Hvordan redusere konsekvensene ved inngrep i myr?

Tverrfaglig idémyldring og sammenstilling av kunnskap for hvordan redusere klima- og miljøpåvirkning fra samferdselsutbygging

Nye Veier

SWECO

Sweco Norge AS	Organisasjonsnr. 967032271
Prosjekt	Tverrfaglig idemyldring og sammenstilling av kunnskap for hvordan redusere klima- og miljøpåvirkning fra samferdselsutbygging
Prosjektnummer	10230905
Kunde	Nye Veier AS
Dato	13.01.2023
Opprettet av	Sweco
Utarbeidet av	Anne Johanne Rognstad, Thea Lind Christiansen, Karin Sjöstrand Cochard, Jørgen Barstad, Frode Løset, Jannike Gry Bettum Jensen, Maria Uglum

Innholdsfortegnelse

1. Innledning 4
   - 1.1 Bakgrunn 4
     - 1.1.1 Dagens praksis og utfordring 5
     - 1.1.2 Fokus på miljø og klima 5
   - 1.2 Bakgrunnskunnskap om myrer og karbonets kretsløp 6
     - 1.2.1 Myrtyper i Norge 6
     - 1.2.2 Karbonets kretsløp i en myr 9
     - 1.2.3 Karboninnhold i myr og utslipp knyttet til masseutskiftning 10
     - 1.2.4 Beregning av CO_2-utslipp knyttet til masseutskiftning ved veibygging 11

2. Metode - Innhenting av informasjon og idémyldring 13

3. Myr må prioriteres i planleggingsfasen 15

4. Behov for mer kunnskap 16
   - 4.1 Undersøkelser, oppfølging og overvåkning 16
     - 4.1.1 Hva slags undersøkelser bør gjøres når veien skal krysse gjennom myrområder? 16
     - 4.1.2 Før- og etterundersøkelser 17
     - 4.1.3 Kostnader og arbeidsomfang – undersøkelser og befaring 17

5. Anleggstekniske tiltak 20
   - 5.1 Konstruksjoner 20
     - 5.1.1 Myrbro 20
     - 5.1.2 Lett fylling på peler 23
     - 5.1.3 Bro med ett spenn 25
   - 5.2 Tekniske tiltak som krever forbelastning 26
     - 5.2.1 Om forbelasting 26
     - 5.2.2 Komprimering av myr med fiberduk, geonett og masser 27
     - 5.2.3 Lette fyllinger under permanent vei 30
   - 5.3 Anleggsveier 32

6. Avbøtende og kompenserende tiltak 34
   - 6.1 Anleggsgjennomføring 34
     - 6.1.1 Avrenning fra myrholdige masser 34
     - 6.1.2 Redusere inngrepsbredden 35
   - 6.2 Restaurering av myrområder 36
   - 6.3 Reetablering og flytting av myrområder 36

7. Erfaring fra prosjektet og forslag til videre arbeid 39

8. Bibliografi 40

1. Innledning

Myr er et viktig, men sårbart økosystem. Myrer bidrar til betydelige økosystemtjenester i form av karbonlagring, vannrensing, flomdemping, brannvern, klimatilpasning, friluftsliv og sanking, samt historisk kunnskap. I tillegg bidrar myrene med et rikt naturmangfold, hvor flere av naturtypene og artene knyttet til myrområder er truet eller rødlistet. Flere av økosystemtjenestene er viktige for klimatilpasning (Miljødirektoratet, 2022).

Myrer i Norge har i lang tid vært under sterkt press. Siden 1700-tallet er mye myr i Norge grøftet og drenert til jordbruksformål, skogreising og nedbygging. I perioden 1990–2019 ble det bygd ned 20 000 dekar (20 km^2) myr, og 80 000 dekar (80 km^2) torvmark (Miljødirektoratet, 2022). Dette har ført til et gjennomsnittlig årlig rapportert CO_2-utslipp på 330 000 tonn. I tillegg til utslipp medfører nedbygging redusert mulighet til karbonbinding på arealet. Nedbygging av myr fører også til tap av naturmangfold og andre viktige økosystemtjenester (Miljødirektoratet, 2022).

Utbygging av infrastruktur og veier er en av driverne som har ført til nedbygging av myrområder. Veiutbygging kan ha store konsekvenser for myr og torvmark, samt de økosystemtjenestene de leverer. Den vanligste løsningen for å føre veien gjennom myrområder er masseutskifting. Dette fører til store klimagassutslipp, samt en forringelse av flere av de økosystemtjenestene som myrer bidrar med.

Prioritet i tiltakshierarkiet er å unngå inngrep i myr, og bør alltid være løsningen som tilstrebes. I praksis ser man at det er mange ulike hensyn som skal ivaretas ved valg av veitrase, som f.eks. konsekvens for myr vs. matjord. Det er også flere områder i Norge med mye innslag av myr, hvor det kan være utfordrende å unngå myrarealer.

Sweco og Nye Veier har i dette arbeidet sett på hvilke tiltak som kan gjøres for å redusere inngrepene i myr der man ikke kan unngå å berøre myra. Dette inkluderer vurderinger av mulige tekniske tiltak og hvordan disse kan begrense miljøkonsekvensene. Samtidig har prosjektet vært en arena for å samle ulike fagfelt og få til tverrfaglige diskusjoner og idémyldring knyttet til veibygging i myr. Dermed har prosjektet også bidratt til å danne et godt fundament for videre arbeid med problemstillingene knyttet til myr, som vil være nyttig å ta med seg inn i fremtidens veiprosjekter.

Rapporten ser overordnet på hvilke anleggstekniske tiltak som finnes for å redusere inngrep i myr i forbindelse med bygging av vei. Videre er det gjort en innledende vurdering av i hvilken grad de anleggstekniske tiltakene reduserer negative konsekvenser med tanke på klimagassutslipp, tap av biologisk mangfold, grunnvann, vannbalanse og eventuelt flomdempning. I første omgang er mulig miljøgevinst av tiltakene beskrevet overordnet. Det vil være behov for mer inngående vurderinger og prosjektering av de ulike tiltakene for å forstå fordelene og ulempene knyttet til hvert enkelt tiltak i større detalj.

I rapporten er det også vurdert avbøtende tiltak som kan brukes mer aktivt for å redusere de negative konsekvensene.

1.1 Bakgrunn

Utfordringer knyttet til masseutskifting og dagens standardmetode for å bygge vei gjennom myr, har ført til at man ønsker å undersøke løsninger for avbøtende tiltak eller metoder som kan redusere eller eliminere de negative klima- og miljøkonsekvensene ved utbygging. Det er allikevel viktig at tiltakene

kan tilfredsstille tekniske standarder og krav for veibygging. Sweco og Nye Veier har derfor gjennomført en tverrfaglig idémyldring, samt et litteratursøk på alternative metoder for å bygge vei over myrområder.

1.1.1 Dagens praksis og utfordring

Ulike tiltak for å bygge veg over myr er beskrevet i Statens Vegvesens Håndbok N200 og V221. I prosjekter der det blir behov for utbygging i myrområder har det tradisjonelt vært vanlig å benytte seg av masseutskiftning (SVV Håndbok V221, kap. 1.3). Masseutskiftning er en metode der man skifter ut eller fortrenger myrmassene med friksjonsmasser. Metoden er sikker og har lav kostnad, og er dermed blitt benyttet i mange prosjekter frem til nå.

Masseutskifting er allikevel en metode som har flere ulemper knyttet til seg, både teknisk og miljømessig:

- I dype myrer kan lokale torvlommer bli liggende igjen. De kan gi bæreevneproblemer og setninger i den ferdige fyllingen.
- Hvis torvmaterialet har lav skjærfasthet, kan sideskråningene i gropa bli ustabile og gli inn i gropa før den kan fylles igjen. Det kan øke mengden som må graves ut betraktelig.
- Egnete områder for bruk eller deponering av utgravd myr må finnes i nærheten.
- Den nye fyllingen kan virke som en langsgående drensgrøft og påvirke områdets hydrologiske tilstand.
- Metoden har negativ miljøpåvirkning og forringer myras økosystemtjenester.
- Utfordringer knyttet til avrenning fra deponerte myrmasser.

Masseutskifting av myrer påvirker de hydrologiske og hydrogeologiske forholdene i myra. Det er ikke uvanlig at fyllingen kan virke som en langsgående dreneringsgrøft, slik at den nye vannveien følger veifyllingen. Dette fører til endringer i myra sin vannbalanse og evnen til å rense og binde opp vann. Myrer kan på mange måter sammenlignes med en svamp, som kan gi flomdemping i feltet, samtidig som de sørger for jevn og stabil vanntilførsel i tørre perioder. Hvilken påvirkning masseutskiftning har på den hydrologiske tilstanden vil variere med myras utforming og topografi på stedet.

Hydrologien i myrer er svært viktig for både biodiversitet, naturmangfold og for myras evne til å holde på karbon. Derfor vil endringer i de hydrologiske forholdene ha en indirekte virkning på andre økosystemtjenester som myrer leverer.

I et klimagassperspektiv har myrer en viktig funksjon som et lager av organisk karbon, akkumulert over tusenvis av år. Det anaerobe miljøet i en myr gjør at det organiske materialet brytes sakte ned og det estimeres at en myr vokser med ca. 1 mm om året som følge av dette. En gjennomsnittlig myr på 2 meter dybde vil dermed være ca. 2000 år gammel.

En annen mindre kjent konsekvens av masseutskiftning, er risiko for at det slippes ut store mengder metangass (mye mer enn de årlige naturlige metanutslippene). Erfaring fra myrmålinger tilsier at det kan være store mengder metan bundet i myrmassene og at disse er stabile så lenge myra er urørt. Ved oppgraving vil gassen kunne komme ut i atmosfæren. Dette er et område hvor man trenger mer forskning for å kunne estimere denne konsekvensen, men målinger viser rekordhøye konsentrasjoner av metan i atmosfæren over Norge i 2021, hvor det påpekes at de økte utslippene kommer fra biosfæren, altså våtmarker/myrer eller jordbruk (Miljødirektoratet, 2022).

Utfordringene knyttet til veibygging ved bruk av masseutskiftning er mange. Metoden fører til store klimagassutslipp, samt en forringelse av flere av de økosystemtjenestene som myrer bidrar med. Formålet med rapporten er å belyse mulige løsninger for veibygging i myr når dette ikke kan unngås, og i hvilken grad disse tiltakene kan redusere de negative konsekvensene.

1.1.2 Fokus på miljø og klima

Prosjektet passer inn i andre trinn i tiltakshierarkiet i Figur 1-1. Prioritet i tiltakshierarkiet er å unngå inngrep i myr, deretter kommer begrensende/avbøtende tiltak dersom inngrep i myrområder ikke kan

unngås. Denne rapporten retter søkelyset mot aktuelle anleggstekniske og avbøtende tiltak, som kan begrense de negative virkningene av veibygging gjennom myrområder.

Figur 1-1 Hierarkisk framstilling av tiltak for å unngå påvirkning ved utbyggingsprosjekter. Kilde: Veileder om konsekvensutredning for planer etter PBL.

I Nye Veier sin virksomhetsstrategi er det satt et mål om å ta en lederposisjon på klima og miljø i samferdselssektoren. De skal delta aktivt i forsknings- og utviklingsprosjekter på klima- og miljøfeltet, evaluere kost/nytte av nye løsninger og bidra til utslippsreduksjoner. Arealbeslag, naturmangfold og klimagassutslipp er høyt prioriterte områder i selskapets klima- og miljøstrategi. Prosjektet må derfor sees i sammenheng med Nye Veier sin klima- og miljøstrategi hvor de har satt seg mål om å:

- Fornye fagområdet klima/miljø ved å være en pådriver for innovasjon og utvikling av nye løsninger i bransjen.
- Redusere den negative påvirkningen på verdifulle arealer og naturmangfold i sine prosjekter.
- Redusere klimagassutslipp fra arealendringer i størst mulig grad gjennom prosjektets planlegging og bygging.
- Redusere klimagassutslippene fra anleggsvirksomhet med 50 prosent, sammenlignet med bransjestandarden i referanseåret 2005.

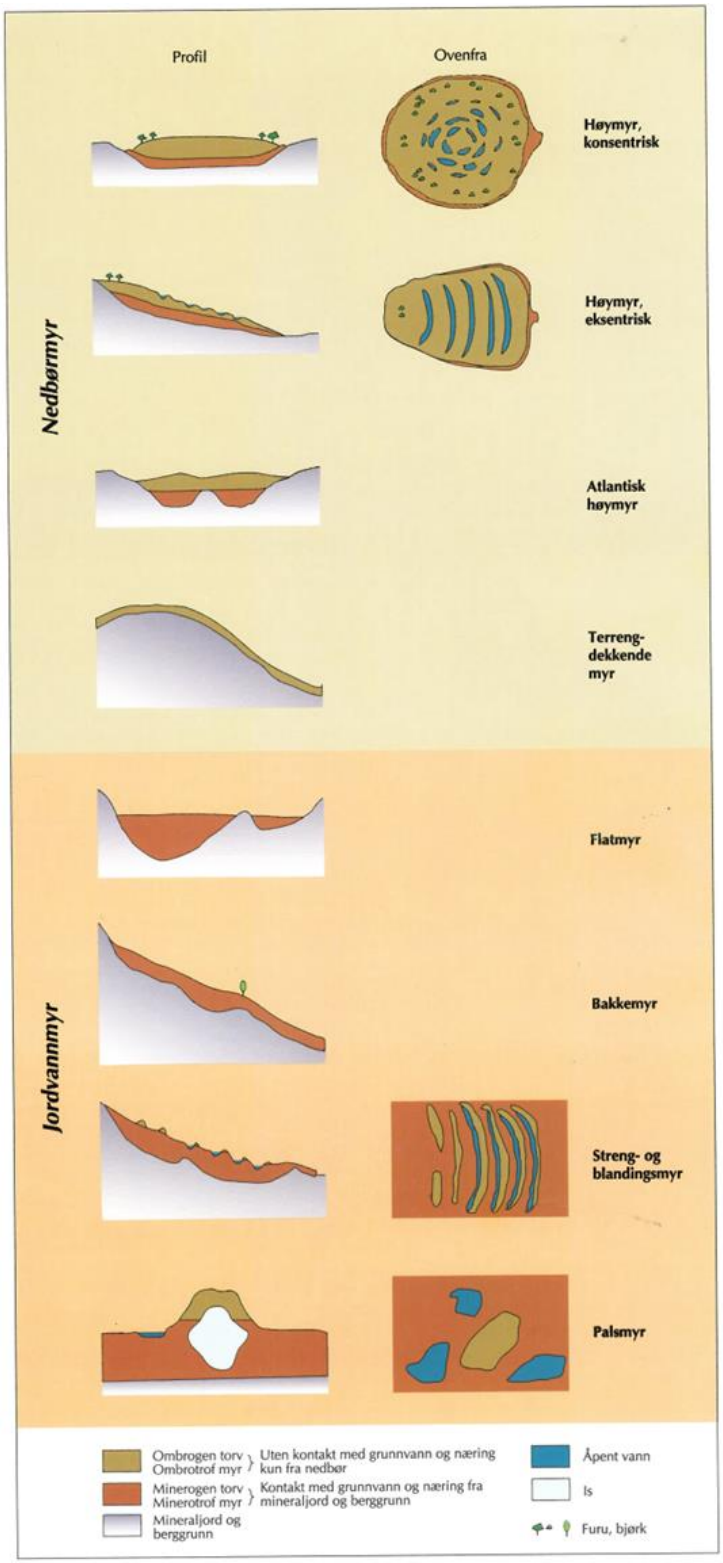
1.2 Bakgrunnskunnskap om myrer og karbonets kretsløp

1.2.1 Myrtyper i Norge

En myr er et økosystem der omdanning av døde planterester avsettes til et unikt vekstsubstrat (torv) (Moen, 1998), (Larsen, 2022). Torvdannelsen er en kontinuerlig prosess, fordi nytt dødt organisk materiale stadig blir akkumulert fra myroverflaten. Grensene mot fastmark og vann er som regel skarpe. Myra kjennetegnes ved høy grunnvannstand og et tykt lag med torv (minst 40 % eller mer enn 30 cm). Torvmosearter som vokser på myra, kan holde på mye vann. Av disse er «Sphagnum» den dominerende slekten av torvmose i myr (Aarnes, 2022)

Myr er en viktig vegetasjonstype i Norge og inndeles etter tilgangen på næring (Moen, 1998). Ifølge Moen (1998) vil utformingen av myra være avhengig av flere forhold, hvor topografien, mineraljorda og klima er sentrale faktorer. Geografiske forskjeller i disse faktorene gjør at ulike myrtyper er bundet

til bestemte områder i landet. I den sammenheng er den sørlige klimafaktoren viktig. Overordnet, deles myrene inn etter om myra er avhengig av nedbør (ombrotrof), jordvann (minerogen) eller en blanding av både nedbør og grunnvann (blandingsmyr). Etter dette kan myrene inndeles etter forskjellig utforming, torvens sammensetning osv. (Moen, 1998). Figur 1-2 viser noen hovedmyrtyper i profil og sett ovenfra. Myrene kan oppta små og store areal, og kan være forskjellig utformet.



