkningen av myr på global oppvarming er sammensatt av netto utslipp av CO₂, CH₄ og N₂O, oppvarmingspotensialet til gassene og hvilken tidsskala man vurderer³. Selv om det ikke lykkes å komme tilbake til en situasjon med netto karbonopptak vil rewetting og restaurering generelt føre til reduksjoner i CO₂-utslipp [7]. Nyere forskning støtter restaurering av myr som tiltak for å redusere klimagassutslipp, til tross for at CH₄-utslippene øker de første årene [23].

Dersom restaurering av myr skal lykkes er avgjørende å gjenskape de hydrologiske egenskapene til området. Her bør naturlige vannkilder ivaretas og utnyttes. Oppsummert følger mulige tiltak for å ivareta myras hydrologiske egenskaper [10][11][23]:

- For å opprettholde vannivået i torvmasser som ligger i randsonen av områder som graves ut og vil bli drenert, kan man lede overvann fra tette flater inn til infiltrasjonsgrøfter i randsonen mellom utgravd myr og gjenværende myrmasser.
- Igjenfylling av grøfter for myrområder som har vært utsatt for drenering. Tetting av grøften vil stanse den pågående dreneringen, og være et steg for å øke grunnvannstanden tilbake til normalen. Det er ulike metoder for igjenfylling av myrgrøfter. Man kan bruke torvmassene som ble fjernet fra grøften dersom disse er tilgjengelig, eller utgravde torvmasser fra andre myrområder. Det er gunstig å bruke utgravde torvmasser som fyllmasse, ettersom dette reduserer nedbrytingen i massene selv. Hvis det ikke er tilstrekkelig med masser til å gjenfylle alle grøftene er det anbefalt å prioritere fullstendig fylling av enkelte områder framfor delvis utfyllingen av hele

² Noen planter transporterer CH₄ gjennom luftvev før den brytes ned av metanotrofe bakterier.

³ For å regne utslipp av klimagasser om til CO₂e (CO₂-ekvivalenter) brukes GWP-faktorer. Klimagasser måles med en GWP-faktor (Global warming potential), som er et mål på akkumulert oppvarmingseffekt sammenlignet med effekten av CO₂ over en valgt tidshorisont. GWP-verdien varierer avhengig av valgt tidshorisont, ettersom gassene har ulik levetid i atmosfæren.

området. Til slutt bør det legges et lag med torvmose for å øke revegeteringen og stabiliteten på grøften. Dersom grøftene er store eller har spesielt bratte helninger kan det være aktuelt å konstruere vegger av tre, sandsekker, tømmer eller kryssfinerplater [1]. En alternativ løsning til igjennfylling med torvmasser er å blokkere grøftene ved å fylle de med vann.

- I spesielt tørre myrområder med store mengder utgravd torv kan det være aktuelt å vanne ved bruk av introduserte vannkilder⁴, eller ved å pumpe avrent overflatevann tilbake til området. Det er viktig at vannet som tilføres har riktig pH-verdi og næringsinnhold. Da må det planlegges for tilrettelegging av pumpehus.
- Bygging av vannreservoar kan brukes som vanntilførsel til tørre myrområder. Vannreservoar kan også fungere som buffersone for overskuddsvann eller skape habitater og bidra positivt til artsmangfoldet.
- Dersom profilen i det påvirkede området har fått unaturlig kurvinger og topografi kan man jevne ut myrområdet. Kurvinger vil tørke ut opphøyningene og kunne hindre etablering av myrvegetasjon. Dette tiltaket er kun aktuelt for områder som ikke naturlig har forhøyninger.
- Det kan tilføres strå eller halm for å restaurere den naturlige transpirasjonen i tillegg til grunnvannstanden. Strået vil skape et luftlag med høy fuktighet og dagtemperatur, i tillegg til å minimere utfordringer med tele.

Videre er revegetering og skjøtsel viktig for å restaurere et myrområde. Dette kan gjøres gjennom aktive eller passive tiltak, og metodene bør velges på bakgrunn av prosjektets mål, områdets egenskaper og forventet skadeomfang. Alle tiltak må vurderes opp mot Naturmangfoldsloven. For å hindre innførsel og innvandring av uønskede arter må forskrift om innførsel og utsetting av fremmede organismer etterfølges.

Følgende tiltak kan være aktuelle:

- Passiv naturlig revegetering, som innebærer å la det berørte myrområdet ligge urørt etter inngrepet, slik at arealet gror igjen naturlig uten beplantning eller menneskelig hjelp. Jorden inneholder ofte spiredyktige frø, sporer og plantedeler som naturlig spres videre. Metoden tar lang tid, og resultatet påvirkes av klima, næringsinnhold og eventuelle forstyrrelser.
- Naturlig revegetering ved tilføring av toppmasser, som innebærer at toppmasser tilføres. Disse inneholder frø, spirer og plantedeler som vil spres, og at området får gro naturlig.
- Gjødsling er aktiv tilførsel av næring og organisk materiale som kan øke reetablering av myra. Det må gjøres en spesifikk vurdering for området og nødvendig gjødselmengde for å hindre overgjødsling og eutrofiering.
- Planting eller såing med lokale plantemateriale er et aktivt tiltak for revegetering. Det er viktig å velge sporer, frø og plantedeler fra lokale områder med lignende vegetasjon for å hindre fremmede arter, lang transport og for å bevare stedegen genetisk variasjon.
- Fjerning av trær og busker som har oppstått etter inngrep er et aktivt tiltak, dersom disse hindrer revegetering av naturlige arter.

⁴ Gjelder spesielt tørre områder hvor store mengder torv er gravd ut. Se [1] for mer info.

Et annet restaurerende tiltak er omgraving av myrmasser. Dette innebærer å legge mineraljord på toppen av drenerte myrmasser, noe som vil redusere tilgangen til luft. Undersøkelser har vist at dette gir reduserte CO₂-utslipp over tid.

Tekniske inngrep og forstyrrelser i myrområder har negative konsekvenser utover å medføre klimagassutslipp. Myra tilbyr viktige økosystemtjenester som flomdemping, forebygging mot skog-, torv- og lyngbrann, reduserer avrenning og bedrer vannkvaliteten, og disse forsvinner ved utgraving og nedbygging. Videre vil fragmentering av arters habitat kunne påvirke biologisk mangfold. For å lykkes med restaurering av forringet myr må man også sørge for at de økologiske funksjonene blir reetablert og at man gjenskaper sammenhengen mellom oppdelte områder.

Kompenserende tiltak handler i denne sammenheng om å kompensere fysisk for viktige økologiske funksjoner i naturområder som går tapt. Kompensasjonstiltakene utløses normalt der det ikke er mulig å unngå eller tilstrekkelig redusere og avbøte skadene på naturverdier [8]. Et kompenserende tiltak ved utgraving av myr kan være å bruke de utgravde torvmassene til rehabilitering av myrer i nærområdet. Massene kan legges på toppen av drenerte myrmasser som beskrevet over, eller brukes til å tette igjen dreneringsgrøfter for å heve grunnvannsnivået noe som reduserer nedbrytingen og CO₂-utslippene fra allerede drenerte myrer [10].

For å redusere mengden myrmasser som skal disponeres innenfor plan 3090 kan det utredes om noen av massene kan benyttes lokalt til å tette nærliggende tidligere grøftede myrer, men her er det snakk om så store mengder at ikke alt vil kunne håndteres på denne måten.

4.3. Flytting og reetablering av myr

I dette prosjektet skal utgravde myrmasser flyttes og forsøkes reetablert innenfor plan 3090. NaturRestaurering AS jobber med kartlegging og konsekvensutredning innen naturmangfold i ulike plansaker, og har god kunnskap om restaurering og flytting av myr. Deres rapport «Naturmangfold og karbonregnskap i Høgevarde fritidspark: Virkninger og avbøtende tiltak» danner grunnlag for konsesjon og detaljregulering, og gjennomgår alternativer for prosjektgjennomføring med tanke på å redusere de antatt store negative konsekvensene på spesielt myr og karbonregnskap [9]. De trekker frem en rekke råd og erfaringer vedrørende avbøtende tiltak og metoder for flytting av myr. Rapporten poengterer at flytting og etablering av ny myr er lite utprøvd og at det må påregnes tap av bundet karbon de første (ti)årene etter prosjektet.