Figur 1-2 Skjematisk fremstilling av noen hovedtyper av myr, inndelt etter form og hydrologi. Venstre kolonne viser myra i profil og høyre kolonne viser viktige overflatestrukturer. Kilde: Moen (1998).

Myrene opptrer i ulike former og det er store geografiske forskjeller. De rikeste myrene har kontakt med berggrunnen, de fattigste er uten kontakt med grunnvannet og får all sin næring fra nedbøren.

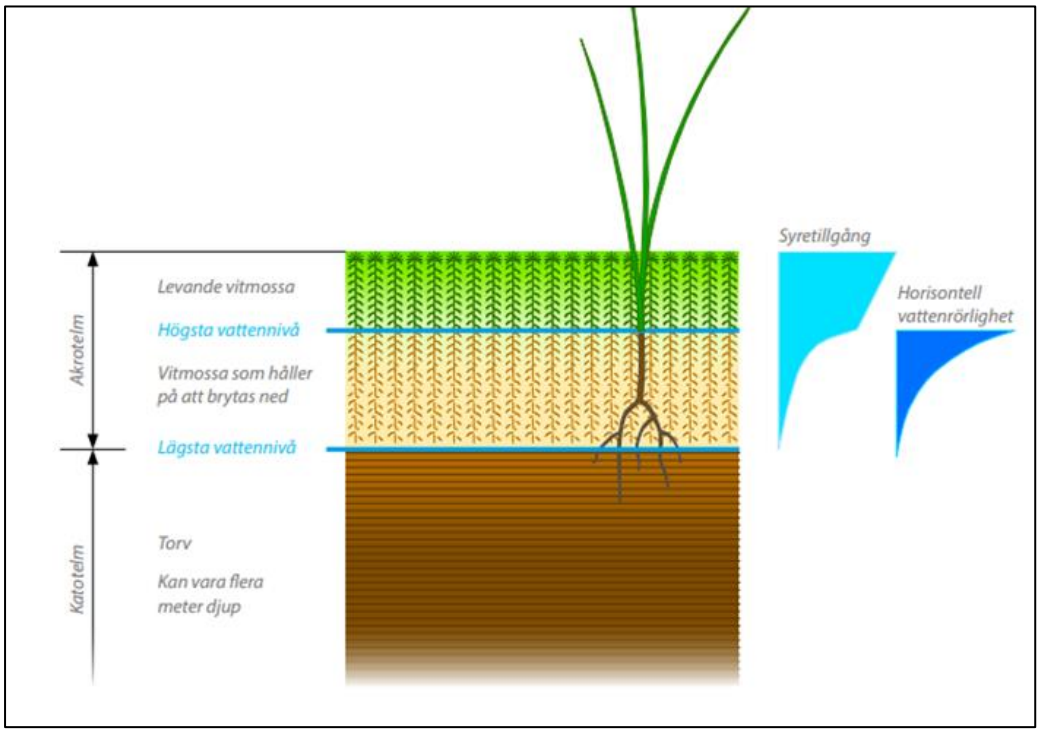
Det har vært et særlig stort press på rikmyrer i Norge og mange er enten grøftet for å øke skogproduksjonen, dyrket opp eller bygget ned. Rikmyrer har ofte et rikt artsmangfold av planter. Ulike arter av orkideer er eksempler på artsgrupper som vokser på rikmyrer i Norge. Mange av de aller viktigste rikmyrene er vernet etter naturmangfoldloven. Ifølge Artsdatabanken sin oversikt over rødlistede naturtyper i Norge, er 12 ulike typer av myr rødlistet under hovednaturtypen våtmark (www.artsdatabanken.no). I tillegg er det flere ulike sumpskogstyper som er rødlistet.

Miljødirektoratet har også anbefalt å gi høymyrer et bedre vern som utvalgt naturtype. Høymyrer har et rikt dyreliv, med en rekke arter av fugler, insekt og edderkopper. Myrene har også spesielt mange arter av sommerfugler, biller og midd (Miljødirektoratet, 2022). Høymyr har spesielt dype lag med torv, og noen av myrene er 10 meter dype. Myrer som i dag er 10 meter dype er ca. 10 000 år gamle. Høymyrer inneholder derfor mye karbon per arealinndeling. Hensyn til høymyrer er derfor et viktig klimatiltak, da de vil være viktige karbonlagre for framtiden (Miljødirektoratet, 2022).

Nedbørsmyrer som har en rekke småtjern og pytter er oftest vegetasjonsmessig fattige, men kan være svært viktige leveområder for amfibier, insekter, som for eksempel øyenstikkere, og de er leve- og hekkeområder for en rekke våtmarkstilknyttede fuglearter.

Siden grunnvannstanden i myrer er høy gir dette et oksygenfattig miljø nesten til overflaten, noe som igjen gir dårligere livsbetingelser til de fleste arter, med unntak av spesialiserte arter. Torvmose er eksempel på en slik spesialisert art (Moen, 1998). I Norge er det hittil påvist mer enn 50 torvmosearter og torvmosefloraen i landet er ganske enestående i global sammenheng. Disse mosene er spesielt tilpasset å vokse på myr ved at de vokser på overflaten og dør nedenfra. Torvmosene har stor kapasitet til å lagre vann, og kan suge opp 20 ganger sin egen tørrvekt (Moen, 1998). Siden myrene vokser sakte utgjør de også et historisk plantearkiv som viser hvilken vegetasjon vi hadde i landet langt tilbake i tid.

I Figur 1-3 er det vist et tverrsnitt av en myr med forklaring på variasjon i vannstand og oksygentilgang. Det er dette som definerer de såkalte lagene akrotelm (toppen på myra med oksygentilgang og over høyeste grunnvannstand) og katotelm (ligger under laveste grunnvannstand og er det laget der torven akkumulerer).



Figur 1-3 Tverrsnitt av myr med beskrivelse av akrotelm og katotelm lagene definert av grunnvannstand. Kilde: ??

1.2.2 Karbonets kretsløp i en myr

For å forstå hvordan CO_2-utslipp og opptak i en myr fungerer, er det nødvendig med en liten beskrivelse av karbonets kretsløp med CO_2 og metanflukser (opptak/utslipp) fra atmosfæren til myra og internt inne i myra.

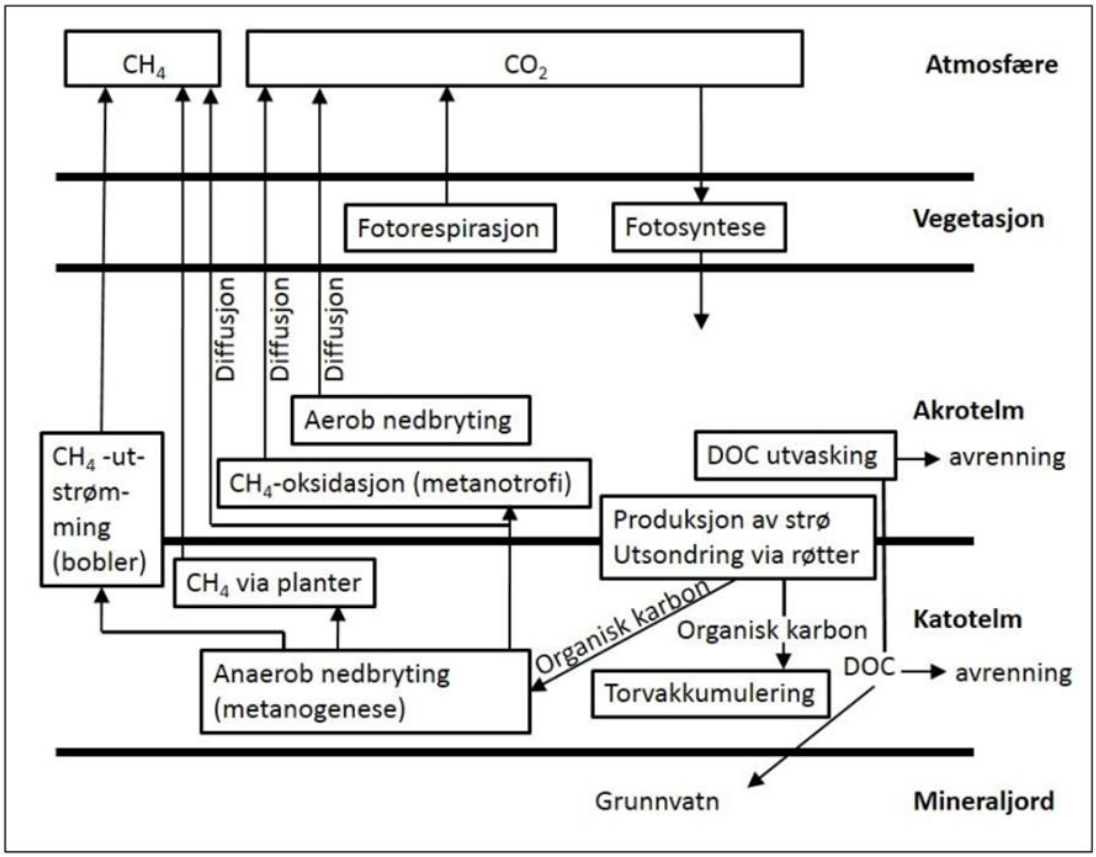
I uberørt myr vil det normalt sett foregå et langsomt opptak (innlagring) av CO_2 via fotosyntese i plantene, som delvis lagres i myra når plantene dør. Den langsomme nedbrytningen av organisk materiale er et resultat av det oksygenfattige (anaerobe) miljøet under vannstand.

På grunn av det anaerobe miljøet vil en myr som regel også slippe ut metangass. Størrelse på metanutslipp avhenger av en rekke faktorer og er vanskelig å måle, men grovt sett er det avhengig av til dels hvor stor produksjonen av metan er og til dels hvor stor andel av metanet som blir oksidert i myren før det når overflaten og slippes ut i luften.

Total fluks av karbon (CO_2), som lagres inn i myra og metan som slippes ut, bestemmer hvor stort netto opptak eller utslipp som myra har årlig. Grovt sett kan det sies at metanutslippene i det korte perspektivet utligninger for CO_2-opptaket, men i det lengre tidsperspektivet (over 100 år) vil myren være gunstig for klimaet.

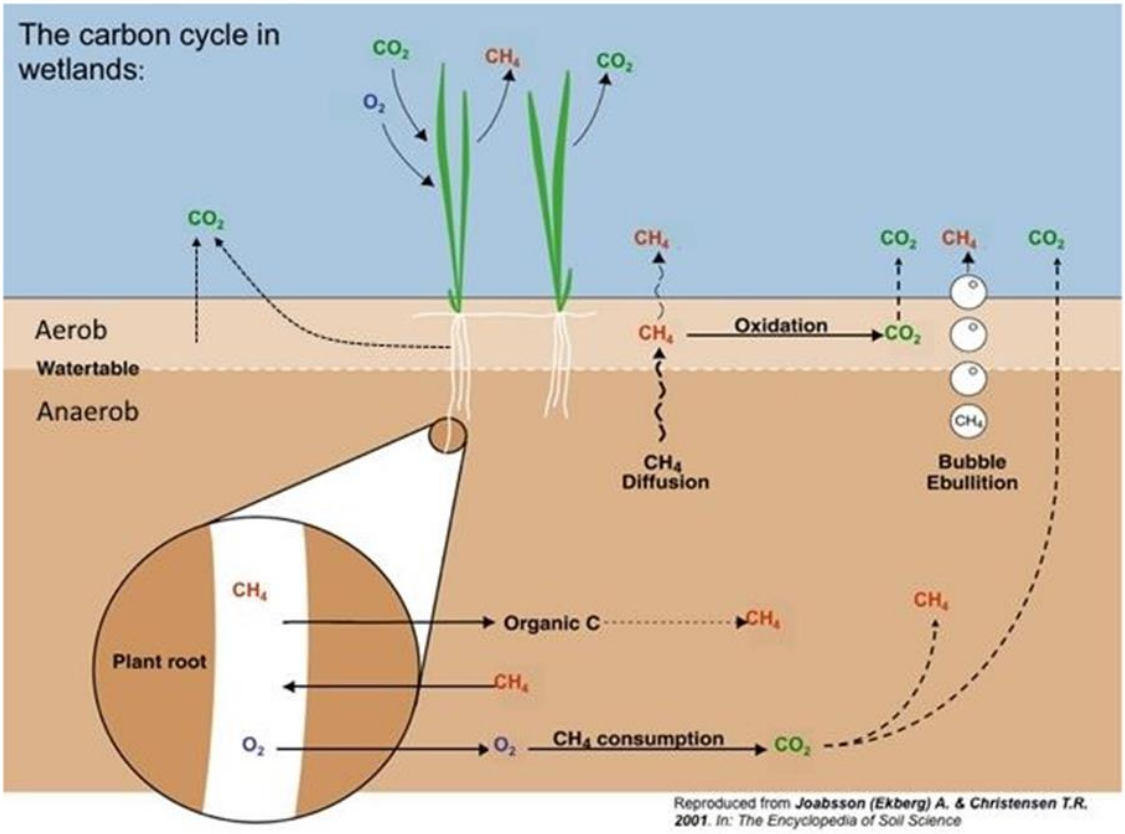
Karbonets kretsløp, med de forskjellige biologiske/kjemiske prosessene og de forskjellige lagene i myra, er beskrevet i Figur 1-4.

Det som skjer ved en masseutskiftning der myrmassene dreneres er at det organiske materialet brytes ned. Dess mer utsatt for oksygen, dess raskere vil prosessen gå. Utslippsberegninger for masseutskiftning baseres på full og direkte nedbrytning og tilsvarer ca. 150 kg CO_2e per m^3 myrmasse. Eksakt karboninnhold avhenger av andel (massetetthet) av organisk materiale og karboninnhold.



Figur 1-4 Deler av karbonsyklusen i torv (Joosten, Barthalmes, Couwenberg, Hassel, & Moe, 2015).

En annen god illustrasjon av karbonets kretsløp (Figur 1-5), hentet fra (Simon Weldon, 2016), viser hvordan fluksene går via forskjellige type vekster og hvor grensen mellom aerob (oksygenholdig) og anaerob (oksygenfattig) soner ligger.



Figur 1-5 Fremstilling av karbonsyklusen i myr, som viser banene for CO_2 og CH_4 (Simon Weldon, 2016).

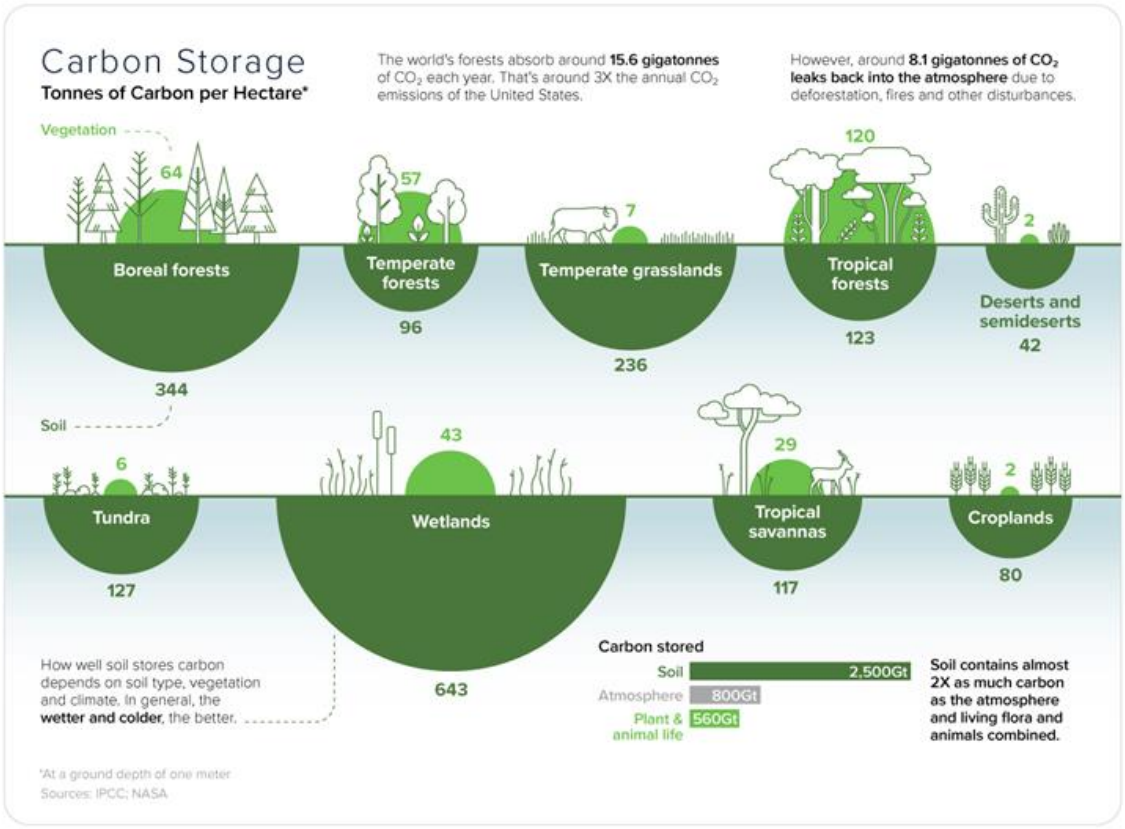
1.2.3 Karboninnhold i myr og utslipp knyttet til masseutskiftning

Myrer utgjør betydelige magasiner for karbon, og selv om de kun utgjør 5-8 % av jordens overflate, holder de på mellom 20-30 % av all estimert organisk karbon. Figur 1-6 gir en illustrasjon over karbonlagring i jordens økosystemer. Illustrasjonen viser at myrområder er det økosystemet som holder på desidert mest karbon per areal, etterfulgt av boreale skogsområder.

I følge IUCN (International Union for Conservation of Nature) er utslipp fra drenerte torvmarker estimert til 1,9 gigatonn CO_2e årlig. Dette tilsvarer 5 % av de globale menneskeskapte utslippene av klimagasser, en betydelig mengde tatt i betraktning at skadede torvmarker dekker bare 0,3 % av landmassen.

(Grønlund, 2010) (Joosten, Barthalmes, Couwenberg, Hassel, & Moe, 2015) har estimert et totalt karboninnhold på ca. 1000 millioner tonn karbon i norske myrer/torv, med et areal på ca. 20 000 km^2. Med en omregningsfaktor på 3,67 kg CO_2/kg C blir det ca. 3670 millioner tonn CO_2 i norske myrer/torv. Gjennomsnittlig karboninnhold per m^2 kartlagt myr er estimert til 55 kg karbon (med en gjennomsnittlig dybde på 1,98 meter) (Grønlund, 2010).

Klimagassutslipp knyttet til drenering og uttak fra torv/myr i Norge er estimert til 5,55 millioner tonn CO_2e/år, noe som tilsvarer ca. 10 % av totale norske årlige CO_2-utslipp (Joosten, Barthalmes, Couwenberg, Hassel, & Moe, 2015). Dette er altså et betydelig høyere estimat enn de 10 millioner tonn i en 30 årsperiode (1990-2020) som er oppgitt av Miljødirektoratet. Dette illustrerer utfordringene knyttet til forskjellige metoder for å vurdere tidsaspektet for utslipp knyttet til myrnedbygging.



Figur 1-6 Illustrasjonen viser karbonlagring i jordens økosystemer (Kilde: Visual capitalist).

1.2.4 Beregning av CO_2-utslipp knyttet til masseutskiftning ved veibygging

I en rapport fra alle samferdselsvirksomheter sammen med Miljødirektoratet (Statens vegvesen, Nye Veier AS, Bane NOR SF, Jernbanedirektoratet, Kystverket, Avinor AS og Miljødirektoratet, 2022) er det presentert et nytt sett med standard utslippsfaktorer for beregning av klimagassutslipp fra arealbruksendring i forbindelse med samferdselsprosjekter. Det er her estimert 337 kg CO_2e per m^2 myr basert på en gjennomsnittlig dybde på 2 meter myr. Sett per volumenhet gir dette 168 kg CO_2e/m^3 myr. I den samme rapporten er det oppgitt anbefalt veibredde man skal legge til grunn når man beregner arealbeslag. For en 4-felts motorvei anbefaler rapporten å anta et permanentbeslag på 80 meter når man gjør beregning i tidlig planfase. Denne bredden skal også ta høyde for midlertidige arealbeslag.

I reguleringsplanfase anbefales det å skille tydeligere mellom permanent og midlertidig arealbeslag. Anbefalingen er å gjøre dette ved å legge planforslagets informasjon om permanent og midlertidig arealbruk til grunn for beregningene. Det anbefales at myr som midlertidig påvirkes i anleggsfase regnes som permanent tapt. I tabellen under er det beregnet hva dette betyr for klimagassutslipp for en rekke forskjellige myrdybder.

Til sammenligning er det her også lagt inn resultat hvis det regnes med Miljødirektoratets arealbeslagskalkulator som bruker betydelig lavere klimagassutslipp. Miljødirektoratets metode er basert på IPCC-verktøy der det inkluderes utslipp for kun en 20-års periode fra arealbruksendringen. Miljødirektoratets kalkulator vil antagelig også oppdateres i fremtiden basert på nye tall, men dette er per dato ikke gjennomført.

Tabell 1-1: CO_2-innhold i myr målt per meter vei som funksjon av beregningsmetode, veitrasebredde og myrdybde. Beregningen tar utgangspunkt i 4-felts motorvei.

	Metode	Med utslippsfaktor fra NIR2022 (SVV, NV, BN, Mdir m.fl.)		Arealbruksendring kalkulator Miljødirektoratet	
	Veitrasebredde	Permanent beslag	Permanent +midlertidig beslag	Permanent beslag	Permanent +midlertidig beslag
Myrdybde		50	80	50	80
1	Tonn CO2e/ meter vei	8,4	13,5	2,9	4,7
2		16,9	27,0		
3		25,3	40,4		
5		42,1	67,4		
10		84,3	134,8		

I tillegg til usikkerheten knyttet til hvilken utslippsfaktor som brukes for drenering av myr, er det også en stor usikkerhet knyttet til hvorvidt det også skal inkluderes påvirkning på myr oppstrøms og nedstrøms for inngrepet. Hvis man inkluderer hele myren som blir berørt vil det gi et betydelig større beslag enn den veitrasebredden som er regnet med i tabellen over. Størrelse på indirekte påvirkning på myr må vurderes i hvert enkelt prosjekt.

Det må understrekes at CO_2 utslippene som er knyttet til inngrep i myr ikke er direkte sammenlignbart med utslipp knyttet til produksjon av materialer som er beskrevet i kapittel 5 og i Vedlegg 1. Der materialproduksjonsutslippene skjer direkte, ved eller før utbygningen, vil det kunne ta lang tid for karbonet i myren å brytes ned.

I tillegg til CO_2 utslipp er det også kjent at masseutskifting kan gi økt metanutslipp fra myra. Dette vil potensielt kunne være enda viktigere enn nedbrytning av det organiske materialet.

Totale klimagassutslipp knyttet til masseutskiftning blir dermed avhengig av følgende faktorer, der punkt 1, 2 og 3 avgjør hvor mye CO_2 som er bundet i myren, mens punkt 4 er hvor mye av dette som faktisk blir brutt ned og sluppet ut i atmosfæren.

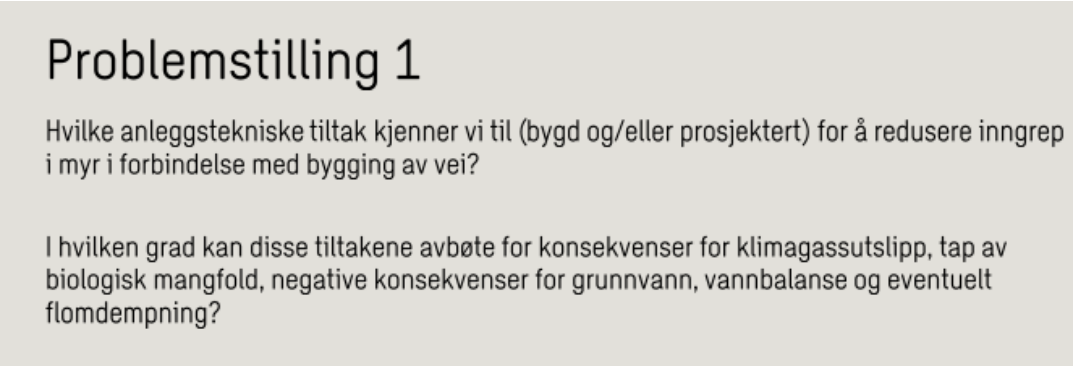
1. Karboninnhold i myr [kg CO_2e/m^3]
2. Dybde på myr [m]
3. Areal myr som påvirkes [m^2 myr per løpemeter vei]
    a. veitrasebredde
    b. indirekte påvirkning utenfor veitrase, dvs. delen av myren som er oppstrøms og nedstrøms for veitraseen
4. Hvor stor andel av det organiske materialet som til slutt blir brutt ned
    a. hvordan det blir håndtert ved flytting
    b. valg av type deponi/lagringsplass der oksygentilgang og andre faktorer påvirker nedbrytningshastigheten
5. Eventuelle metanutslipp som følge av bundet metan i myren som frigjøres ved masseutskiftning, punktering eller komprimering. Merk at ved et uheldig valg av deponi i punkt 4b risikerer man å øke metanutslippene kraftig pga. økt metanproduksjon eller redusert metanforbruk internt i myrmassene.

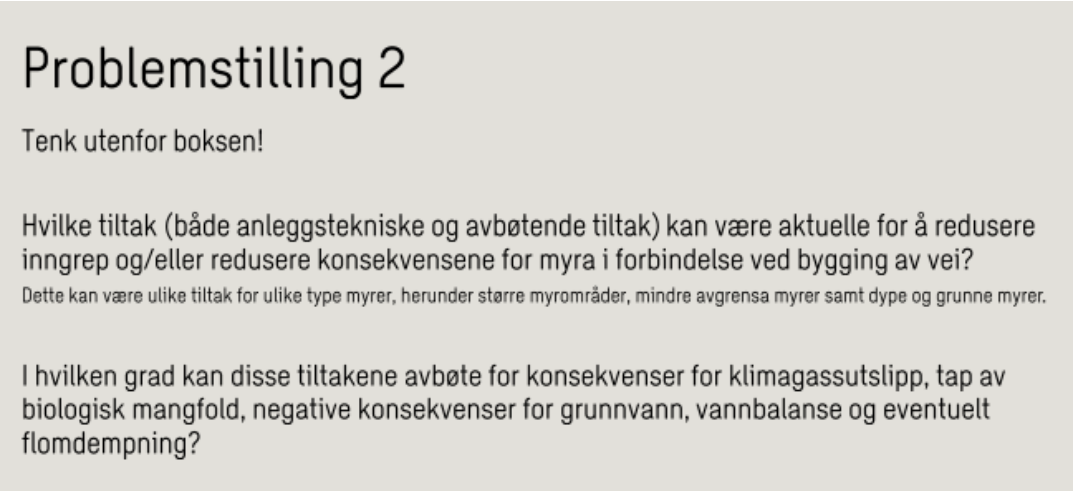
Beregningen oppsummert i Tabell 1-1 inkluderer kun selve dreneringen av myr med resulterende nedbrytning av organisk materiale. Det er ikke medtatt eventuelle metanutslipp og det er ikke medtatt utslipp knyttet til anleggsarbeider for selve masseutskiftningen med graving og massetransport. Sistnevnte vil kunne utgjøre betydelige utslipp, men vil likevel være relativt små sammenlignet med dreneringen og ev. metanutslipp.

2. Metode - Innhenting av informasjon og idémyldring

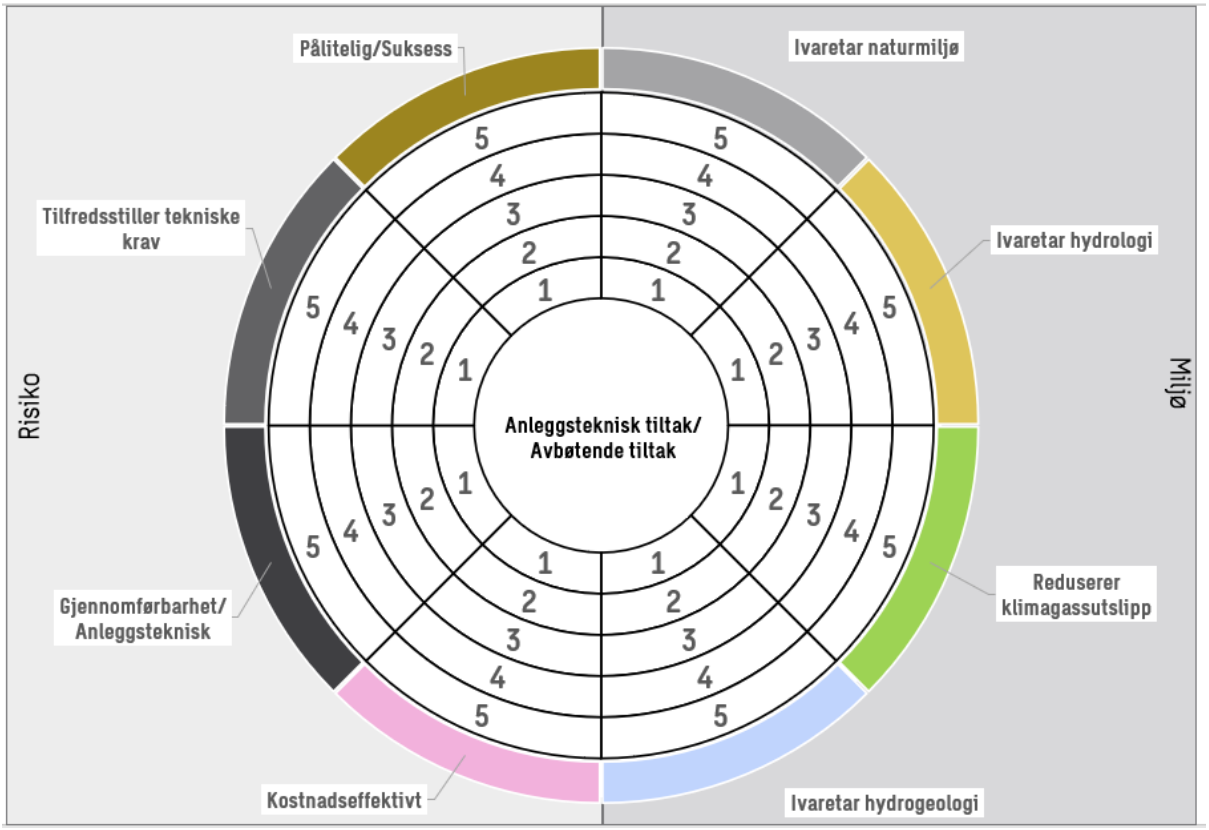
For å vurdere alternativer til masseutskifting, ble det i juni 2022 gjennomført en idémyldring med deltakere med tverrfaglig bakgrunn, både fra Nye Veier og Sweco, for å diskutere alternative tiltak. Det var 17 deltakere med på workshopen, og deltakerne ble delt inn i tre grupper i sesjonene med gruppearbeid. Det er flere fag som har vært representert i workshopen og i rapportskrivingen, herunder vegingeniør og konstruksjon, anleggsteknikk og entreprenør, geoteknikk, hydrologi og hydrogeologi, naturmiljø, klimagass og YM/CEEQUAL.

I grunnlaget for gruppearbeidet ble det reist to problemsstillinger:





Hvert enkelt tiltak ble vurdert ved hjelp av forhåndsdefinerte kriterier innen risiko og miljø. Tiltakene skulle sammenlignes mot masseutskifting, med en poengskala fra 1-5 (hvor 1 er lav/liten score og 5 er høy score). Illustrasjon av arbeidsmetode for poengtildeling er vist Figur 2-1. Kriteriene er ment som et veiledende verktøy for å få i gang diskusjoner rundt de ulike tiltakene. Resultatene er basert på samtaler i workshopen og noe etterarbeid, samt deltakernes kunnskap og dagens erfaring.



Figur 2-1 Metode for vurdering av avbøtende tiltak/anleggstekniske tiltak under idémyldringen. Tiltakene sammenlignes mot masseutskifting med en poengskala fra 1-5.