I prosjektet ble det ble det vurdert avsetting av myrmasser som topplag på eksisterende myr, som ligner alternativet for disponering av myrmasser i plan 3090. Her skulle et område demmes opp, noe som gir høyere vannstand og grunnlag for å etablere en høyere myr ved å flytte masser fra arealer som graves ut. De påpeker at tiltaket teoretisk sett kan fungere, men siden det ville forringet rekreasjonsverdien til området ble ikke tiltaket vurdert videre. Det poengteres også at det vil være vanskelig å skape et stabilt myrhabitat ved endrede hydrogeologiske forhold etter oppdemming og økt vanntilførsel til systemet, og fordi det vil kunne være en langvarig periode før myra er revegetert og fremstår naturlig etter flytting.

Sweco har i forbindelse med prosjektet Ny lufthavn i Mo i Rana sammenfattet et utvalg av erfaring- og litteraturstudie på flytting og reetablering av myr. Rapporten trekker frem flere suksesskriterier og fallgruver fra sammenlignbare prosjektet.

Oppsummert følger viktige råd og erfaringer ved flytting av myr fra Naturrestaurering og Sweco [19][9].

Valg av erstatningsområder. Myrmasse bør flyttes og etableres til områder med helt forringet/ødelagt natur, eksempelvis et steinbrudd. Ved etablering i intakte naturtyper slik som skogsmark vil en ikke oppnå en positiv effekt på verken naturmangfold eller karbonbalanse, da skog og skogsmark også lagrer mye karbon. Videre må erstatningslokale ha riktig forhold, herunder:

- Stort nok nedbørsfelt for å sikre tilstrekkelig naturlig vanntilførsel, samt vurdere landskapet og oppstrømsområde ihht. infiltrasjonsområde.
- Identifisere at landskapet er passende og kan danne et godt grunnlag for reetablert myrområde. For å vite at den reetablerte myra vil opprettholdes som myr over tid må man vurdere klima, hydrologi, geologi og topografi. Vannets flytretning og helling i landskapet er viktig for å hindre at det danner seg vannveier som vasker ut karbon.
- Man må vurdere mulighetene for å oppnå de samme fysiske og kjemiske tilstandene som den opprinnelige myra.
- Litteraturstudien til Sweco [15] poengterer at det ikke er å anbefale å legge myrmassene i vann, da det forurenser vannet, forringer et fungerende naturmiljø, samt risikerer utslipp av CO₂ og CH₄ [19].

Kartlegging. For å lykkes med reetablering av myr må man gjenskape hydrologiske, økologiske og geologiske forhold som tilsvarer den dominerende myrtypen i området. Man bør bevare den naturlige myrprofilen, da dette bestemmer myras økohydrologiske funksjoner. For å reetablere myra må man derfor kartlegge de økohydrologiske faktorene. Dette er også viktig for å vite hva som eventuelt går tapt.

Detaljert planlegging og utførelse, både av tilrettelegging av området og anleggsarbeid.

- Nytt område må være klargjort før utgraving av myrmasse starter:
 - Sikre at det har minimalt utskifting av vann, og at området kan holde jevnt vannspeil
 - Sikre at man unngår eroderende vannveier eller gjørmebad
 - Evt. bygge demning for å holde på vannet
- Avbøtende tiltak ved anleggsarbeid og etablering av anleggsveier på myr og sårbart terreng bør utredes og planlegges.
- Ved transport, mellomlagring og etablering er det essensielt at utgravde masse holdes så fuktige som mulig og eksponeres for minimalt med oksygen. Mellomlagring bør helst unngås.
- Ved utgraving bør man ivareta hele flak med vegetasjon og toppjord, for å sikre at levende planter og frø skaper et grunnlag for revegetering og slik at området får gro igjen naturlig basert på plantematerialet i massene. Vegetasjonen er viktig for myras

klimagassutslipp, og oppbyggingen av biomasse har spesiell betydning for om nedbrytningen avgir CH₄⁵.

- Ved utlegging må man sørge for at myrmassene ikke blir gjørme, ved at de fordeles og pakkes jevnt ved utlegging
- Raskest mulig opprette stabilt vannspeil på 0-10 cm under overflaten. Demning kan bygges for å holde på vannet.
 - En bør tilpasse etterfylling med vann ettersom nye masser kommer til slik at en unngår at massene blir for bløte (gjørme), eller for tørre (taper karbon).
 - Man bør helst unngå vannstand over terrengnivå/oversvømmelse av myr. Myr er tilnærmet klimanøytral når vannstanden er 0-10 cm under overflaten. Utslipp av klimagasser øker ved både drenering og oversvømmelse, med cirka 3 kg CO₂e/m² pr år ved drenering og cirka 1 kg CO₂e/m² pr år ved oversvømmelse⁶.
- Raskest mulig gjenskape topplag med levende torvmose. Dette kan gjøres ved å spre oppkuttete torvmoser utover arealet, ettersom torvmose kan gro til fra fragmenter.

Oppfølging og overvåking.

- Området må overvåkes i flere år framover, ved å bl.a. jevne ut tørre rygger/kuler og fjerne vannkrevende vegetasjon som trær og busker. Involverte aktører må være forberedt på å ta denne kostnaden.
- Gjøre sjekk mot de økohydrologiske faktorene til den originale myra.

For avbøtende tiltak og restaurering ved inngrep i myr poengteres følgende:

- Det må påregnes tap av karbon fra myrmassene ved håndtering og flytting.
- Det vil mest sannsynlig vil være netto utslipp av klimagasser, ettersom en generelt ser utslipp av CH₄ fra nyopprettet erstatningsareal og oppdemning av tidligere myrområder.
- Det kan ta minst 10-20 år før karbonbalansen er tilsvarende nåsituasjon, gitt at man lykkes med reetableringen.

4.4. Litteraturgjennomgang klimagassberegning av myr

Bundet karbon i myr er jevnt fordelt i massene nedover i dybden, i motsetning til andre jordmasser hvor karbonet hovedsakelig er lagret i toppsjiktet. Dette betyr at jo dypere myra er, jo større klimagassutslipp hvis den fjernes. Mengden lagret karbon avhenger også av aske- og næringsinnholdet i myra. Myra inneholder også ulike mengder CH₄ i vannmettede lag, men det er stor usikkerhet i mengden.

⁵ Metan, CH₄, dannes anaerobt i torvlagene som er mettet på vann, og når metanen passerer øvre torvlag med tilgang på oksygen brytes mye metan ned. Hvis det vokser planter med grovt luftvev kan metanen transporteres rett fra de vannmetta torvlagene til atmosfæren, og unngå nedbryting i øvre torvlag. Planter med luftvev er likevel en tilpasning til anaerobe forhold, da det gjør at planten kan transportere oksygen ned til røttene også. Her dannes det en oksygensone rundt plantens røtter, hvor metannedbrytende organismer trives. Dette er en finstemt balanse.

⁶ Rapporten bruker resultater fra [4].

For beregning av klimagassutslipp legges det gjerne til grunn at alt karbon frigjøres fra både jord og biomasse etter uttak og oppgraving. Dette er i henhold til innrapportering av nasjonale klimagassutslipp til FNs Klimakonvensjon. Basert på arbeid av Bioforsk [5], hvor karbonlager for de viktigste areal- og naturtypene i Norge er oppsummert, kan karbonlageret i myr beregnes på grunnlag av torvdybde, volumvekt og prosent karbon i torva, $C_{\text{lager}} = \text{dybde} \cdot \text{Volumvekt} \cdot C_{\text{konsentrasjon}}$.

I rapporten antas gjennomsnittlig torvdybde, dybde, å være 0,65 meter for grunn myr, 2 meter for djup myr og 1 meter for myr som ikke er egnet for dyrking eller skogproduksjon. Volumvekt er antas å være 0,068 kg/liter, 0,085 kg/liter og 0,15 kg/liter for henholdsvis lite, middels og sterkt omdannet torv. C-innholdet i torv, $C_{\text{konsentrasjon}}$, er antatt å være 48,5 % i gjennomsnitt, basert på 51 % C av organisk innhold og 5 % askeinnhold.

Ovennevnte parametere brukes til å estimere karbonmengder for hovedkategorier av myr og torvmark som er kartlagt i det økonomiske kartverket. Her er dybden som brukes i beregningene kjent for grunn myr, djup myr, og myr uegnet til dyrking. Det er ikke utviklet gode gjennomsnittstall for C/m³ i ulike norske myrer, men basert på [5] kan man gjøre følgende tilnærming: der dybden er kjent brukes tonnC/dekar og dybden til å regne kgC/m³. Deretter regnes kgC/m³ for hver overkategori ved å bruke et vektet snitt etter areal. Utslippsfaktoren i CO₂ fremkommer ved å bruke forholdet mellom CO₂ og C, som er 3,67.

Tabell 4-1: Utslippsfaktorer mer arealenhet og volumenhet, basert på [5].

	Fra Grønlund et.al (2010) [5]				Beregnet		
	areal, km ²	mill tonn C	tonnC/ dekar	dybde, m	kgC/ m ³	kgCO ₂ / m ²	kgCO ₂ / m ³
Totalt åpen myr og torvmark	15206	829	55		43	202	160
Åpen myr	14385	771	54		43	198	158
Egnet for dyrking	4322	293	68		46	250	168
<i>Grunn myr</i>	1548	49	32	0,65	49	117	181
<i>Djup myr</i>	2773	245	88	2	44	323	161
Egnet for skogproduksjon	2480	165	67		44	246	161
<i>Grunn myr</i>	806	25	31	0,65	48	114	175
<i>Djup myr</i>	1674	140	84	2	42	308	154
Ikke egnet for skogproduksjon/dyrking	7583	312	41	1	41	150	150
Torvmark	821	58	71		53	261	193
Egnet for dyrking	477	36	75		55	275	201
<i>Grunn myr</i>	219	8	36	0,65	55	132	203
<i>Djup myr</i>	258	28	108	2	54	396	198
Egnet for skogproduksjon	344	22	64		50	235	182
<i>Grunn myr</i>	174	6	33	0,65	51	121	186

Djup myr	170	16	97	2	49	356	178
----------	-----	----	----	---	----	-----	-----

Det gjennomsnittlige karboninnholdet per dekar i Norge er estimert til 55 tonnC/dekar for åpen myr og torvmark. Gjennomsnittsverdien for grunn og djup myr er hhv. 32 og 88 tonnC/dekar. Dette gir følgende utslippsfaktor per kvadratmeter og kubikkmeter:

Tabell 4-2: Utslippsfaktorer per arealenhet og volumenhet, basert på [5].

	Fra Grønlund et.al				Beregnet		
	areal, km ²	mill tonnC	tonnC/dekar	dybde, m	kgC/m ³	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /m ³
Totalt åpen myr og torvmark	15206	829	55		43	202	160
Grunn myr	2747	88	32	0,65	49	118	181
Djup myr	4875	429	88	2	44	323	161
Ikke egnet	7583	312	41	1	41	150	150

Basert på tall for omdanningsgrad og tilhørende volumvekt, torvdybde, og prosent karbon i torva er følgende utslippsfaktorer per kvadratmeter og kubikkmeter beregnet for grunn og djup myr, avhengig av omdanningsgrad:

Tabell 4-3: Utslippsfaktorer per arealenhet og volumenhet, beregnet etter [5], gitt omdanningsgrad.

Omdanningsgrad	Von Post-Skala	Volumvekt kg/l	Grunn myr		Djup myr	
			kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /m ³	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /m ³
Lite	1	0,068	79	121	242	121
	2	0,068	79	121	242	121
	3	0,068	79	121	242	121
Middels	4	0,085	98	151	303	151
	5	0,085	98	151	303	151
	6	0,085	98	151	303	151
Sterkt	7	0,150	174	267	534	267
	8	0,150	174	267	534	267
	9	0,150	174	267	534	267
	10	0,150	174	267	534	267

Statens Vegvesen oppgir en utslippsfaktor på 201,9 kgCO₂/m², basert på at gjennomsnittlig karboninnholdet per dekar myr i Norge er 55 tonnCdekar⁻¹ for åpen myr og torvmark etter arbeidet til Bioforsk [6]. Metodenotatet beskriver at faktoren er for 1 m dybde, og justeres derfor til 201,9 kgCO₂/m³. Dette brukes i VegLCA, som er Statens vegvesen sitt verktøy for klimagassberegning av veiprosjekt, og i Statens vegvesens håndbok V712. Klimagassberegningene for uttak av myr er basert på at alt karbon som er

lagret i myrmassene frigjøres, uavhengig av tiden dette tar. Faktoren tar ikke hensyn til utslipp av andre klimagasser.

Miljødirektoratet sitt verktøy for klimagassutslipp knyttet til arealendring ser på årlig opptak og utslipp av CO₂, CH₄ og N₂O over 20 år etter en arealendring [13]. Verktøyet regner ut nedbryting av karbon i 20 år, basert på en faktor på 2,9 kgCO₂e/m² pr år etter [5]. Dette vil ikke inkludere nedbryting av karbon som skjer etter 20 år. Dette gir en faktor på 58,3 kgCO₂e/m² når myr bygges ned til utbygd areal. For vurdering av karbonopptak i intakt myr brukes en faktor tilsvarende 20,1 kgCO₂/m² pr år.

I realiteten er det stor usikkerhet knyttet til hva som skjer med bio- og jordmassen etter uttak og hvorvidt alt karbon frigjøres eller om noe forblir bundet i massene. Utslippene fra uttak kan være både mindre og høyere, avhengig av hva som skjer med torven som fjernes. Legges torvmassene i deponi vil de fortsette å brytes ned til de forsvinner.

Effekt av tiltak over tid avhenger av arealets evne til å lagre karbon, hva det blir omdisponert til, og hvor mye av vegetasjonen og jordsmonnet som fjernes og forstyrres. Ved en arealbruksendring er det størst utslipp det første året etter endringen, dersom levende biomasse fjernes. Dette regnes som et umiddelbart utslipp. Å ta høyde for variasjon i alle faktorer er utfordrende, og utslippsfaktorene tilpasses ofte en standardperiode på 20 år ihht. IPCCs retningslinjer [3].

4.5. Klimagassberegning for drenert, oversvømt og reetablert myr

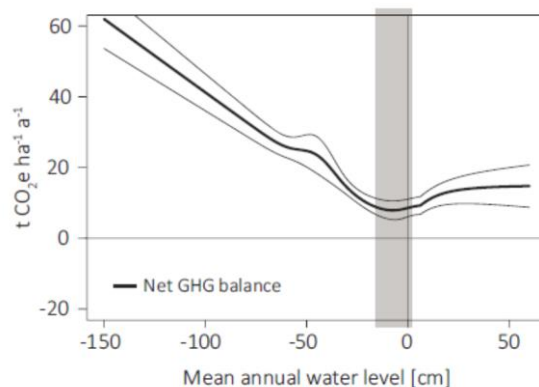
Ved restaurering av drenerte myrer ved økning i vannstanden ofte gi en reduksjon i CO₂- og N₂O-utslipp, men en økning i utslipp av CH₄. Dette utslippet vil overskride karbonfangsteffekten i den første tiden etter etablering/restaurering. Ved restaurering eller nyetablering av myr vil det altså kunne være utslipp i en periode fram til myra har gått tilbake til sin økologiske tilstand. Det er stor usikkerhet rundt varigheten på selve frigjøringen av karbonet, da dette er en prosess som går over tid.

I arbeid med karbonbalanse og klimagassfluks for myr finner Evans m.fl. [4] at myr er tilnærmet klimanøytral når vannspeilet ligger cirka 0-10 cm under bakkenivå. Drenering og oversvømmelse av myrmassene fører til netto utslipp av klimagasser. CO₂-utslipp øker ved både heving og senking av vannspeil. Utslipp av CH₄ øker kun ved heving av vannspeil over bakkenivå. Omregnet til CO₂e oppgis

- oppimot 3 kgCO₂e/m² pr år ved drenering,
- oppimot 1 kgCO₂e/m² pr år ved oversvømmelse, og
- cirka 0 kgCO₂e/m² pr år ved vannspeil på 0-10 cm under bakkenivå.

Det er spesielt stor usikkerhet til utslipp av CH₄ ved heving av vannivå. [9] bruker samme utslippsfaktor i sine beregninger for Høgevarde hyttefelt.

Joosten m.fl [7] undersøker metoder for å beregne endring i klimagassutslipp ved restaurering av myr, og viser sammenhengen mellom vanddybde (i cm) og netto klimagassutslipp (netto utslipp av CO₂, CH₄ og N₂O). Resultatet er basert på en metastudie av tempererte myrer i Europa, gjengitt i Figur 4-2 [7].