Selv om fokuset under workshopen var rettet mot anleggstekniske tiltak og avbøtende tiltak, gled diskusjonene ofte over i andre viktige forutsetninger for god praksis for veibygging i myrområder. Dette var temaer som ble ansett som svært relevante, og vi lot diskusjonene gå fritt. Dermed omfatter resultatene fra workshopen flere tema, enn hva som først var planlagt. I tillegg til anleggstekniske tiltak ble det også mye fokus på planfasen og kunnskapsgrunnlaget i workshopen. Resultatene fra workshopen er beskrevet i denne rapporten, og kan deles inn i fire forskjellige tema:

- Myr må prioriteres i planfasen
- Behov for mer kunnskap
- Anleggstekniske tiltak
- Avbøtende tiltak

Videre i rapporten er funnene fra workshopen organisert i fire ulike kapitler, i henhold til listen ovenfor.

3. Myr må prioriteres i planleggingsfasen

I planfasen vurderes ulike korridorer for veitraseen, og ulike hensyn skal vurderes opp mot hverandre. For å øke oppmerksomheten om myr, og derigjennom kunne unngå, eller eventuelt avbøte og/eller redusere potensielle negative virkninger, vil det være nødvendig å få temaet inn på agendaen i en tidlig fase. Ofte ser man at uheldige forhold kunne vært unngått dersom man hadde hatt større oppmerksomhet på problemstillingen tidligere i prosessen. Ved å ha fokus på problematikken knyttet til myr tidlig i planfasen når korridorsøk pågår, øker muligheten for å finne gode løsninger og god anleggsgjennomføring der myr berøres.

Dersom vi skal lykkes med dette, må myr vektlegges høyere enn hva som gjøres i dag. Det vil si at de negative konsekvensene ved utbygging i myr bør inngå som et av flere forhold som skal vurderes. Dette vil øke bevisstheten om myr ytterligere.

Under workshopen ble prioritet i planfasen løftet fram som et viktig tiltak for å legge til rette for å unngå eller redusere inngrep i myrområder, men også for å oppdage og gjennomføre gode tekniske tiltak eller avbøtende tiltak knyttet til myrområder. I forbindelse med korridorsøk og optimalisering av korridorer/traséer anses det som viktig at dette gjøres i et team, hvor også tverrfaglig kompetanse på myr er inkludert. I forbindelse med konsekvensutredning og linjevalg, anbefales det å kartlegge myrdybde og myrtype (karboninnhold). Andre viktige vurderinger er hvor stor del av myra som påvirkes, hydrologiske forhold og dreneringsretning. Dersom det er snakk om potensiale for drenering av større myrområder, bør hydrogeologiske og hydrologiske forhold også avklares i denne fasen.

I arbeidet med korridorvalg, er det også viktig å inkludere potensielle konflikter med myr for deponi- og kryssområder, samt for lokalvegløsninger, og ikke bare hovedlinja. Samlet sett bør det utarbeides et arealregnskap for myr for den/de korridorene som utredes. Regnskapet bør også inkludere myrdybde, naturverdi og hydrologiske forhold som sannsynliggjør hvorvidt hele eller deler av myra vil dreneres. En slik framgangsmåte vil også gi bedre grunnlag for å prioritere hvilke avbøtende tiltak som bør settes inn eller identifisere områder hvor det er spesielt viktig å unngå myra.

For å utforme bedre tiltak er det behov for å øke kunnskapsnivået på noen områder. Bedre kunnskap om myrdybde og forekomst av ulike myrtyper, og bevisstgjøring rundt effektene av nedbygging vil bidra til en bedre planleggingsprosess hvor man får forholdet til myr høyt på agendaen.

Det er flere fagfelt som er avgjørende for en vellykket gjennomføring, og arbeidet med myr og veibygging må gjøres tverrfaglig. Samspillet mellom de tekniske fagene og miljøfagene vil spille en viktig rolle for et vellykket prosjekt. En av hovedkonklusjonene fra deltakerne i workshopen, var at å få fastsatt et tverrfaglig team tidlig i planprosessen ble vurdert som svært avgjørende for å få en vellykket gjennomføring.

4. Behov for mer kunnskap

4.1 Undersøkelser, oppfølging og overvåkning

Torv og myrer er et variabelt materiale, og under workshopen ble det avdekket et behov for mer kunnskap gjennom feltundersøkelser, oppfølging og overvåkning av myrene i alle faser av gjennomføringen. For å vite hvilke masser som skal håndteres er det anbefalt å gjøre innledende feltundersøker som grunnlag for prosjektering, og samtidig redusere risikoen i prosjektet. Feltundersøkelsene skal ha en klar hensikt, og det bør defineres hva man ønsker å oppnå med undersøkelsene.

4.1.1 Hva slags undersøkelser bør gjøres når veien skal krysse gjennom myrområder?

For å kunne sette inn gode avbøtende tiltak eller å velge riktige anleggstekniske tiltak er det behov for å kjenne til forholdene i myra. Følgende undersøkelser bør vurderes før veiutbyggingen settes i gang:

- Skrivebordsstudie av tilgjengelig informasjon om grunnforholdene der veien skal bygges
- Markbefaring til fots
- Kartlegge arealutbredelse og myrtyper
- Kartlegge vanntilførsel og avrenning
- Måling av myrdybden med sonderinger eller geofysiske metoder
- Prøvetaking for klassifisering av torvart og fortorvings-/omdanningsgrad
- Total densitet og vanninnhold fra uforstyrrete prøver/prøvegroper, hvis mulig
- Måling av grunnvannstand og poretrykk

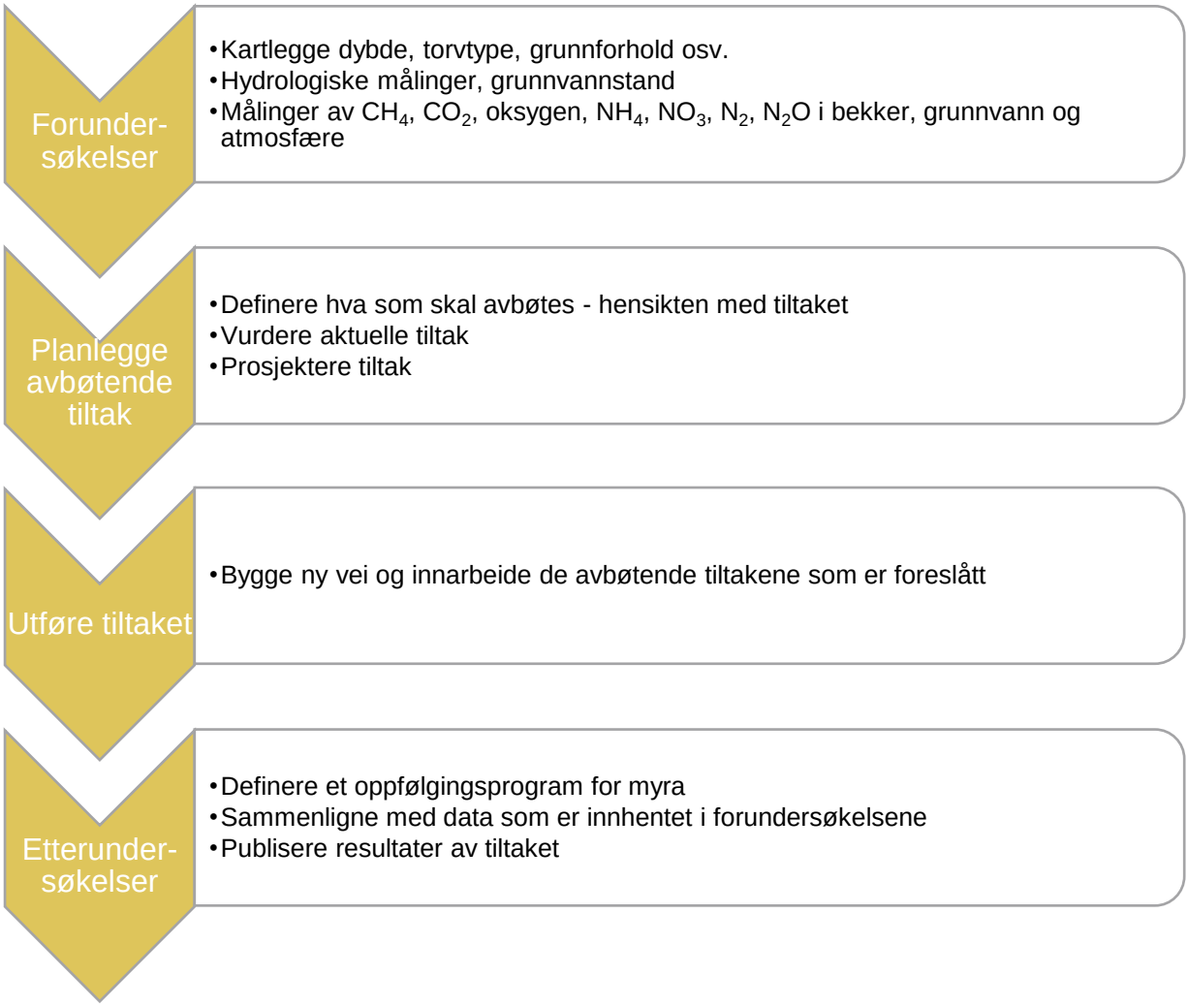
I tillegg kommer en del miljøparametere som bør kartlegges som følge av veibygging gjennom myr:

- Hydrologi/hydrogeologi: vannbalanse, overvåkning av grunnvannsnivåer, eventuelt modellering.
- Klimagassinnhold i myra og fare for utslipp: Overvåkning av CH_4, CO_2, oksygen, NH_4, NO_3, N_2, N_2O i bekker, grunnvann og atmosfære. Det anbefales sterkt at det undersøkes spesifikt hvor mye metan som er bundet i myra og som vil kunne slippes ut ved en ev. utgraving.
- Naturmangfold: Effekten av tiltaket på naturtyper, arter og for myra som økosystem bør vurderes. Kartlegging av naturmangfold i myrområder som vil påvirkes av veibygging bør skje etter gjeldende metodikk for kartlegging av natur i Norge, Miljødirektoratets kartleggingsinstruks (Miljødirektoratet 2021). Instruksen innebærer at naturtyper i myr som er angitt i Artsdatabankens oversikt over rødlista naturtyper skal kartlegges. I tillegg bør myrer som ikke omfattes av instruksen kartlegges og det bør gjennomføres artsregistreringer med hovedvekt på forekomst av rødlistede arter og forvaltningsmessige viktige arter. Likeledes bør det sjekkes ut om myra har en landskapsøkologisk funksjon, eksempelvis hvorvidt den brukes av trekkende dyrearter, amfibier osv., og hvorvidt dette vil stille ytterligere krav til avbøtende tiltak og gjennomføring av anleggsarbeidet.

4.1.2 Før- og etterundersøkelser

Under workshopen ble det ved flere anledninger nevnt at man har liten oversikt over hvordan veiutbyggingen påvirker myrområdene som blir berørt. Forslag til et oppfølgingsprogram for før- og etterundersøkelser ble løftet fram som et viktig tiltak for å kunne danne seg at bilde av hvilke tiltak som fungerer og hva som ikke er like vellykket. Til nå har masseutskifting vært den dominerende måten å bygge vei over myrområder, og dersom andre tiltak skal utføres så vil det bli viktig å følge opp dette slik at man får samlet inn kunnskap om effekten av tiltaket.

Nedenfor er det laget en overordnet skisse over hvordan dette arbeidet kan tilnærmes. Skissen er kun ment som veiledende, og må utarbeides i mer detalj for hvert enkelt prosjekt.



Figur 4-1 Forslag til skisse for før- og etterundersøkelser av myr.

4.1.3 Kostnader og arbeidsomfang – undersøkelser og befaring

Mye av de anbefalte innledende undersøkelsene består av skrivebordsstudie og markbefaring. I forbindelse med en innledende markbefaring bør det kartlegges arealutbredelse og myrtyper, samt vanntilførsel og avrenning. Kostnadene knyttet til dette vil avhenge av prosjektets størrelse og utbredelse, samt innslag av myr i planområde/influensområde. I tillegg til skrivebordsstudie og markbefaring er det anbefalt enkelte målinger og undersøkelser. Nedenfor er det gjort en overordnet beskrivelse av måling av myrdybder, geosondering og grunnvann.

Myrdybder og geosondering

Myrdybden kan måles manuelt med sondering eller ved geofysiske metoder.

Sondering kan gjøres manuelt ved å benytte håndholdt myrspyd, eller ved bruk av borerigg. Ofte vil en kombinasjon av begge metoder være aktuelt, hvor sonderinger ved bruk av borerigg benyttes for å verifisere manuelle sonderinger.

Geofysiske metoder brukes for å kartlegge løsmasser og løsmassetykkelse. Målingene bør suppleres med sonderinger og/eller oppgraving for kalibrering av resultater. Valg av metode avhenger av problemstilling, planfase og krav til nøyaktighet. Statens Vegvesens Håndbok R211 (Statens Vegvesen, 2018), kapittel 1.2.6 gir en oversikt over de mest aktuelle metodene for vegprosjekter.

Kostnader knyttet til undersøkelsene vil være avhengig av arealet som skal undersøkes, antall prøver som skal tas samt antall dager i felt. Videre vil også kostnadene avhenge av hvilke metoder som blir benyttet. Nedenfor er det listet opp noen eksempelpriser fra prosjekter gjennomført i 2022.

Måling av myrdybder:

- 1 stk. totalsondering: Oppstilling og boring til 10 m dyp i løsmasser = ca. 5000 kr
- 1 stk. enkel sondering: Oppstilling og boring til 10 m dyp i løsmasser = ca. 5000 kr

Prøvetaking:

- Naverboring: Oppstilling og opptak inntil 10 m = ca. 7000 kr
- Ø54 mm prøvetaking: Oppstilling og opptak inntil 10 m = ca. 7000 kr (tillegg for prøvetaking fra flåte = 1600 kr per prøve)

Lab-analyser:

- Prøver fra naverboring:
    - Rutine per prøve = ca. 700 kr (inkluderer vanninnhold og klassifisering i henhold til von Post skala)
    - Totalt organisk karbon (TOC) = ca. 800 kr

- Prøvesylinder:
    - Rutine torv = ca. 1200 kr (inkluderer vanninnhold og klassifisering i henhold til von Post skala)

Grunnvannsovervåkning

Kostnader i forbindelse med overvåkning av grunnvann er basert på størrelsen på prosjekt, de geologiske forholdene, tekniske vurderinger og de miljømessige behovene som skal ivaretas. Det er også flere alternativer til utstyr og overvåkning man kan vurdere. For en generell overvåkning kan instrumenterte standrør benyttes for å logge variasjoner i grunnvannet.

Standrør kan etableres samtidig som geotekniske grunnundersøkelser utøves som kan være med på å redusere kostnadene. God planlegging mellom geoteknikere og hydrogeologer er derfor viktig.

Overvåkning av grunnvann bør utføres slik at man får målinger fra minst en hydrologisk syklus (1 år), for å kunne vurdere de naturligere variasjonene i grunnvannstanden.

Ved etablering av grunnvannsovervåkning vil prisen endre seg etter antall punkt, antall meter i dybden samt brønnutforming. Dersom det påvises faste masser, kan det være nødvendig med forboring. Materialvalg for standrør kan velges ut fra miljømessige hensyn og kan være av stål eller plast. Rørene kan ha slisser ved bestemte dybder for å rette overvåkning mot et bestemt mål, eller slisset i hele dybden. Alt er avhengig av myrens dybde og massestruktur.

Måleinstrument i standrørene består av en trykksensorer (Diver) som senkes ned i vannsøylen og en barometrisk trykksensor (baro) for å kompensere for atmosfærisk trykk. Trykksensoren TD-Diver måler trykk og temperatur. Alternativt kan man bruke en CTD-Diver som i tillegg til trykk og temperatur

også måler konduktivitet for å se på saltinnholdet. Innenfor et mindre område vil det bare være behov for 1 baro da denne vil kompensere trykket for alle diverne. I et prosjekt bør det benyttes minst 2-3 divere per område av interesse.

Det vil også være behov for å ta vannprøver før anleggsfasen for å ha en referanseverdi på kvaliteten i vannet. Vannprøvene skal sendes til et akkreditert laboratorie og analyseres for prøverelatert analyse for grunnvann og i tillegg analysere for kjente stoffer fra byggemateriale.

Arbeidsomfanget inkluderer, men er ikke begrenset til: Feltbefaring, vannprøvetakning, vedlikehold/montering av måleutstyr, innhenting av grunnlagsdata, gjennomgang av eksisterende data, prosessering og analysering av data og rapportering (eventuelt modellering).