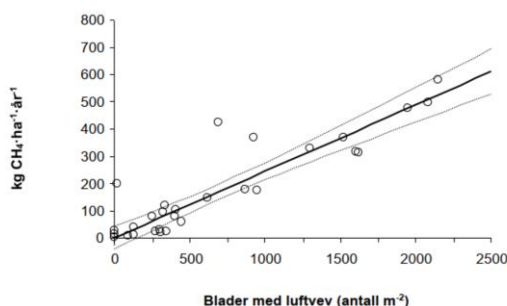


Figur 4-2: Klimagassutslipp (tonnCO₂e/ha pr år) og netto klimagassbalanse i torvmark i temperert sone i Europa avhenger av gjennomsnittlig årlig vannstands nivå [7].

Figuren gir cirka følgende utslippsfaktorer:

- Cirka 3 kgCO₂e/m² pr år for drenert myr med vannspeil på -75 cm
- Cirka 1,5 kgCO₂e/m² pr år for oversvømt myr med vannspeil på 50 cm.

Joosten et.al (2015) viser også sammenhengen mellom CH₄-utslipp og antall blader med luftvev, gjengitt i Figur 4-3 [7].



Figur 4-3: CH₄-utslipp fra myr (kgVH₄/haår) som funksjon av antall blader med luftvev per kvadratmeter.

Utslippene går fra cirka 0 til 1,68 kgCO₂e/m² pr år (tilsvare 0 til 600 kgCH₄/haår). Basert på dette kan man bruke følgende utslippsfaktor for myr som reetableres med planter som har blader med luftvev:

- 1,68 kgCO₂e/m² pr år for myr med planter som har blader med luftvev.

I et møtereferat relatert til prosjektet om ny lufthavn Mo i Rana presenterer Rambøll følgende utslippsfaktorer for myr under forskjellige forhold [18]:

- Cirka 2,9 kgCO₂e/m² pr år for deponert/drenert myr
- Cirka 2,4 kgCO₂e/m² pr år for oversvømt myr
- Cirka 2,4 kgCO₂e/m² pr år for reetablert myr uten vegetasjon
- Cirka 0 kgCO₂e/m² pr år for reetablert myr med vegetasjon

4.6. Prosjektspesifikk utslippsfaktor for myr som graves ut

I forbindelse med klimagassberegninger for ny flyplass ved Mo i Rana har Rambøll etablert prosjektspesifikk utslippsfaktor for myra som skal tas ut, og som er de samme massene som eventuelt disponeres innenfor plan 3090. Basert på fysisk prøvetaking av myrene som skal fjernes ble det etablert utslippsfaktor for lett, middels og sterkt omdannet myr [17].

Dette er et alternativ til generiske utslippsfaktorer fra litteraturen. Utslippsfaktoren gjelder for disponering av myrmassene, hvor man antar at sluttstanden til myrmassene er mineraljord med en karbonkonsentrasjon på 3 %. Dette gir følgende utslippsfaktorer for myra som graves ut i linja til flyplassprosjektet, og som alternativt disponeres innen plan 3090:

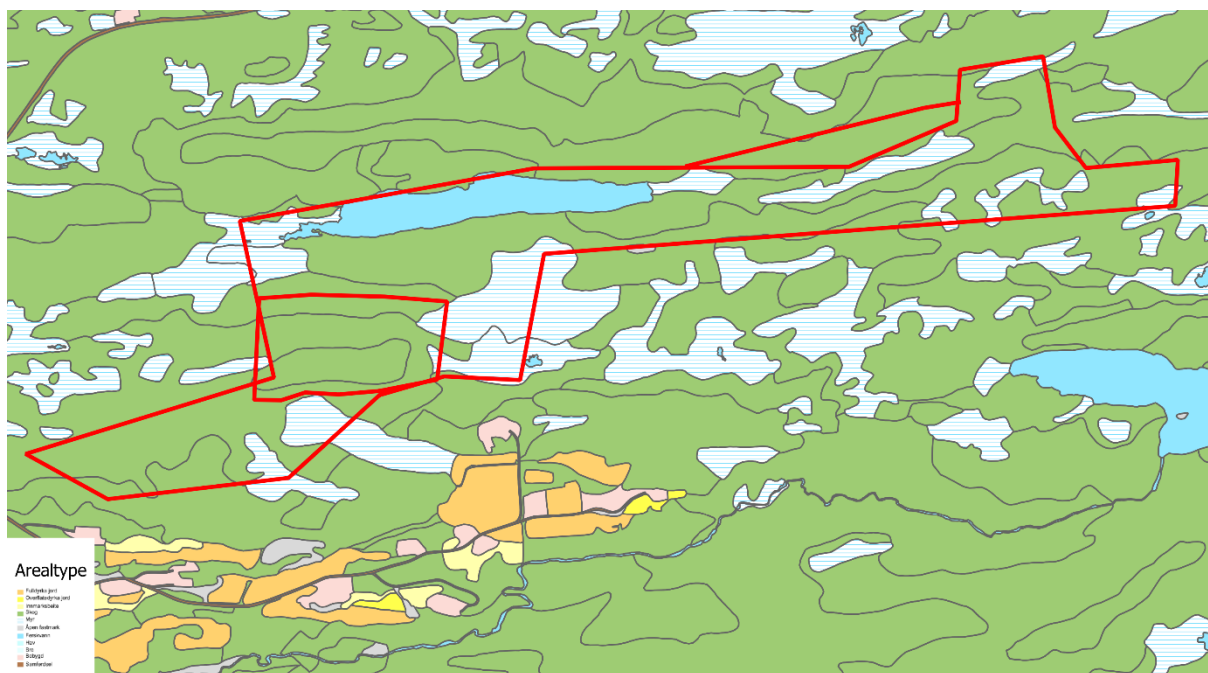
- 102 kg CO₂e/m³ for lett omdannet myr
- 112 kg CO₂e/m³ for middels omdannet myr
- 121 kg CO₂e/m³ for sterkt omdannet myr

Totalt er det beregnet et utslipp på 46 180 tonnCO₂e for 404 529 m³ myrmasser, som gir en snittfaktor på 114,16 kgCO₂e/m³ (basert på fordelingen av svakt, middels og sterkt omdannet myr).

5 Konsekvensutredning

5.1. Nullalternativet

Nullalternativet er ingen bruk av planområdet, og at massene disponeres til andre formål eller på en annen måte. Det gjøres derfor en vurdering av dagens tilstand innenfor planområdet og fremover i tid gitt at tiltaket ikke gjennomføres. Utslipp som følge av at massene disponeres til andre formål eller på en annen måte er ikke vurdert.



Figur 5-1: Skisse av plan 3090, og arealtype som faller innenfor plangrensen.

Planområdet domineres i dag av barskog med forekomster av middels rik granskog, fattigere furuskog, rik gransumpskog, høgstaudeskog og myr. Skogområdene som vil berøres er sammensatt av uproduktiv skog, lav bonitet, middels bonitet og høy bonitet. Generelt vil granskog med høy bonitet ta opp og lagre mer CO₂ per år og hektar enn skog med lav bonitet. Området domineres av organisk jord, som tilsier et større karbonlager per arealenhet enn for områder med mineraljord.

Området er i dag ikke forringet av menneskelig aktivitet, og har et naturlig opptak og utslipp av klimagasser. Opptak av klimagasser fra atmosfæren skjer når levende vekster tar opp og lagrer karbon i jord, røtter, stamme og bladverk gjennom fotosyntesen. Utslipp av klimagasser skjer naturlig gjennom nedbrytning og forbrenning. Bearbeiding av jorda vil øke nedbrytingen av det organiske materialet i jordsmonnet og gi økt utslipp av CO₂.

Skograpport i Kilden av NIBIO [15] gir areal per arealtype innenfor plan 3090. Ved å bruke Miljødirektoratets verktøy for arealbruksendring [13] er det estimert at netto utslipp fra arealet over 20 år uten noen form for arealbruksendring og inngrep er 275 tCO₂e.

Tabell 5-1: Utslipp eller opptak fra arealet over 20 år, uten noen form for arealendring/bruk.

Arealtype	Areal da	CO2 tonnCO2e	CH4 tonnCO2e	N2O tonnCO2e	I alt tonnCO2e
Skog, høy bonitet	40	-203	75	38	-90
Skog, middels bonitet	77	-241	143	72	-25
Skog, lav bonitet	172	-175	320	162	306
Skog, uproduktiv ⁷	57	-19	105	53	139
Vann og myr	92	-55	0	0	-55
SUM	438	-694	643	325	275

Dette gir en indikasjon på områdets bidrag til opptak og utslipp av klimagasser over 20 år, hvor man ser på årlig karbonfangst ved ny vekst, samt naturlig årlig utslipp av CH4 og N2O. Området har stor verdi for opptak av CO2, men er som helhet en netto kilde til klimagassutslipp grunnet utslipp av CH4 og N2O.

5.2. Disponeringsalternativ

Det er vurdert tre mulige løsninger for disponering av myrmasser innenfor plan 3090:

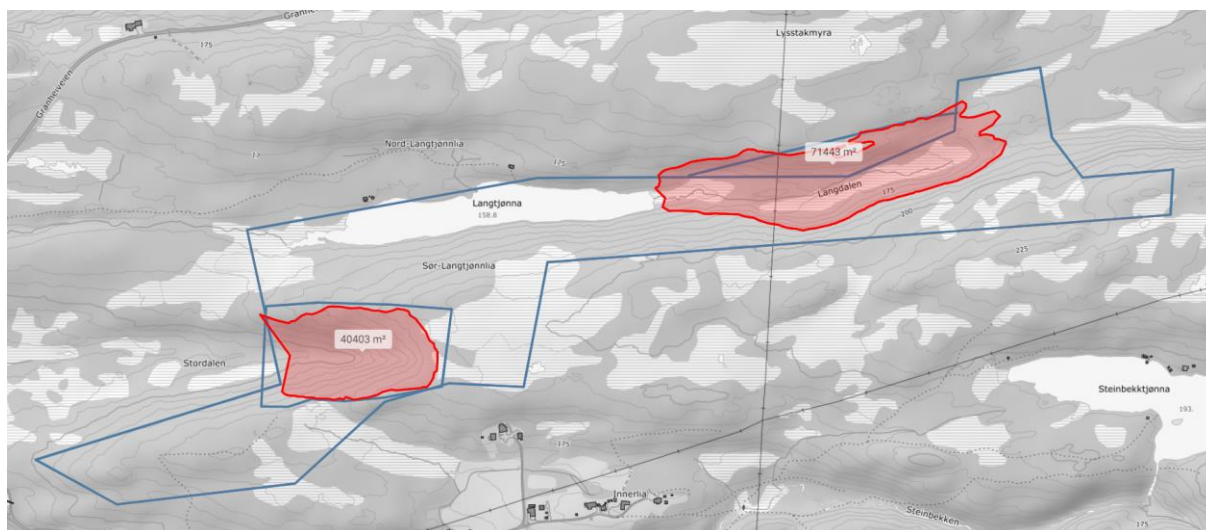
- Alternativ 1: Stordalen
- Alternativ 2: Langdalen
- Alternativ 3: Langtjønnna

Disse vurderes mot nullalternativet. Alle beregninger må betraktes som estimerer med usikkerhet. Håndtering av massene nærmest mulig flyplassen er tidligere vurdert som den beste løsningen.

5.2.1. Netto klimagassutslipp uten naturinngrep for disponeringsalternativene

Figur 5-2 viser plan 3090, hvor det skraverte området i Stordalen og Langdalen, samt Langtjønnna, er grunnlag for vurdering av alternativene. Tilsvarende som for nullalternativet er Miljødirektoratets verktøy for arealbruksendring brukt til å estimere netto utslipp for hvert område over 20 år uten noen form for arealbruksendring, gitt arealtypene som er registrert i Kilden.

⁷ Inkluderer tresatt myr



Figur 5-2: Skraverte område i Stordalen og Langdalen er grunnlag for uthenting av arealtyper (Kilden/NIBIO) og utslipp eller opptak fra arealet over 20 år uten noen form for arealendring/bruk i Miljødirektoratets verktøy

Alternativ 1: Innenfor det skraverte området i Stordalen fremkommer følgende arealtyper og klimagassregnskap:

Tabell 5-2: Utslipp eller opptak fra arealet over 20 år for Stordalen, uten noen form for arealendring/bruk.

Arealtype	Areal da	CO2 tonnCO2e	CH4 tonnCO2e	N2O tonnCO2e	I alt tonnCO2e
Skog, høy bonitet	0	0	0	0	0
Skog, middels bonitet	15	-46	27	14	-5
Skog, lav bonitet	20	-21	38	19	36
Skog, uproduktiv ⁷	5	-2	10	5	13
Vann og myr	0	0	0	0	0
SUM	41	-68	75	38	45

Alternativ 2: Innenfor det skraverte området i Langdalen, oppstrøms av Langtjønnå, fremkommer følgende arealtyper og klimagassregnskap:

Tabell 5-3: Utslipp eller opptak fra arealet over 20 år for Langdalen, uten noen form for arealendring/bruk.

Arealtype	Areal da	CO2 tonnCO2e	CH4 tonnCO2e	N2O tonnCO2e	I alt tonnCO2e
Skog, høy bonitet	37	-186	69	35	-83
Skog, middels bonitet	19	-60	36	18	-6
Skog, lav bonitet	4	-4	7	3	7
Skog, uproduktiv ⁷	0	0	0	0	0
Vann og myr	16	-9	0	0	-9
SUM	76	-259	111	56	-92

Alternativ 3: I arealendningsverktøyet til Miljødirektoratet er det ikke gitt utslippsfaktor for ferskvann, som er kategorien «vann og myr» med mineraljord. Utslipp eller opptak fra Langtjønnna over 20 år, uten noen form for arealendring, kan derfor ikke kvantifiseres i verktøyet. Ferskvann kan være både kilde til utslipp av og opptak av klimagasser, avhengig av faktorer som næringsinnhold, temperatur, oksygeninnvå, mengde organisk materiale og fotosynteseaktivitet hos planter [16].

Dette gir en indikasjon på området bidrag til opptak og utslipp av klimagasser over 20 år, hvor man ser på årlig karbonfangst ved ny vekst, samt naturlig årlig utslipp av CH4 og N2O. Markert område i Stordalen har stor verdi som karbonlager, men er en netto kilde til utslipp grunnet utslipp av CH4 og N2O. Markert område i Langdalen har netto opptak av klimagasser over 20 år. Dette indikerer at Langdalen har større verdi som karbonlager, ettersom det er større arealer av myr og skog av høy og middels bonitet.

5.2.2. Klimagassutslipp ved nedbryting av myrmasser

Dersom 450 000 m³ myr legges tørt innenfor plan 3090, uten noen tiltak for å reetablere myra, risikerer man at de brytes helt ned. Gitt prosjektspesifikk utslippsfaktor gir dette utslipp av 51 371 tonnCO₂e⁸.

Dette kan betraktes som et «worst-case»-estimat fra nedbryting av selve myrmassene dersom de disponeres tørt uten tiltak for reetablering. Dette utslippet er altså uavhengig av alternativ for plassering innenfor plangrensen, og vil også oppstå ved andre disponeringsformål gitt at det ikke gjøres eller lykkes med tiltak for reetablering.

⁸ Prosjektspesifikk utslippsfaktor som introdusert i 4.6.

5.2.3. Klimagassutslipp ved transport og anleggsarbeid

Tilrettelegging av området, transport og utlegging av myrmasser fører til indirekte og direkte utslipp av klimagasser fra materialer, anleggsarbeid, transport og arealendring.

Det er gjort et overslagsestimert av dieselforbruk og klimagassutslipp knyttet til etablering av anleggsveier, vegetasjonsrydding av skog, arealendring ved skogen som fjernes, flytting, utgraving og planering av masser. Prosjektet er ikke detaljprosjektert, så det foreligger ikke nøyaktige tall som kan brukes i en slik klimagassberegning. Resultatet er derfor et estimat som indikerer størrelsesordenen av ulike bidragsyttere, og det må forventes at utslippene øker ved økt detaljeringsgrad. Her vil det også ligge muligheter til å gjøre tiltak for å redusere utslipp gjennom krav til anleggsgjennomføring, eksempelvis bruk av fossilfritt drivstoff.

For å beregne utslippene brukes NV-GHG, som er Nye Veier sitt tidligfaseverktøy tilpasset spesielt større veiprosjekter, og VegLCA, som er Statens Vegvesen sitt verktøy for klimagassberegning av veiinfrastrukturprosjekt.

For vegetasjonsrydding er standardverdi for volum av skog per areal 0,02 m³ skog/m² areal. I skogressurskartet (SR16) til NIBIO/Kilden hentes skogvolum per ha for Stordalen og Langdalen, gjengitt i Tabell 5-4. Ved å bruke maksverdi i hvert intervall (100, 200, 300 m³/ha) er det estimert m³ skog/m² areal for Stordalen og Langdalen, som brukes i beregningene.

Tabell 5-4: Data fra skogressurskartet (SR16) og estimert m³ skog/m² areal.