Måleutstyret vil kontinuerlig registrere grunnvannstand og må lastes ned av en person i felt. Avlesingen ved overvåkning før anleggsfasen kan foregå f.eks. hvert kvartal. Avlesning er avhengig av ulike behov ved overvåkning. Når anleggsfasen begynner, kan det være en fordel og øke avlesningene. Fjernavlesning kan også benyttes ved behov. Det er ikke vurdert kostnader for dette. Under er priseksempler på overvåkning fra prosjekt utført i 2022:

Brønnutforming:

Prisene inkluderer forflytning, oppstilling og klargjøring pr installasjon, samt nedpressing av rør.

- 1 stk. slisset standrør av plast (63 mm) med spiss (à 5 m) = 4 500 kr
- 1 stk. slisset standrør av stål (5/4") med filterspiss (à 5 m) = 7 000 kr

Instrumentering:

- 1 stk. TD-Diver (temperatur og trykk) = 8 800 kr
- 1 stk. CTD-Diver (Temperatur, konduktivitet og trykk) = 24 000 kr
- 1 stk. Baro-Diver (barometrisk trykk) = 8 800 kr
- Materiale for festing av utstyr (pr. brønn) = 500 kr

Alternativt kan utstyr leies av konsulent (priser er et estimat og kan endre seg i takt med prisstigning, antall måneder for utleie og antatt slitasje).

- Utleie TD-Diver (à 12 mnd) ~11 000 – 13 000 kr
- Utleie Baro (à 12 mnd) ~11 000 – 13 000 kr
- Utleie CTD-Diver (à 12 mnd) ~25 000 – 33 000 kr

Vannanalyse:

- 1 stk. Vannprøve = 800 - 1 400 kr

5. Anleggstekniske tiltak

Hovedfokuset under workshopen var rettet mot ulike anleggstekniske tiltak, og i hvilken grad tiltakene kan avbøte konsekvensene for klimagassutslipp, tap av biologisk mangfold, negative konsekvenser for grunnvann, vannbalanse og eventuelt flomdemping. I dette kapittelet er det listet opp flere anleggstekniske tiltak som ble drøftet, og det er gjort en innledende vurdering av miljøeffektene tiltaket kan gi. Resultatet er basert på workshop, samt litteraturstudier.

For samtlige metoder for veibygging i myr er det flere forutsetninger som bør være på plass for å få en vellykket gjennomføring. Dette er:

- Forholdet til myr må prioriteres i planleggingsfasen
- Man må lage en plan for før- og etterundersøkelser
- Anleggsarbeidet bør gjennomføres på flåte eller med flytende anleggsveier
- Arbeidet bør gjennomføres på tidspunkter av året hvor det gir minst skader for naturmangfold, avhengig av hva slags naturverdier som er kartlagt.

I tillegg er det gjort noen grove klimagassberegninger, knyttet til de ulike tiltakene. Dette ligger i vedlegg 1.

5.1 Konstruksjoner

Under workshopen ble det i hovedsak snakket om tre ulike konstruksjoner; myrbro, lett fylling med peler og bro med ett spenn. Det er her verdt å merke seg at de ulike brotypene kan lages av ulike materialer, og høyde over bakken kan variere. Hovedforskjellen mellom konstruksjonene er at myrbro bygges med peler som settes ned i myra og vil ha en lysåpning under. Lett fylling på peler vil legges på myra, og komme i kontakt med torv, mens bro med et spenn går over myra uten inngrep i torvmassene. Hver av konstruksjonene er beskrevet nærmere nedenfor.

5.1.1 Myrbro

Tiltaket er beskrevet i SVV Håndbok V221, kap. 2.5.

En myrbro overfører lasten fra veibanen ned til fast grunn eller berg ved bruk av peler. På denne måten kan man unngå problemer med setninger og bæreevne. Tiltaket vil kunne tilfredsstille tekniske krav.

Tiltaket kan være krevende med tanke på tilkomst med maskiner uten å skade myra, og vil kreve god anleggsgjennomføring. Avhengig av grunnforhold kan det benyttes flere metoder for å etablere adkomst til selve pelene.

En skånsom metode for å transportere rigg frem til fundamenter kan være å benytte en flåte. Transport ved hjelp av flåte vil kreve en viss vanndybde, og vil ikke være aktuell overalt.

En alternativ metode er å bygge opp «flytende» anleggsveier. «Flytende» anleggsveier bygges opp lagvis ved å benytte geonett, fiberduktømmerstokker (eller annet som bidrar til å fordele lasten) og avslutningsvis grusmasser/ bærelag. På denne måten benyttes myras fasthet slik at veien «flyter oppå» fremfor å trenge gjennom. Metoden krever en viss fasthet i myrmassene, og vil ikke være

aktuell overalt. Dette tiltaket kan fjernes etter at konstruksjonen er ferdig bygget, med minimal skade på omgivelsene.

Forholdet til hydrologi og hydrogeologi

Myrbroen i seg selv vil kun gi inngrep i myra hvor pelene settes inn, men ved å pele unngår man langsgående grøfter som kan endre de hydrologiske forholdene. Ved peling vil vannstrømningen fortsatt ha fri flyt under veien, og de hydrologiske og hydrogeologiske forholdene vil være godt ivaretatt. Myrbro er derfor vurdert som et tiltak som vil kunne ivareta og opprettholde den hydrologiske balansen i myra.

Eventuell betong som brukes i fundamentene kan endre den naturlige grunnvannskvaliteten ved å heve grunnvannets pH, samt tilføre karbonat og kationer. Denne effekten vil være størst rett etter anleggsgjennomføringen, og over tid vil grunnvannskvaliteten mest sannsynlig stabiliseres på et naturlig nivå. I denne omgang har vi ikke sett på betydningen av betong/stål pælers bestandighet i kontakt med myr.

For at de hydrologiske forholdene skal ivaretas er det viktig at anleggsarbeidet gjøres på flåte og med flytende anleggsveier. Masseutskifting for anleggsveier kan føre til drenering av myra, og dermed motarbeide formålet med myrbroa. Dersom ikke anleggsarbeidene utføres varsomt vil anleggsveier kunne gi midlertidige effekter, og verste fall permanente effekter, på grunnvannstanden.

Forhold til klimagassutslipp

Det aller meste av myra vil med denne løsningen kunne bevares med unntak av der peler og fundamenter settes. Ulempen er knyttet til bygging av broen. Produksjon av betong og stål medfører vesentlige klimagassutslipp og må tas med i vurderingen. I vedlegg er det presentert en oversikt over klimagassutslipp (CO_2-ekv) som er knyttet til de forskjellige type konstruksjonene og løsningene som er presentert i denne studien. Produksjon av en tradisjonell, standard betongbro (iht. NV-GHG verktøy) slipper ut ca. 17,5 tonn CO_2ekv per løpemeter bru med 21 meter bredde. Denne broen bør imidlertid kunne bygges med mindre betong enn standard bro med tanke på mulighet for korte spenn og meget lav høyde.

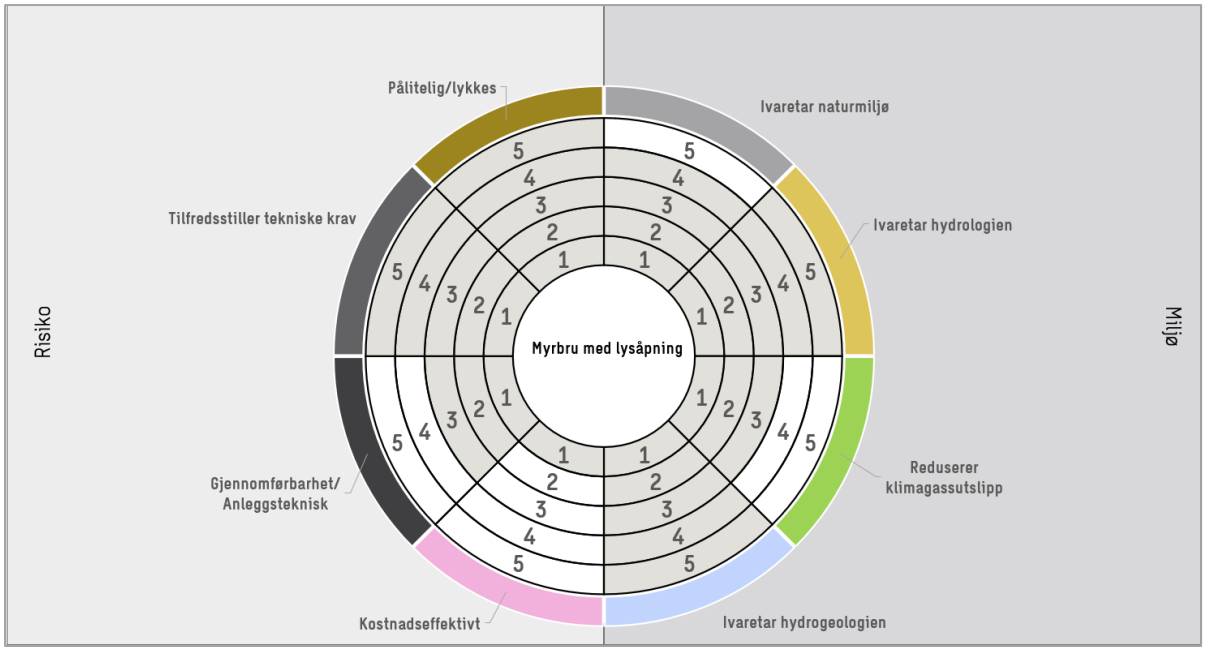
Utslippene fra produksjonen kan videre sammenlignes med hvor store mengder CO_2 som frigjøres, som følge av nedbrytning av organisk material, ved en masseutskiftning av myr. Dette ble presentert over i avsnitt 1.2.3. Med de nye utslippsfaktorene som er brukt i NIR2022 og 80 meter berørt myr (veitrasebredde) så betyr det at utslippene fra betongbru-konstruksjonen tilsvarer ca. 1,3 meter dybde av myr. Regnestykket blir her 1,3 meter dybde * 80 m^2 = 103,9 m^3 myr som med 168,5 kg CO_2e/m^3 gir 17500 kg CO_2e.

Dette resultatet er overaskende da det betyr at det for en stor andel av myrer vil være klimamessig gunstig å bygge bru. Det som imidlertid ikke fremkommer i dette regnestykket, er at utslipp knyttet til bygging av konstruksjoner skjer i byggefasen, mens utslippene fra nedbrytning av myrmasse vil skje over en lang periode og det er stor usikkerhet knyttet til hvor store utslippene faktisk blir som diskutert i avsnitt 1.2.3. Utslipp knyttet til materialproduksjon bør dermed vektes høyere enn utslipp knyttet til drenering av myr så lenge man ikke klarer å redusere denne usikkerheten. Beregningen belyser likevel at bygging av f.eks. en myrbru for å unngå masseutskiftning i mange tilfeller og med gitte forutsetninger *kan* være gunstig i et klimagassutslipp-perspektiv.

Forholdet til naturmiljø

Det vil uansett være en direkte påvirkning på naturmangfoldet gjennom det fotavtrykket veien gir og støy/forstyrrelser på dyrelivet som følger med veiprosjektet. Forutsatt at vannbalansen i myra ikke endres, vil livsvilkårene for planter og dyr likevel kunne opprettholdes på den delen av myra som ikke dekkes av myrbroa, avhengig av lysåpningen på brua. Konsekvensen for naturmiljø vil også være avhengig av hvor stor del av myra som dekkes av myrbroa og hvorvidt den ligger i en kant av myra eller den krysser mer midt på.

Myrbro kan ha store gevinster for miljø sammenlignet med masseutskifting av myrer.



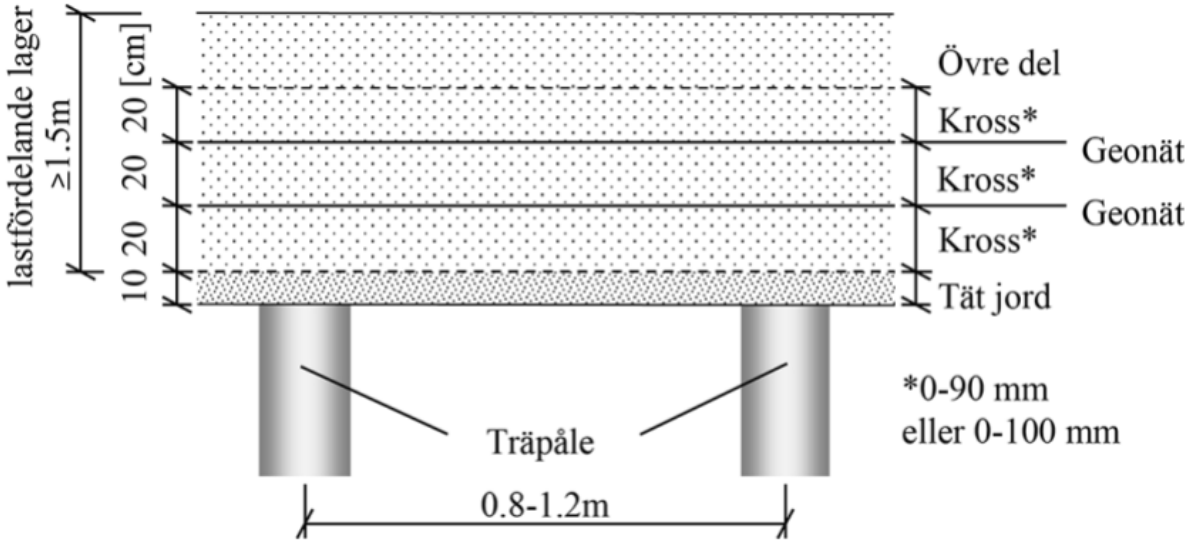
Figur 5-1 Estimert poeng fra arbeidet under workshop 22.06.22. Resultatet må sees på som veiledende, og må vurderes nærmere i hvert enkelt tilfelle.

Figur 5-2 Eksempel på myrbro, bildet er tatt av John A. Weeks (Weeks, 2009).

5.1.2 Lett fylling på peler

Dette er en metode hvor fyllingen bæres på peler til faste masser eller berg. Prinsippet for metoden er vist i Figur 5-3. Bruk av betong og stål i grunnarbeider står for en betydelig del av ressursbruken i anleggsprosjekter, og bidrar til en stor andel av et prosjekts klimaavtrykk. Som et alternativ til myrbro med betong- eller stålpeler vil bruk av trepeler kunne gi et betydelig lavere klimagassutslipp, god bevaring av myr, samt en vesentlig kostnadsbesparelse. Korrekt utførelse vil ha en bestandighet som overgår veiens dimensjonerende levetid ettersom neddykkede trepeler historisk sett har vist seg å kunne stå i flere hundre år (Klaasen, 2012).

Metoden er nevnt i kapittel 1.5 i håndbok V221 Grunnforsterkninger, fyllinger og skråninger. Det er ikke oppgitt noe spesielle regler for trepeler, men det nevnes at trepeler kan benyttes i stedet for betong- eller stålrørspeler. Det henvises generelt til Peleveiledningen angående trepeler (Pelekomiteen, 2019). Der norsk regelverk og veiledere kommer til kort for dimensjonering av fylling på trepeler, kan man se til svensk regelverk samt nyeste litteratur om metoden. Håndbøkene til Trafikverket angir spesifikke bestemmelser for metoden i TK Geo 13 (Trafikverket, 2016), TR Geo 13 (Trafikverket, 2016) og med bestemmelser i TRVK Bro 11 (Trafikverket, 2011).



Figur 5-3 Illustrasjon av lett fylling på trepeler. Kilde: TK Geo 13.

Trepeler for permanente konstruksjoner må ha peletopp som ligger under laveste nåværende og fremtidige grunnvannstand. I tillegg til å installeres under dette nivået, bør det sikres en anaerob sone over peletopp. Den anaerobe sonen bør ha minimum tykkelse på 100 mm, og bestå av tett leire/siltig leire som anbefalt av TK Geo 13. På den måten kan man sørge for at peletoppene vil stå neddykket i grunnvann.

Grunnvannsnivå må dokumenteres før, under og etter grunnarbeidene. Det må installeres poretrykksmålere langs hele strekket som en del av overvåkningen.

Ved bruk av denne metoden vil trolig pelene avsluttes i fastere masser over berg, og det må forventes setninger under fyllingen. Hvor mye dette er vil variere fra sted til sted, og må utredes i hvert enkelt tilfelle. Fyllingen på peler må forbelastes med tilsvarende overlast som for ferdig vei og trafikklast. Forbelastningen kan fjernes når man har oppnådd ønskede setninger.