Volum (m ³ /ha)	Alternativ 1: Stordalen (dekar)	Alternativ 2: Langdalen (dekar)
0-100	39	19
100-200	2	38
Estimert m ³ skog/m ²	0,008	0,012

For kilometer anleggsvei og kilometer transporterte masser er det gjort et enkelt overslag fra midten av flyplassens rullebane til midten av disponeringsalternativet. Dette gir følgende distanser:

- Alternativ 1: Stordalen - 645 m
- Alternativ 2: Langdalen - 1450 m
- Alternativ 3: Langtjønnå - 795 m

For masseflytting brukes «masseflytting av myr og andre ubrukbare masser», som inkluderer graving og planering, to lastebiltipp, og transport over den definerte distansen. I beregningene vil graving og planering tilsvare utlegging og planering av tilkjørte myrmasser og toppmasser. Tabell 5-5 viser av anleggsarbeid for tilrettelegging av området og transport av myr- og toppmasser, gitt 100 % fossil diesel til massetransport og anleggsarbeid. Resultatet er også vist med et skjønnsmessig påslag på 10 % for etablering av anleggsveier, masseflytting og utlegging. For transportdistanse av ryddet vegetasjon brukes standardverdi i VegLCA, som er 20 km.

Tabell 5-5: Overslagsestimat av utslipp relatert til tilrettelegging av området, anleggsarbeid og massetransport.

Utslipp, gitt i tonnCO ₂ e	Alternativ 1: Stordalen	Alternativ 2: Langdalen	Alternativ 3: Langtjønnna	Kommentar
Vegetasjonsrydding	0,68	2,1	0	Beregnet i VegLCA. Bruker estimert m ³ skog/m ² areal. Inkluderer anleggsdiesel og transport.
Etablering av anleggsveier	48	109	60	Beregnet i NV GHG, gitt meter etablert vei.
Masseflytting og utlegging	3324	3436	3345	Beregnet i VegLCA. Inkluderer to lastebiltipp, transport, utlegging og planering av massene.
SUM	3372	3545	3405	
SUM*	3710	3902	3745	*Med et skjønnsmessig påslag på 10 % for etablering av anleggsvei, masseflytting og utlegging.

Masseflytting og utlegging utgjør mesteparten av utslippene. Det må bemerkes at dette er et overslagsestimat, som ikke dekker alt som vil inngå av anleggsarbeid og innsatsfaktorer i tilrettelegging av området, utlegging av masser eller oppfølging i ettertid. Ved utlegging av myrmasser i Stordalen vil det for eksempel måtte etableres avsatter med stein i grunnen for å terrassere myrmassene slik at de ikke flyter utover, og i Langdalen vil det også trenge en terskel for å holde massene på plass. Dette inngår ikke i beregningene. Ved behov for sprengt stein til tilrettelegging av området bør det velges kortest mulig transportavstand, og er det overskudd av sprengstein fra flyplassutbyggingen bør disse benyttes. Masseflytting av sprengt stein har en utslippsfaktor på 0,75 kgCO₂e/tonnkm og kan gi betydelige bidrag.

5.2.4. Klimagassutslipp ved endring av eksisterende areal

Vegetasjonsrydding gir følgende utslipp relatert til arealbruksendring, estimert i VegLCA. Utslippsfaktorer for vegetasjonsendring i VegLCA følger samme datagrunnlag som Statens vegvesens håndbok V712 [20].

Tabell 5-6: Utslipp (i tonnCO₂e) relatert til arealendring ved vegetasjonsrydding.

Utslipp, gitt i tonnCO ₂ e	A: Stordalen	B: Langdalen	C: Langtjønnna
Arealendring ved vegetasjonsrydding, skog høy bonitet		1 314	0
Arealendring ved vegetasjonsrydding, skog middels bonitet	330	436	0
Arealendring ved vegetasjonsrydding, skog lav bonitet	237	43	0
Arealendring ved vegetasjonsrydding, skog impediment bonitet	21	0	0
SUM arealendring ved vegetasjonsrydding	587	1793	0

VegLCA estimerer tapt karbonlager i vegetasjonen som ryddes vekk. Det betraktes som permanent fjernet vegetasjon.

Arealendring fra etablering av anleggsveier er ikke inkludert.

5.2.5. Utslippsscenarioer ved reetablering av myr

Som diskutert i kunnskapsgrunnlaget er det stor usikkerhet i estimering av utslipp ved reetablering av myr. Utgraving, transport og utlegging av myrmassene vil endre vannspeilet og den naturlige vegetasjonen. Myra vil være sterkt forringet av menneskelig aktivitet, og en må medregne en del tap av bundet karbon de første (ti)årene. Ved god planlegging, gjennomføring og oppfølging kan man forhåpentligvis på sikt nå tilnærmet samme gassutveksling som ved nåværende situasjon, men det er ikke til å komme utenom at endring av myr vil medføre et betraktelig utslipp av CO₂.

Tabell 5-7 oppsummerer totale utslipp ved fullstendig nedbryting, som beregnet i 5.2.2. Deretter vises årlige utslipp (tonnCO₂e pr år) i ulike situasjoner for myras tilstand etter utlegging, gitt utslippsfaktorer fra litteraturgjennomgang i 4.5. Merk at disse utslippsfaktorene er per arealenhet, og dermed ikke tar hensyn til dybden av de reetablerte myrmassene.

Deretter brukes utslippsfaktorer fra Rambøll (2023) for å illustrere størrelsesorden av utslipp over 50 år for to situasjonsscenarioer: disponering av myrmasser uten og med tiltak for reetablering [18]. Det forutsettes at myrmassene transporteres fuktig og uten tilgang på oksygen, så eventuell nedbryting under transport og mellomlagring er ikke inkludert. I realiteten vil kanskje hele eller deler av massene dreneres og eksponeres for luft under utgraving og transport. Disse beregningene bruker utslippsfaktor per arealenhet, og resultatet fremkommer i stor grad av overflatearealene til de tre alternativene.

Tabell 5-7: Tabellen oppsummerer totale utslipp ved fullstendig nedbryting, årlig utslipp (tonnCO₂e pr år) i ulike situasjoner for myras tilstand etter utlegging, gitt utslippsfaktorer fra litteraturgjennomgang i 4.5, og totale utslipp over 50 år for to situasjonsscenarioer.

	Alternativ 1: Stordalen	Alternativ 2: Langdalen	Alternativ 3: Langtjønna
Totalt areal (m ²)	40 500	75 500	35 700
Totalt volum av myrmasser (m ³)	450 000	450 000	450 000
Fullstendig nedbryting til organisk jord (tonnCO₂e)			
Prosjektspesifikk utslippsfaktor (kgCO ₂ e/m ³): 114 kgCO ₂ e/m ³ . Totale utslipp (tonnCO ₂ e)	51 371	51 371	51 371
Årlig utslipp drenerte myrmasser (tonnCO₂e pr år)			
Rambøll [18]: cirka 2,9 kgCO ₂ e/m ² pr år	117	219	104
Evans et.al [4]: 3 kgCO ₂ e/m ² pr år	122	227	107

Årlig utslipp oversvømte myrmasser (tonnCO2e pr år)			
Evans et.al [4]: 1 kgCO2e/m2 pr år	41	76	36
Joosten et.al [7]: cirka 1,5 kgCO2e/m2 pr år	61	113	54
Rambøll [18]: cirka 2,4 kgCO2e/m2 pr år	97	181	86
Årlig utslipp reetablert myr uten vegetasjon (tonnCO2e pr år)			
Rambøll [18]: cirka 2,4 kgCO2e/m2 pr år	97	181	86
Årlig utslipp reetablert myr med vegetasjon som har luftvev (tonnCO2e pr år)			
Joosten et.al [7]: cirka 1,68 kgCO2e/m2 pr år	68	127	60
Årlig utslipp reetablert myr med riktig vannspeil og vegetasjon (tonnCO2e pr år)			
Rambøll [18]: cirka 0 kgCO2e/m2 pr år	0	0	0
Scenario 1: Drenerte myrmasser, utslipp over 50 år (tonnCO2e)			
<i>Det gjøres ikke tiltak/lykkes ikke med reetablering av myr, og myrmassene ligger drenerte. Dette viser utslipp over 50 år gitt areal. Totale utslipp i denne situasjonen, dersom alt brytes ned, er som beregnet over 51 371 tonnCO2e.</i>			
Rambøll [18]: cirka 2,9 kgCO2e/m2 pr år	5 873	10 948	5 177
Scenario 2: Tiltak for reetablering av myra, utslipp over 50 år (tonnCO2e)			
<i>Fra [9]: anslagsvis vil det ta minst 10-20 år før en kan regne med at karbonbalansen er tilsvarende den samme som nåsituasjon. Antar at myrmassene oversvømmes, det tar 5 år til situasjonen er reetablert med stabilt vannspeil (2,4 kgCO2e/m2 pr år). Antar deretter 15 år til situasjonen er reetablert med riktig vegetasjon (2,4 kgCO2e/m2 pr år), og at myra deretter er tilnærmet klimanøytral (0 kgCO2e/m2 pr år) etter 20 år.</i>			
Utslippsfaktorer fra Rambøll [18].	1 944	3 624	1 714

Tallene er gitt at det totale myrvolumet kan disponeres innenfor de gitte arealene. Over 50 år reduserer man utslippene med cirka 67 % i Scenario 2.

5.3. Samlet klimapåvirkning og konsekvensgrad

Av de tre undersøkte alternativene har Langdalen størst verdi som naturlig karbonlager, ifølge beregninger gjort i Miljødirektoratets arealendringsverktøy [13], da det dekker et større areal og har trær med større evne til å lagre karbon. Her ligger det noe usikkerhet i sammenligningen, siden det ikke kan gjøres vurdering av Langtjøna.

Etter M-1941 skal det vurderes konsekvens uten avbøtende tiltak [14]. Samlet klimagassutslipp skal derfor vurderes uten avbøtende tiltak for reetablering, for å vise hva som kan være utfallet dersom tiltak ikke gjennomføres. Her brukes derfor worst-case-estimatet for utslipp gitt at myrmassene blir liggende tørre og brytes helt ned. Det må

bemerkes at dette utslippet også vil oppstå ved andre disponeringsformål, gitt at det ikke gjøres eller lykkes med tiltak for reetablering.

Konsekvensgraden vurderes for hvert alternativ og for hver kilde per alternativ, etter konsekvenstabellen for klimagassutslipp i høringsversjonen av håndbok for konsekvensutredning av klima og miljø [14]. Konsekvenstabellen er gjengitt i Figur 5-3.

Skala	Konsekvensgrad	Forklaring
----	Svært alvorlig konsekvens	Mer enn 100 000 tonn CO ₂ -ekv
---	Alvorlig konsekvens	Mer enn 50 000 tonn CO ₂ -ekv
--	Betydelig konsekvens	Mer enn 15 000 tonn CO ₂ -ekv
-	Noe konsekvens	Mer enn 2 000 tonn CO ₂ -ekv
0	Ubetydelig konsekvens	
+ / ++	Noe/betydelig reduksjon i utslipp/økt opptak	Mer enn 2 000 tonn CO ₂ -ekv
+++ / ++++	Stor/svært stor reduksjon i utslipp/ økning opptak	Mer enn 50 000 tonn CO ₂ -ekv

Figur 5-3: Konsekvenstabell for klimagassutslipp, hentet fra [14].

Dersom myrmassene blir liggende tørt innenfor plan 3090 uten tiltak for reetablering risikerer man at massene brytes fullstendig ned, uavhengig av hvor de plasseres. Dette gir et utslipp på 51 371 tonnCO₂e, som tilsvarer 9 % av Ranas direkteutslipp i 2021.

For utslipp relatert til transport og anleggsarbeid, samt arealendring ved vegetasjonsrydding av skog, er estimert klimapåvirkning 3 960 tonnCO₂e for Stordalen, 5 338 tonnCO₂e for Langdalen og 3 405 tonnCO₂e for Langtjønna. Utslipp og samlet konsekvensgrad er oppsummert i Tabell 5-8.

Tabell 5-8: Samlet klimapåvirkning (tonnCO₂e) per alternativ, gitt at 450 000 m³ myr blir liggende tørt.

Samlet klimapåvirkning (tonnCO ₂ e)	Alternativ 1: Stordalen	Alternativ 2: Langdalen	Alternativ 3: Langtjønna
Disponering og fullstendig nedbryting til organisk jord ⁹	51 371	51 371	51 371
Transport og anleggsarbeid	3 372	3 545	3 405
Arealendring ved vegetasjonsrydding	587	1 793	0
SUM	55 331	56 709	54 775
Rangering	2	3	1

Samlet har alle tre alternativ en potensiell klimapåvirkning tilsvarende alvorlig konsekvens. Til sammenligning har nullalternativet et utslipp på 275 tonnCO₂e over 20 år. Merk at dette ikke inkluderer utslipp som følge av at massene disponeres til andre formål eller på en annen måte. Siden 51 371 tonnCO₂e er utslipp relatert til nedbryting av selve massene vil tilsvarende utslipp kunne oppstå ved andre disponeringsformål, gitt at det ikke gjøres eller lykkes med tiltak for reetablering.

Basert på det som inngår i beregningene er Langtjønna alternativet med lavest klimagassutslipp, deretter Stordalen og til sist Langdalen. Dette inkluderer ikke en vurdering av hvor man kan lykkes med reetablering, og [19] poengterer at det ikke er å anbefale å legge myrmassene i vann. Videre anbefaler [9] at en bør etterfylle med vann underveis som nye masser kommer til for å unngå at de legges ut i for høy vannstand og dermed blir gjørmete. Dette kan være utfordrende ved utlegging i vann hvor vannstanden allerede er høy. Utslipp relatert til nedbryting av myrmassene er langt større enn det som er estimert for anleggsarbeid og arealendring ved vegetasjonsrydding av skog, så en bør vurdere alternativene ift. hvor det er mest sannsynlig at man lykkes med reetablering for å redusere totalt klimagassutslipp. Videre må konklusjonen sees i sammenheng med andre forhold som naturmangfold og grunnforhold.

5.4. Usikkerhet

Prosjektspesifikk utslippsfaktor for myra som graves ut. Analyseresultatene for karbonkonsentrasjonen i myra var i snitt lavere enn det ofte antas i litteraturen. Dette resulterte i prosjektspesifikke utslippsfaktorer som er lavere enn de litteraturbaserte. Rambøll peker på følgende usikkerhetsmomenter ved sluttresultatet:

- Omdanningsgraden fra feltarbeidet er totalt sett vurdert for lavt ift. von Post-skalaen, grunnet feltforhold. Mange av prøvene ble etterkorrigert i lab og justert,

⁹ Worst-case-estimat, gitt at 450 000 m³ myrmasser blir liggende tørre og brytes helt ned, beregnet med prosjektspesifikk utslippsfaktor på 114,16 kgCO₂e/m³.

men for resten ble det brukt en korrigeringsfaktorer. Dette gir noe usikkerhet i faktorene.

- Ikke alle prøvetakingsposene var 100% lufttette, og eksponering for luft over tid kan ha bidratt til noe nedbryting av karbonet fram til analyse, og dermed ført til underestimering.
- Arbeidet er basert på en myrmodell, som har usikkerhet i nøyaktighet.

Den prosjektspesifikke utslippsfaktoren gir utslipp som omtales som et «worst-case»-estimat fra nedbryting av selve myrmassene dersom de disponeres tørt uten tiltak for reetablering. Dersom denne utslippsfaktoren i realiteten skulle vært høyere, vil også totalutslippene være høyere.

Netto klimagassutslipp uten naturinngrep for nullalternativet disponeringsalternativene. Resultatet gir en indikasjon på området bidrag til opptak og utslipp av klimagasser over 20 år. Usikkerheten i anslaget ligger i at beregningene er basert på bonitetsklassene innenfor opptegnet areal, og gjelder derfor til akkurat arealet som er vurdert. Videre følger usikkerhet i metodikk og utslippsfaktorer i Miljødirektoratets verktøy.

Klimagassutslipp ved transport og anleggsarbeid. Resultatene her henger tett sammen med mengder av innsatsfaktorer som inngår i beregningene. Prosjektet er ikke detaljprosjektert, så det foreligger ikke nøyaktige tall som kan brukes i en slik klimagassberegning. Dette gir usikkerhet i resultatet. Ved behov for eksempelvis sprengt stein til tilrettelegging av området vil dette bidra til økte utslipp, og det må forventes at utslippene øker ved økt detaljeringsgrad.

Klimagassutslipp ved endring av eksisterende areal. Arealendring fra etablering av anleggsveier er ikke inkludert, og vil i realiteten medføre utslipp.