I tilfeller hvor myra er svært dyp kan det være aktuelt å bruke betongpeler. Det kan også være aktuelt å bruke en miks av tre og betong dersom det er nødvendig.

Forholdet til hydrologi og hydrogeologi

Lett fylling på peler vil i utgangspunktet fungere tilnærmet likt en myrbro med tanke på påvirkning på de hydrologiske forholdene i myra. Den største forskjellen vil ligge i det øverste laget i myra, hvor denne metoden vil påvirke torvlaget hvor veien ligger. Siden metoden innebærer at pelene bærer vekten av veien og dermed ikke gir en forbelasting hvor massene presses sammen, vil vannstrømningen ha fri flyt under veien, og de hydrologiske og hydrogeologiske forholdene vil være godt ivaretatt. Dette er allikevel en lite utprøvd metode, hvor det finnes lite erfaring.

For at de hydrologiske forholdene skal ivaretas er det viktig at anleggsarbeidet gjøres på flåte og med flytende anleggsveier. Masseutskifting av anleggsveier kan føre til drenering av myra, og dermed motarbeide formålet med denne metoden. Dersom ikke anleggsarbeidene utføres varsomt vil anleggsveier kunne gi midlertidige effekter, og verste fall permanente effekter, på grunnvannstanden.

Forhold til klimagassutslipp

Det er utført et par grove beregninger av klimagassutslipp knyttet til denne type løsning. Hvis det antas 10 kg armering (geonett) per m^2, 1 meter pukk og cc avstand på 1,2 meter for peler, tilsvarer dette ca. 90 kg CO_2e per m^2 vei regnet med 3 meter peler. Her er det antatt en 3 meter dyp myr, men pelene vil egentlig være dypere. Faktiske utslipp knyttet til en peleløsning avhenger av en rekke forhold som den spesifikke oppbygning av peleløsning og dybde på myr.

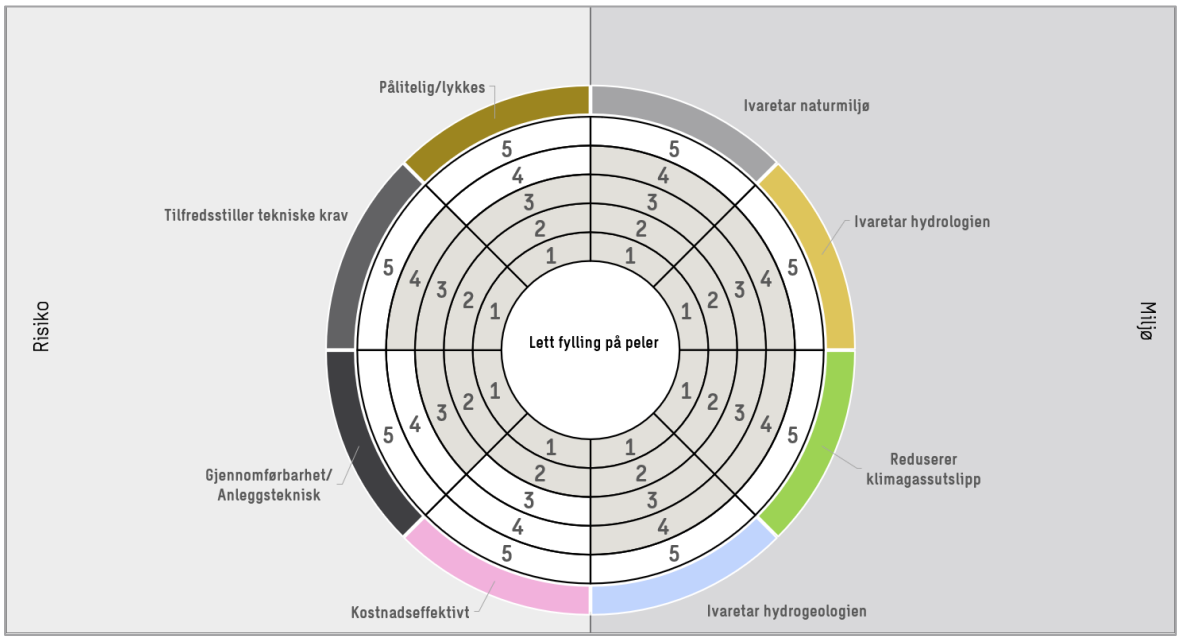
Til sammenligning vil en standard broløsning ha nesten 10 ganger høyere utslipp enn det som estimeres her for peleløsning. Jo dypere myra er desto lengre må pelingen være, men samtidig vil utslipp fra myrdrenering øke tilsvarende.

Hvis det brukes trepeler istedenfor betongpeler vil utslippene kunne reduseres betraktelig.

På denne måten kan det estimeres at peleløsning tilsvarer ca. 5-10 % av utslippene fra drenering av myr. Samtidig vil det øverste laget av torv påvirkes og ev. dreneres/flyttes som gir noe høyere klimagassutslipp enn ved bygging av en myrbru. Usikkerheten knyttet til faktisk påvirkning mtp. drenering og metanutslipp trekker også noe ned i den totale klimascore.

Forholdet til naturmiljø

Påvirkningen vurderes å være tilnærmet lik som for myrbroer.



Figur 5-4 Estimert poeng fra arbeid med rapporten.. Resultatet må sees på som veiledende, og må vurderes nærmere i hvert enkelt tilfelle.

5.1.3 Bro med ett spenn

Tiltaket er beskrevet i SVV Håndbok N400 Bruprosjektering.

Det er også mulig å etablere bro over myrområdene som ikke berører myra. Dette kan man gjøre ved å etablere landkar på hver side av myra, og la broa gå i ett spenn over myra.

Her må det tas med i helhetsbildet at det som regel blir dyrere og behov for mer betong og stål enn om man hadde etablert peler i myrområdet.

Forholdet til hydrologi og hydrogeologi

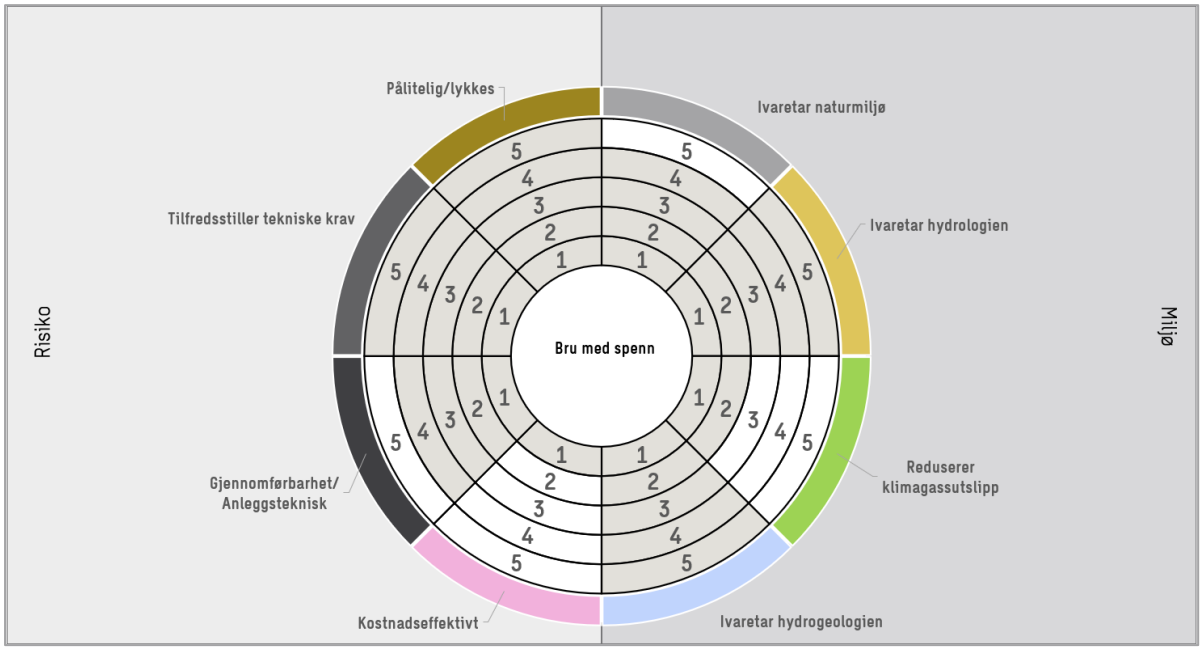
En bro med ett spenn berører ikke myra direkte, og i utgangspunktet blir de hydrologiske forholdene i liten grad berørt. Samtidig kan fundamentering av landkar påvirke grunnvann i sprekkesystemer i fjellet. Dette kan igjen påvirke grunnvannstanden lokalt, men risikoen for at dette skal påvirke myra er lav. I tillegg kan betongen som brukes i fundamentene endre den naturlige grunnvannskvalitet ved å heve grunnvannets pH, samt tilføre karbonat og kationer. Denne effekten vil være størst rett etter anleggsgjennomføringen, og over tid vil grunnvannskvaliteten mest sannsynlig stabiliseres på et naturlig nivå.

Forhold til klimagassutslipp

Det antas at det er lite sannsynlig at en slik løsning vil være gunstig i et klimaperspektiv pga. betydelig større materialmengder (spesielt stål) i denne type av bro. Det er her sammenlignet klimagassutslippene fra en standard betongbro med en hengebro der det er brukt et eksempel på materialmengder fra broen over Fedafjorden på strekningen E39 Lyngdal-Flekkefjord. Dette regnestykket viser at utslippene fra hengebroen er ca. 2,4 ganger høyere enn standard betongbro eller 2 tonn CO_2e/m^2 sammenlignet med 0,84 tonn CO_2e/m^2 for standard betongbru.

Forholdet til naturmiljø

All den tid myra med dets dyre- og planteliv ikke berøres og økologiske funksjoner opprettholdes, vil dette isolert sett være en god løsning for naturmiljøet.



Figur 5-5 Estimert poeng fra arbeidet under workshop 22.06.22. Resultatet må sees på som veiledende, og må vurderes nærmere i hvert enkelt tilfelle.

Figur 5-6 Bro med ett spenn, figur hentet fra Wikiwand (Wikiwand, 2022).

5.2 Tekniske tiltak som krever forbelastning

Under workshopen ble flere ulike varianter av tekniske tiltak som i de fleste tilfeller vil kreve forbelastning diskutert. Hvorvidt det er behov for forbelastning, samt utforming og liggetid for forbelastningen vil avhenge av vanninnhold, fasthet i myrmassene, og vekten av overbygningen.

Det er liten erfaring med denne type løsning for større veianlegg, men i det store bildet var det to type tiltak som ble løftet fram som mulige løsninger; komprimering av myrmassene med armeringsnett og masser, samt bruk av lette fyllinger. Begge teknikkene er en slags flytende vei, hvor forbelasting benyttes til å oppnå tilstrekkelig bæreevne samt redusere setningspotensialet.

Flytende veier vil som regel ikke oppnå samme kvalitet som ved masseutskiftning, siden det er større risiko for setninger og kvaliteten vil være svært avhengig av grunnforholdene. Det kan derfor være utfordrende å tilfredsstille de tekniske kravene knyttet til setninger, og vellykket anleggsgjennomføring er avhengig av grunnforholdene på stedet.

5.2.1 Om forbelasting

Tiltaket er beskrevet i SVV Håndbok V221, kap. 1.1

Forbelastning er en metode man bruker for å påskynde setningene i grunnen. Det forutsettes at det lastes på gradvis for å oppnå tilstrekkelig fasthet i massene underveis slik at det ikke oppstår grunnbrudd. Forbelastning er et tiltak man for eksempel kan benytte i kombinasjon med lette fyllinger for å minimere setningsskader. Metoden ble benyttet for Rv. 460 over et myrområde ved Lindesnes, se SVV Håndbok V221 kap. 1.1.5.1 for mer info.

Figur 5-7 Tilløpsfylling med forbelastning. Figur hentet fra SVV Håndbok V221 (Statens Vegvesen, 2014).

5.2.2 Komprimering av myr med fiberduk, geonett og masser

Som beskrevet ovenfor er det lite erfaring med motorveier som er bygget som en flytende konstruksjon. Over Kringelmyra, sør for Mosjøen, er Statens Vegvesen nå i gang med å teste ut en flytende konstruksjon for ny E6 (NRK, 2022) .

Myra er én km lang og tre meter dyp. Myra presses sammen ved bruk av forbelastning, og skal sikre at grunnen er stabil nok for å bygge motorvei på toppen. Først legges en fiberduk og et geonett rett på myra, deretter legges det et 75 centimeter tykt lag grus på toppen. Videre venter man 2–3 uker før et nytt lag med grus legges på. Hele prosessen er tidkrevende, og massene skal ligge i to år før man kan begynne med selve veibyggingen.

Målet med prosjektet er at karbonet i myra skal bevares. Forutsetningen for å bygge på denne måten er at man tar tida til hjelp. Prosessen må skje gradvis, slik at underlaget tåler den belastningen som veien innebærer. Tiltaket krever bruk av lett utstyr, og at store og tunge anleggsmaskiner på myra unngås.

Forholdet til hydrologi og hydrogeologi

For å oppnå tilstrekkelig stabilitet må grunnen komprimeres. Dette er en metode som er lite utprøvd, og hvordan dette vil påvirke hydrologien og vannbalansen i myra er usikkert. Ved forbelastning presses vannet ut, og massene komprimeres. Hydraulisk ledningsevne vil bli endret i de sammenpressede myrmassene, og i laget med grus/stein over. Det vil gi både lavere vanngjennomstrømning i de komprimerte massene og høyere vanngjennomstrømning i det øvre laget. Siden konstruksjonen med grus blir liggende1,5 meter ned i bakken kan dette også fungere som en grøft, slik som man ser i flere sammenhenger ved masseutskifting. Hvilken betydning metoden vil ha for de hydrologiske forholdene vil være avhengig av strømningsretning og terrengforhold i forhold til plassering og omfang av veien. Det er med andre ord mye man ikke vet om

denne type tiltak, og innhenting av grunnlagsdata og erfaringer vil bli viktig for å vurdere om dette er et godt alternativ.

Forhold til klimagassutslipp

Denne type tiltak vil ha betydelig lavere utslipp enn forskjellige type brukonstruksjoner. For å kvantifisere forskjellen trenger man et eksempel på oppbygning av tiltaket med dybde lett fylling og eventuelt annet, samt antall maskintimer som trengs per m^2 vei. Utslippene her kan sammenlignes med det som ble beregnet over for peling med lett fylling. Hvis man kun har f.eks. 2 stk. armeringsnett og 3 meter pukk så vil utslippene ligge på ca. 25 kg CO_2e/m^2 (ikke medregnet anleggsutslipp). Det vil si enda lavere utslipp enn løsningen med peling og bare 3 % av utslippene fra en standard bruløsning.

Ifølge prosjekteringsleder Hans-Petter Hansen hos entreprenøren Leonhard Nilsen & Sønner vil den nye metoden kunne bety at 90 prosent av karbonet blir liggende igjen i myra. Det vil være viktig å følge opp med undersøkelser for å se til hvilken grad myrmassene faktisk blir bevart i tillegg til hvilke hydrologiske konsekvenser tiltaket har.

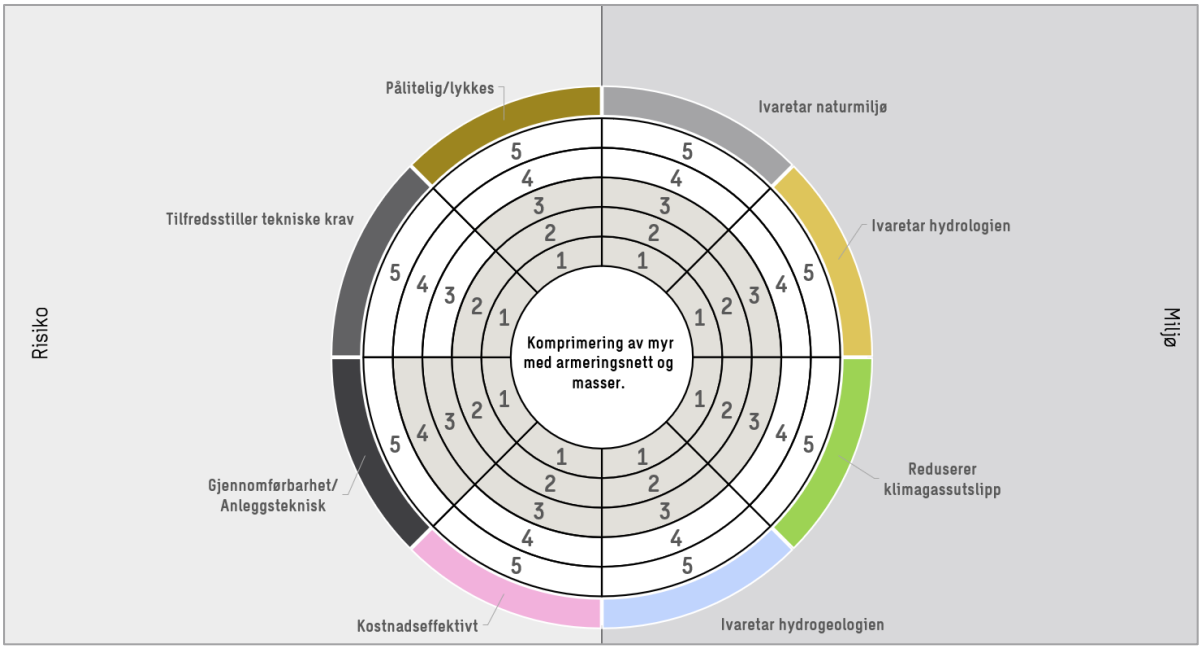
Risiko for drenering med nedbrytning av organisk materiale henger tett sammen med risikoen for påvirkning på de hydrologiske forholdene og som beskrevet over er det mye usikkerhet der. Denne usikkerheten trekker derfor også ned på klimascore for løsningen sammenlignet med lette fyllinger som har mindre risiko for påvirkning på hydrologien.

Når det gjelder metanutslipp er det ikke kjent hvorvidt det er utført noe studie på hvordan dette kan påvirkes ved forbelastning og det er derfor ukjent hvorvidt komprimeringen skulle kunne presse metan ut av myren. Forholdene knyttet til metaninnhold i myren er i seg selv veldig usikre.

Forholdet til naturmiljø

Forbelastning innebærer at gjenværende torv komprimeres og grunnvannstanden inntil området som forbelastes kan påvirkes. Dette vil kunne gi virkninger på økosystemet inntil veianlegget ved at vannbalansen og økologiske forhold endres. Samtidig vil det biologiske mangfoldet der veien legges gå tapt. Dersom det viser seg at vannbalanse og økologiske funksjoner i stor grad opprettholdes på øvrige deler av myrområdet, vil dette være en bedre løsning for naturmangfoldet enn tradisjonelle løsninger som masseutskifting. Hvordan komprimeringen av myra påvirker hydrologien, og indirekte naturmangfoldet må undersøkes nærmere. Dersom det ikke benyttes viltgjerder, vil barrierevirkning for dyrelivet vil være omtrent som ved vanlig vei.

Figur 5-8 Eksempel på flytende vei over Kringlemyra, sør for Mosjøen. Det er Statens Vegvesen som bygger veien. Foto: Frank Nygård / NRK.



Figur 5-9 Estimert poeng fra arbeidet under workshop 22.06.22. Resultatet må sees på som veiledende, og må vurderes nærmere i hvert enkelt tilfelle.

5.2.3 Lette fyllinger under permanent vei

Tiltaket er beskrevet i SVV Håndbok V221, kap. 2.4.

Ved å benytte lette masser reduserer man belastningen på undergrunn, som igjen fører til redusert behov for forbelastning og fyllmasser. Eksempel på lette masser er lettklinker, glasopor eller EPS.

For å lykkes med tiltaket er man avhengig av bruk av riktige type materialer, og hvilken myrtype man skal krysse. Tiltaket krever god og nøye oppfølging og det må påregnes vedlikehold av veien. Før det legges lette fyllinger må det sikres at vannstanden er stabil og det må settes av tid til forbelastning.

Forholdet til hydrologi og hydrogeologi

Også for denne metoden må grunnen komprimeres for å oppnå tilstrekkelig stabilitet. Dette er en metode som er lite utprøvd, og hvordan dette vil påvirke hydrologien og vannbalansen i myra er usikkert. Ved forbelastning presses vannet ut, og massene komprimeres. Potensielt kan dette skape en barriere for vanngjennomstrømning, og dermed endre vannbalansen i myra. Ved bruk av lette fyllinger kan behovet for forbelastning reduseres noe, og komprimeringen vil være noe mindre enn for tiltaket beskrevet i kap. 5.2.2. Det er allikevel usikkert i hvilken grad det vil ivareta vannbalansen og de hydrologiske forholdene. Man kan også her risikere å lage en avskjærende grøft, slik som man ser i flere sammenhenger ved masseutskifting. Det er med andre ord mye man ikke vet om denne type tiltak, og innhenting av grunnlagsdata og erfaringer vil bli viktig for å vurdere om dette er et godt alternativ.

Forhold til klimagassutslipp

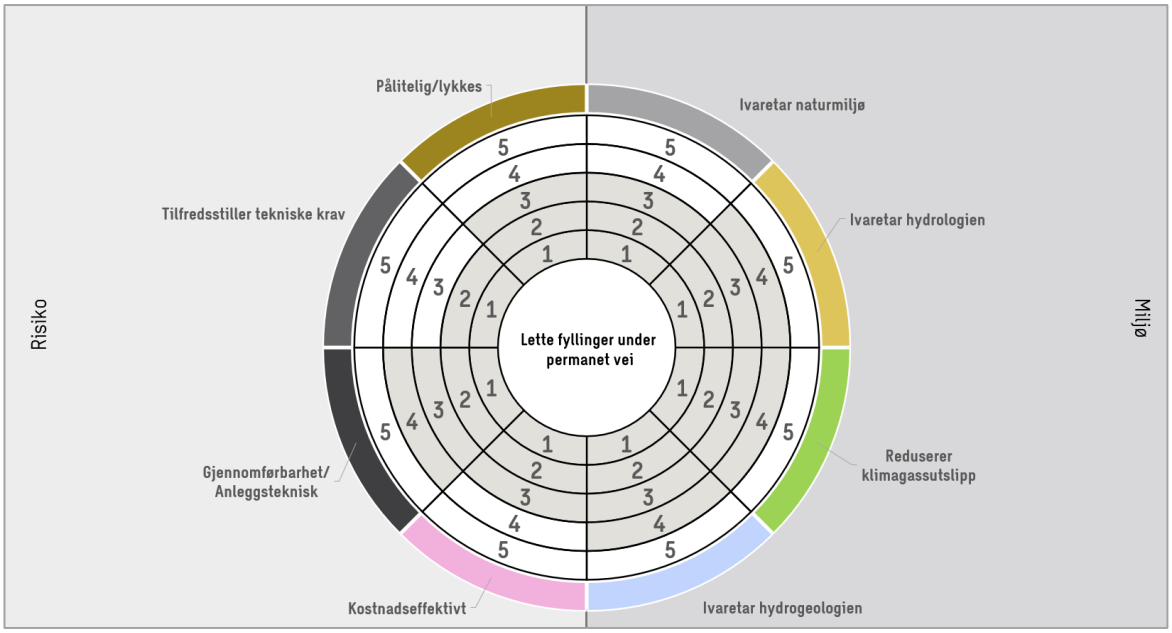
Utslippene for denne løsningen blir veldig lik som ved bruk av lett fylling og peling – bortsett fra at man her ikke benytter seg av pelingen. Utslipp fra f.eks. glasopor[1], er veldig like utslipp for pukk sett per m^3 materiale. Dermed vil utslippene for en lett løsning med tilsvarende tykkelse med f.eks. glasopor gi lignende resultat som for en løsning med pukk. Forskjellen kan der til stor grad avhenge av hvorvidt det finnes lokale steinmasser som kan brukes som pukk og kjøreavstand for alternative lette fyllingsmasser.

På samme måte som for forbelastning-løsning er det her usikkerhet knyttet til hydrologien og dermed mulig drenering, men det bør bli noe mindre påvirkning mtp. mindre komprimering.

Forholdet til naturmiljø

Forbelastning innebærer at gjenværende torv komprimeres og grunnvannstanden inntil området som forbelastes kan påvirkes. Dette vil kunne gi virkninger på økosystemet inntil veianlegget ved at vannbalansen og økologiske forhold endres. Samtidig vil det biologiske mangfoldet der veien legges gå tapt. Dersom det viser seg at vannbalanse og økologiske funksjoner i stor grad opprettholdes på øvrige deler av myrområdet, vil dette være en bedre løsning for naturmangfoldet enn tradisjonelle løsninger som masseutskifting. Barrierevirkning for dyrelivet vil være omtrent som ved vanlig vei.

[1] Glasopor er en veldig lett fyllmasse som har kun 180 kg/m^3 sammenlignet med pukk som har 1550 kg/m^3 . Utslipp for glasopor er dokumentert med EPD; https://glasopor.no/wp-content/uploads/2022/07/NEPD-1243-396_Glasopor-10-60-Cellular-glass-aggregate-_1_1_1-5.pdf



Figur 5-10 Estimert poeng fra arbeidet under workshop 22.06.22. Resultatet må sees på som veiledende, og må vurderes nærmere i hvert enkelt tilfelle.

Figur 5-11 Bruk av lette masser (skumglass) i veibygging. Figur hentet fra Glasopor sin nettside (Glasopor, 2022).

5.3 Anleggsveier

Det finnes flere ulike muligheter for hvordan man kan bygge en flytende, midlertidig anleggsvei på myr. Blant annet kan man benytte tømmerstokker, kvist-avfall, rør, peler, armeringsnett, armeringsduk, og ofte en kombinasjon av flere. Dette er blitt benyttet på mindre (landbruksveier) og midlertidige veier (se eksempel i SVV Håndbok V221, kap. 1.4.5.2).

Forholdet til hydrologi og hydrogeologi

Flytende anleggsveier vil ikke ha samme krav til setninger som permanente veier, og vil dermed kreve mindre forbelastning. En flytende anleggsvei vil derfor mest sannsynlig bidra til at vannbalansen i myra kan opprettholdes gjennom anleggsarbeidet. Ved bruk av for eksempel tømmerstokker øker bæreevnen, og myra kan ligge urørt under anleggsveien. Dette vil kunne gjøre istandsetting av anleggsområdet mer vellykket, noe som gir et bedre grunnlag for å tilbakeføre naturen etter endt anleggsgjennomføring.

Samtidig må man regne med at vekten av forbelastingen og anleggsveien/anleggsmaskiner vil presse ut vann, og gi sumpete områder rundt veien. Det kan derfor være behov for midlertidig drenering ved etablering av flytene anleggsveier.

Generelt sett vil flytende anleggsveier kunne være med på å ivareta myrområder som ikke blir permanent berørt av veibygging. Vannbalansen kan ivaretas og ved å unngå inngrep og masseutskifting i forbindelse med anleggsveiene vil arbeidet med istandsetting ha en langt bedre forutsetning for å lykkes.

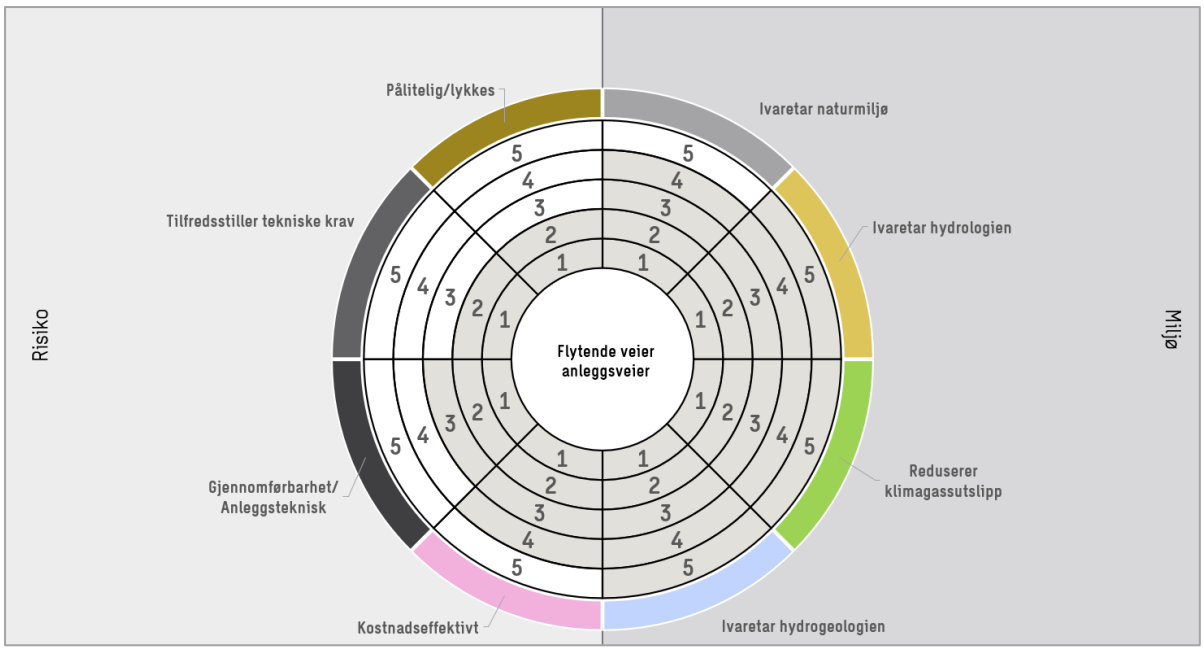
Forhold til klimagassutslipp

Klimagassutslippene for denne type materialer blir veldig lave, spesielt hvis det legges opp til å bruke gjenbrukte og gjenbrukbare løsninger.

Forholdet til naturmiljø

Vegetasjonen vil påvirkes der hvor den midlertidige veien legges. Samtidig er det er svært positivt at vannbalansen trolig ikke påvirkes i negativ grad. Det vil gi større muligheter for vellykket tilbakeføring og restaurering i etterkant enn tradisjonelle løsninger.

Figur 5-12 Flytende vei på tømmerstokker. Figur hentet fra Roadex (Roadex Network, 2022).



Figur 5-13 Estimert poeng fra arbeidet under workshop 22.06.22. Resultatet må sees på som veiledende, og må vurderes nærmere i hvert enkelt tilfelle.

6. Avbøtende og kompenserende tiltak

Det finnes flere avbøtende tiltak som kan gjøres dersom veitraseen legges gjennom et myrområde. Det er allerede i dag fokus på å redusere omfanget av anleggsveier, deponiområder og lignende arealinngrep for å redusere inngrep i myr. Dette er ikke nærmere beskrevet her, men er en praksis som bør være høyt på dagsorden for å unngå unødvendige inngrep i myra. Noe av denne praksisen er beskrevet i en SVV rapport 423 (Statens Vegvesen, 2015).

Raske og omfattende klimaendringer har ført til et økt fokus på restaurering og reetablering av økosystemer, herunder myrområder. Grener innen forskning har konkludert med at planetens fremtid kan avhenge av utvikling av den nokså nye disiplinen økologisk restaurering (Roberts L, 2009). Restaurering er nå sett på som et nøkkelelement for å oppnå mål for bevaring og forvaltning av natur, og små og store restaureringsprosjekter er i økende grad vanlig over hele verden.

Samtidig er det viktig å merke seg at dette er en form for et avbøtende tiltak, og vil ikke være en fullverdig erstatter for naturen som forringes. Målet må alltid være å unngå forringelse av myrområder. Det er mange myter innen restaureringsøkologi som gir opphav til falske forventninger og forestillinger om hva som er mulig. Økosystemer er komplekse, og det er svært krevende å gjenopprette dynamikken i naturen. Det er med andre ord ikke mulig å gjenopprette et fullverdig komplekst og mangfoldig økosystem, herav ordtaket «*you can't step in the same ecosystem twice*» (Richard J. hobbs, 2011).

Når det er sagt kan restaurering og reetablering av økosystemer avbøte på ulempene, gitt at det er tatt høyde for kompleksiteten til myrområdene. Nedenfor er det sett nærmere på fire ulike avbøtende og kompenserende tiltak som kan bidra til å redusere ulempen ved veibygging gjennom myrområder, håndtere avrenning fra myrholdige masser, redusere inngrepsbredden, restaurering og flytting/reetablering av myr.

6.1 Anleggsgjennomføring

6.1.1 Avrenning fra myrholdige masser

Myrmasser inneholder i tillegg til store mengder syreholdig vann en del metallforbindelser. Masseutskiftning av myrmasser kan derfor gi utslipp av surt vann («surstøt»). Fisk (smolt) og bunndyr er sårbare for plutselige utslipp av surt vann (lav pH) til mindre bekker.