Utslippsscenarioer ved reetablering av myr. Som diskutert i Kapittel 4 er det vanskelig å gjøre nøyaktige beregninger av effekten ved reetablering av myr. Utslippsfaktorene som ligger til grunn for utslippsscenarioer ved reetablering av myr vil ikke nødvendigvis representere den reelle situasjonen. Videre er de gitt per arealenhet, og tar ikke hensyn til det totale volumet av massene.

6 Ikke-teknisk sammendrag

Det er kjent at myrer inneholder store mengder karbon. Dersom myrene dreneres ved dreneringsgrøfter, dyrking eller utgraving, vil karbon i myra binde seg med oksygen i lufta og danne CO₂. Gitt det totale volumet av myrmasser som skal disponeres innenfor planområdet kan man risikere et klimagassutslipp tilsvarende 51 371 tonnCO₂e, dersom man ikke er i stand til å reetablere myra og alt lagret karbon frigis ved nedbryting til organisk jord. Dette tilsvarer cirka 9 % av Ranas direkteutslipp i 2021.

Det er gjort klimagassvurdering av tre alternativ for plassering av myrmassene innenfor planområdet: Stordalen, Langdalen og Langtjønnna. Langdalen har størst verdi som naturlig karbonlager uten noen form for naturinngrep eller arealendring. Videre er det gjort et overslagsestimat for utslipp relatert til tilrettelegging av området, transport, anleggsarbeid og arealendring ved vegetasjonsfjerning.

Samlet har alle tre alternativ en potensiell klimapåvirkning tilsvarende alvorlig konsekvens, hvor Langtjønnna har lavest og Langdalen har høyest utslipp. Denne vurderingen inkluderer ikke avbøtende tiltak for reetablering, for å vise hva utfallet potensielt kan være. Utslippene relatert til at myra brytes ned vil også kunne oppstå ved andre disponeringsformål, gitt at det ikke gjøres eller lykkes med tiltak for reetablering.

Det er også vist utslipp over 50 år for to scenarier: disponering av myrmasser uten og med tiltak for reetablering. Dette viser at man kan redusere utslippene med 67 %, dersom man lykkes med å gjenskape en tilnærmet klimanøytral myr etter 20 år.

Det er stor usikkerhet knyttet til klimagassutslipp ved omdisponering og reetablering av myrmasser. Basert på det som inngår i beregningene har Langtjønnna lavest total klimapåvirkning, deretter Stordalen og til sist Langdalen. Dette inkluderer ikke en vurdering av hvor man kan lykkes med reetablering, og Sweco sin litteraturstudie på flytting og reetablering av myr poengterer at det ikke er å anbefale å legge myrmassene i vann. En må vurdere alternativene ift. hvor det er mest sannsynlig at man lykkes med å reetablere myras originale økologiske tilstand, sammen med andre forhold som naturmangfold og grunnforhold.

Kilder

- [1] Aker, P. & Johansen, M.D. 2015. Når vegen berører myra - God forvaltning av myr i vegplanlegging, bygging og drift. Statens vegvesen rapport 423. Statens vegvesen.
- [2] Bartlett, J., Rusch, G.M., Kyrkjeeide, M.O., Sandvik, H. & Nordén, J. 2020. Carbon storage in Norwegian ecosystems. NINA Report 1774.
- [3] Drösler, M., Verchot, L.V., Freibauer, A., Pan, G., Evans, C.D., Bourbonniere, R.A., Alm, J.P., Page, S., Agus, F., Hergoualc'h, K., Couwenberg, J., Jauhiainen, J., Sabiham, S. & Wang, C. 2014. Drained inland organic soils. 2013. - S. 2.1-2.79 i Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. & Troxler, T.G. (red.). Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. IPCC, Geneve, Sveits.
- [4] Evans, C., Morrison, R., Burden, A., Williamson, J., Baird, A., Brown, E., Callaghan, N., Chapman, P., Cumming, A., Dean, H., Dixon, S., Dooling, G., Evans, J., Gauci, V., Grayson, R., Haddaway, N., He, Y., Heppell, K., Holden, J., Hughes, S., Kaduk, J., Jones, D., Matthews, R., Menichino, N., Misselbrook, T., Page, S., Pan, G., Peacock, M., Rayment, M., Ridley, L., Robinson, I., Rylett, D., Scowen, M., Stanley, K., and Worrall, F. 2016. Final report on project SP1210: Lowland peatland systems in England and Wales - evaluating greenhouse gas fluxes and carbon balances. Centre for Ecology and Hydrology.
- [5] Grønlund, A. K. Bjørkelo, G. Hysten og S. Tomter (2010) CO₂-opptak i jord og vegetasjon i Norge. Lagring, opptak og utslipp av CO₂ og andre klimagasser. Bioforsk Report Vol. 5 Nr. 162 2010. På oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning. Tilgjengelig på nett: <http://www.miljodirektoratet.no/old/dirnat/multimedia/48153/BIOFORSK-RAPPORT-nr-162.pdf>
- [6] Hammervold, Johanne (2018). Dokumentasjon av VegLCA. <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/2616440>
- [7] Joosten, H., Bartelmes, A., Couwenberg, J., Hassel, K., Moen A., Tegetmeyer, C. & Lyngstad, A. 2015. Metoder for å beregne endring i klimagassutslipp ved restaurering av myr. Naturhistorisk rapport 2015-10. NTNU Vitenskapsmuseet.
- [8] Lyngholt, O. C. (2014). Fysisk kompensasjon for jordbruks- og naturområder ved samferdselsutbygging-utredning av rettslige spørsmål.
- [9] Løkken Jørn, Olav, Flydal, Kjetil, Kirkemoen, Odin, Colman, E. Jonathan (2021). Naturmangfold og karbonregnskap i Høgevarde fritidspark: Virkninger og avbøtende tiltak.
- [10] Martinussen, Rolf Egil (2017). Notat: Utredning myr. Asplan Viak, oppdrag for Hadsel kommune.
- [11] Miljødirektoratet (2020). Plan for restaurering av våtmark i Norge (2021-2025).
- [12] Miljødirektoratet 2021. Veileder | M-1941. Konsekvensutredninger for klima og miljø <https://www.miljodirektoratet.no/konsekvensutredninger>
- [13] Miljødirektoratet (2023). Arealendingsverktøy. <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/beregne-effekt-av-ulike-klimatiltak/>
- [14] Miljødirektoratet (2023). Høringsversjon: Håndbok for konsekvensutredning av klima og miljø (M-194), Fagtema klimagassutslipp.

- [15] Nibio. Kilden - arealinformasjon og skogportalen.
https://kilden.nibio.no/?topic=arealinformasjon&X=7195706.12&Y=284337.75&zoom=0.46512717889302596&lang=nb&bgLayer=graatone_cache
- [16] Prairie YT, Alm J, Beaulieu J, Barros N, Battin T, Cole J, Del Giorgio P, DelSontro T, Guérin F, Harby A, Harrison J, Mercier-Blais S, Serça D, Sobek S, Vachon D. Greenhouse Gas Emissions from Freshwater Reservoirs: What Does the Atmosphere See? *Ecosystems*. 2018;21(5):1058-1071. doi: 10.1007/s10021-017-0198-9. PMID: 30607138; PMCID: PMC6309167.
- [17] Rambøll (2023). Klimagassberegning myr, Mo i Rana lufthavn, Fagerlia
- [18] Rambøll (2022). Myr. Fra møtereferat, 24.11.2022.
- [19] Rognstad, Anne Johanne, Uglum, Maria, Cochard Karin S., Løset, Frode og Chhajer, Nikita (2022). Orienterende litteraturstudie myr og klima, Ny lufthavn i Mo i Rana.
- [20] Statens vegvesen 2021. Håndbok V712. Konsekvensanalyser. Statens Vegvesen, 248
- [21] Vanselow-Algan, M., Schmidt, S.R., Greven, M. Fiencke, C., Kutzbach, L. & Pfeiffer, E.-M. 2015. High methane emissions dominated annual greenhouse gas balance 30 years after bog rewetting. *Biogeosciences* 12: 4361-4371.
- [22] Villa, J. & Bernal, B. 2018. Carbon sequestration in wetlands, from science to practice: an overview of the biogeochemical process, measurement methods and policy framework. *Ecological engineering* 114: 115-128.
- [23] Weldon, S., Parmentier, F.J.W., Grønlund, A. & Silvennoinen, H. 2016. Restaurering av myr. Potensiale for karbonlagring og reduksjon av klimagassutslipp. NIBIO Rapport Vol. 2, nr. 113.