Den lave pH-en i myrvannet gjør også at vannet ofte er rikt på oppløst toverdig jern (Fe^{2+}). Ved graving og eksponering for oksygen, vil dette kunne felles ut som treverdig jern (Fe^{3+}) på gjeller til fisk og bunndyr og føre til såkalt okerkveling. I avrenning med høyt innhold av organisk materiale vil imidlertid mye jern være assosiert med det organiske materialet, og dermed være mindre gjelle-reaktivt sammenlignet med jern i råvann fra grunnvann.

Utfelt jern vil kunne gi rødfarget vann og slam i resipienten, som i store mengder kan virke estetisk skjemmende. Avrenning fra myrmasser vil også gi økt innhold av humus i vannmasser, som kan gi utslag i høyere verdier for turbiditet samt gi farge på vannet. Økt humusinnhold i vannet vil vanligvis

være mindre skadelig for dyre- og planteliv sammenlignet med suspendert stoff i avrenning fra massefyllinger og dagsoner.

Det er viktig å unngå myrdeponi i tilknytning til sårbare bekker. Dette er aktuelt der det i forkant av tiltaket er kartlagt at særlige sårbare resipienter med tanke på allmenne interesser, drikkevann og naturmangfold som blir berørt.

Figur 6-1 Eksempel på myrdeponi. Foto: Nye Veier.

6.1.2 Redusere inngrepsbredden

I de tilfellene hvor veien er planlagt i nærheten av vassdrag og myrområder kan tiltak for å minimere inngrepsbredden være tilstrekkelig for å unngå å berøre myrområdet.

For å redusere inngrepsbredden i en myr, kan man etablere støttekonstruksjoner i ytterkantene av veien. Eksempler på dette er ulike former for støttemurer, spuntvegger eller ved bruk av jordarmering med geotekstiler. Ulike typer materialer kan brukes i front av jordarmeringen. Jordarmering brukt for oppstramming av fylling vil kunne kombineres med å forsterke den lastfordelende evnen i overbygningen. SVV Håndbok V220, kap. 9, 10 og 16 omhandlet emnet. Ellers kan utformingen av veiskulder bidra til å redusere inngrepsbredden. Dersom vegen ligger i eller tett opptil myr, anbefales derfor bratte vegskråninger for å minimere inngrepsområdet og bevare mest mulig av den naturlige vegetasjonen (Statens Vegvesen, 2015).

Dersom veitraseen ligger i ytterkant av et myrområde må det tas hensyn til vanntilførsel og drenering. Det er viktig å sørge for at grunnvannstilsig og naturlige vannforekomster ikke blokkeres eller forurenses av avrenning fra vegen.

Ved veianlegg der det ikke kreves eksempelvis viltgjerder med egne passasjemuligheter, vil etablering av støttekonstruksjoner kunne øke barriereeffekten for dyr som krysser veien og også gjøre det vanskeligere for trafikantene å oppdage dyr på vei inn i veibanen. Gode forundersøkelser vil

kunne gi svar på hvorvidt myrområdet som krysses har særlig spesielle verdier for plante- og dyreliv og om særlig avbøtende tiltak bør settes inn.

6.2 Restaurering av myrområder

I Norge, Sverige og Finland er det de siste årene gjennomført mange tiltak i tidligere grøftede myrer der en tetter igjen grøftene og forsøker å gjenskape de naturlige prosessene som var i myra tidligere. I grøfta/drenerte myrer vil det viktigste være å få i gang prosessen med reetablering av torvmoser og aller viktigst - skape en stabil og høy vannstand i myra. Hvor rikt naturmangfoldet er på myra, vil være avhengig av hvorvidt myra får næring hovedsakelig fra nedbøren (nedbørsmyr – ombrogene typer) eller av jordvannsmyrer (minerogene typer) jfr. figur 1-2. Før tiltak, vil det være viktig å ha en god oversikt over naturmangfold på myra og ha klare målsettinger og planer for gjennomføringen.

En rapport fra Länsstyrelserna (Länsstyrelserna, 2015) omhandler restaurering av 35 verdifulle myrer i Sverige. Rapporten beskriver detaljerte erfaringer med restaurering av myrer og viktigheten av å lage en god restaureringsplan før arbeidet startet. Det vektlegges å etablere en god oversikt over høydenivåer på myra for å sette inn tiltak på rett sted. Andre viktige momenter er størrelse på arealet der tiltak settes inn da økt arealstørrelse av myr vil gi større robusthet og potensiale for at myra kan restaureres vellykket. I tillegg tiltak som å rydde busk- og treoppslag langs gamle grøfter og gjerne bruke felte trær som kjøremedium for å redusere terrengskader. Det er også beskrevet bruk av tømmerstokker for å demme opp vannet og benytte stedlige torvmasser ved igjenfylling. Det understrekes betydningen av overvåkning og evaluering av tiltakene, særlig for å følge med på vann-nivået.

I Finland har Simila (Simila, 2014) skrevet en rapport for beste praksis for å reetablere drenerte myrer der både tap av næringsstoffer som følge av drenering og naturmangfold er omtalt.

Generelt ved restaurering der grøfter tettes igjen og grunnvannstanden heves, skjer det en endring i vegetasjonsbildet. I forbindelse med restaureringen fjernes trærne, og typiske lyngarter reduseres i mengde. På sikt kommer moser, og særlig torvmoser inn.

Dette innebærer også at vilkårene for eksempelvis fuglelivet endres. Typiske skogslevende arter minsker i antall eller forsvinner og arter knyttet til åpnere områder, eksempelvis vadefugler øker. Tilgangen på åpne vannarealer ved restaurering, vil også ha betydning for hvilke arter som kommer inn, både av insekter og fugl. Åpne vannspeil vil ofte være svært positivt for antall vanntilknyttede arter som potensielt kan bruke områdene.

I Norge er det tidligere gjennomført storskala grøfteprosjekter for å øke skogproduksjonen. Særlig på jordvannsmyrer har dette hatt negativ effekt for sårbare naturtyper og arter. Det er derfor de seinere år gjennomført en rekke restaureringsprosjekter. Dette ved å øke vannstanden gjennom å tette grøfter og ved å bygge torvdemninger som holder på vannet. 25 myrområder ble restaurert i Norge i 2021 (www.miljødirektoratet.no). Det er også i regi av Miljødirektoratet utarbeidet videomateriell som viser myrrestaurering steg for steg.

6.3 Reetablering og flytting av myrområder

Generelt er det lite som er gjort på reetablering og flytting av myr i Norge, men det finnes prosjekter med lignende utfordringer, og erfaringer herifra kan også være nyttig i denne sammenheng. Internasjonalt finnes det noe mer litteratur.

Mye av litteraturen viser til at et overordnet system for design og planlegging er et viktig suksesskriterium for reetablering av myr. I et Webinar om myr, som ble holdt i regi av TEKNA den 12.11.2021 (Tekna , 2021), holdt Jonathan Coleman et foredrag om naturrestaurering. Innledningsvis ble det sagt at det er mer enn 100 myrer som er restaurert i Norge de seinere år. Et hovedbudskap i presentasjonen er at man i fremtiden heller må unngå og/eller minimere inngrepene i myr, enn å skape erstatningsbiotoper. Dersom man allikevel skal lage en erstatningsbiotop, er det en del overordnede design- og planleggingsverktøy som må ivaretas for et vellykket resultat.

I presentasjonen ble forutsetninger for god gjenskaping av myr listet opp:

- Unngå og minimere inngrep i myr – altså minst mulig utgraving av torv.
- Utgravde masser holdes så fuktig som mulig og eksponeres for minimalt med oksygen ved utgraving, transport, mellomlagring og etablering av erstatningsareal.
- Det er svært viktig å unngå uttørking i prosjektfasen.
- Erstatningslokaliteter bør ligge på 100 % allerede forringet areal i nærheten.
- Plassering av utgravde masser i en erstatningsbiotop krever god design og planlegging. Man må unngå eroderende vannveier eller gjørmebad.
- Hele flak med vegetasjon og toppjord legges til siden og holdes separat fram til ny lokalitet er klar.
- De øverste lagene vil inneholde levende planter og frø, som skaper et grunnlag for revegetering etter endt anleggsarbeid.
- Det er viktig å raskest mulig opprette en stabil vannstand ca. 0-10 cm under overflaten, og deretter etablere et topplag av levende torvmoser.
- Viktig at hydrologiske og geologiske forhold tilsvarer den dominerende myrtypen i planområdet.
- Det må sikres at området på sikt bidrar til å ha en landskapsøkologisk funksjon, og ikke blir en fragmentert del av helheten.
- Det må påregnes justering og overvåkning underveis og i flere år etter etablering av myra.
- Nytt område må holde på vann og være klar for å ta imot utgravde masser før utgraving av torv starter.

I Canada er det gjort flere studier av etablering av myr i oljesandområder (*«wetland reclamation»),* som et forsøk på å bringe naturen tilbake. *Guideline for wetland establishment on reclaimed oil sands leases* (Alberta Environment, 2008) gir design- og suksesskriterier for etablering av myrområder. I litteraturen defineres *«Wetland reclamation»* som opprettelse av myrområde/våtmarksområder hvor de tidligere ikke eksisterte, eller hvor de tidligere har eksistert, men er fullstendig tapt.

Gjennomgående er fokuset på myrers kompleksitet og behovet for en tverrfaglig tilnærming med gode forundersøkelser og godt gjennomtenkte planer for reetablering av myr. Det er også stor oppmerksomhet om behovet for overvåkning og oppfølging av områdene i etterkant av reetableringen.

Istandsetting av oljesandområder er en storskala prosess, som involverer større landskap eller hele nedbørfelt. Dermed skiller dette seg ut fra mange andre våtmarksprosjekter som er dokumentert og publisert.

Retningslinjene for våtmarksetablering i oljesandområder i Canada synliggjør nøkkelelementer som må vurderes gjennom planleggings- og prosjekteringsstadiet av erstatningsbiotoper. For et vellykket prosjekt er det grunnleggende å ha et landskap som kan gi passende vannbalanse og vannkvalitet til formålet, og dette bør derfor være avgjørende for å avgrense området som skal omgjøres til våtmark.

I Athabasca oil sands er det blant annet to test- og forskningsprosjekter (Pollard, et al., 2012) på nyetablering av myr i nedlagte dagbrudd. Felles for prosjektene er en tidslinje som ivaretar viktige steg fra konsept og planlegging til gjennomføring og overvåkning. Følgende tidslinje ble benyttet:

1. Etablering av konseptdesign og konseptmodell for reetablering av myra
2. Identifisere miljømål og forskningsspørsmål for prosjektet
3. Utvalg av lokasjon for flytting og reetablering
4. Konseptdesign og definisjon av nedbørfelt for ny myr
5. Feltundersøkelser
6. Godkjenning av design
7. Konstruksjon og etablering av erstatningsbiotop
8. Overvåkning og justering av myra

Felles for temaene restaurering og reetablering av myr er at flere studier understreker viktigheten og nødvendigheten av en gjennomtenkt helhetlig plan, som strekker seg på tvers av flere fagfelt. Dette framstår som et suksesskriterium for å få en vellykket etablering av en erstatningsbiotop.

Casestudie; Etablering av våtmarksområde på Duge

Det finnes få eksempler på flytting og reetablering av større myrområder i Norge, men det er allikevel ett prosjekt som har vekket vår oppmerksomhet i denne sammenheng. I forbindelse med rehabilitering av Svartevassdammen i Forsand og Sirdal kommuner, ble det skapt et våtmarksområde i et nedlagt steinbrudd, hvor målet var å skape en erstatningsbiotop for tapte våtmarksområder.

Svartevassmagasinet ble i sin tid etablert over viktige våtmarksområder, som bestod av fuktenger, myr og vassdragsnatur, mellom tre vann som ble til ett magasin. I 2014, i forbindelse med rehabilitering og forsterking av Svartevassdammen, lanserte derfor Sira Kvina kraftselskap ideen om å skape våtmark som plan for etterbruk av et steinbrudd. Våtmark er bygd fra bunnen av med torv på komprimert morene. Svira Kvina har uttalt at de brukte mye tid på å studere oppbygging av tilsvarende våtmark i området. I etterkant av arbeidet er det registrert hekkende krikkand i våtmarken, og våtmarksspesialiserte øyenstikkere.

Sira Kvina kraftselskap trekker frem følgende suksesskriterier for et vellykket prosjekt:

- teknisk miljøingeniørkompetanse er viktig
- tett oppfølging fra byggherre med rett kompetanse
- lærevillig entreprenør.

Prosjektet er nå en del av NINA-prosjektet RESCAPE[2], som skal undersøke hvordan det har gått i prosjekter hvor naturen har blitt restaurert. Prosjektleder i RESCAPE har uttalt følgende om prosjektet:

«Det Sira-Kvina har fått til ved Svartevassdammen krever vilje, kreativitet og innsats. Slike prosjekter er viktige fordi det viser at «alt er mulig»».

Informasjonen er hentet fra Sira Kvina (Sira Kvina kraftselskap, 2015) og NINA (NINA, 2022) sine nettsider.

Figur 6-2 Før og etter bilde av etablering av våtmarksområde i massetak. Bildene er hentet fra en artikkel på NINA sine hjemmesider (NINA, 2022).

[2] https://www.nina.no/B%C3%A6rekraftig-samfunn/Naturrestaurering/Rescape

7. Erfaring fra prosjektet og forslag til videre arbeid

En erfaring vi tar med oss fra dette arbeidet er viktigheten av et godt tverrfaglig samarbeid for å imøtekomme utfordringene knyttet til veiplanlegging og veibygging i myr. Gjennom dette prosjektet har prosjektdeltakerne fått god innsikt på tvers av fagene, og miljøfagene og de tekniske fagene har jobbet tett sammen. Den tverrfaglige innsikten danner et godt fundament for videre arbeid, og nødvendigheten av tverrfaglig forståelse og samarbeid bør ikke undervurderes for å få til gode prosjekter i framtiden. Dette gjelder for det faglige samarbeidet, men også på tvers av roller og organisasjoner.

Vi har også sett at arbeid med myr er komplekst, og det bør være et tema som løftes fram tidlig i prosessen og planleggingen. Det tar tid å jobbe fram gode løsninger. I denne rapporten har vi kun sett overordnet på hvordan vi kan bygge mer miljø- og klimaskånsom vei over myr. Veien videre vil være å velge seg ut veiprosjekter, hvor veitraseen skal krysse egnede myrer for testing av tiltak. Å sette myr høyt på agendaen samt tverrfaglig samarbeid vil her være en forutsetning for å lykkes.

Vi anbefaler også at innsatsen knyttet til før- og etterundersøkelser økes når det gjøres tiltak i myr. Før- og etterundersøkelser vil bidra til å øke kunnskapsgrunnlaget om konsekvenser av veiutbygging i myr. Samtidig vil før- og etterundersøkelser kunne gi oss en bedre generell forståelse av de ulike prosessene i myr. Resultatene av testprosjektene bør publiseres underveis, slik at man får et oppdatert kunnskapsgrunnlag. Resultatene bør publiseres uavhengig av resultat.

Som beskrevet innledningsvis i denne rapporten har målet med dette arbeidet vært å vurdere tiltak som kan gjøres for å minimere ulempene for miljø og klima når veien skal krysse myra. Men det aller beste tiltaket for å unngå nedbygging av myr, er å unngå at veitraseen legges over myrområder. Mye av arbeidet med å redusere ulempene for myrområdene kan gjøres i planleggingsfasen ved å sette myr høyt på agendaen. Vi anbefaler derfor at myr alltid bør inn tidlig i prosessen, hvor man prioriterer å unngå nedbygging av myr.

8. Bibliografi

Aarnes, H. (2022). *Universitetet i Oslo (UiO). Institutt for biovitenskap*. Hentet fra Botanisk- og plantefysiologisk leksikon: Myr: https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/m/myr.html

Alberta Environment. (2008). *Guideline for wetland establishment on revlaimd oil sands leases (2nd edition).* Fort McMurray, AB. December 2007.: Prepard by Harris M.L. of Lorax Environmental for the Wetlands and Aquatics Subgroup of the Reclamation Working Group of the Cumulative Environmental Management Association.

Glasopor. (2022, 08). *Godt å jobbe med Glasopor*. Hentet fra https://glasopor.no/godt-a-jobbe-med-glasopor/

Grønlund, A. (2010). *CO2-opptak i jord og vegetasjon i Norge, Lagring, opptak og utslipp av CO2 og andre klimagasser.* Bioforsk.

Joosten, H., Barthalmes, A., Couwenberg, J., Hassel, K., & Moe, A. (2015). *Metoder for å beregne endring i klimagassutslipp ved restaurering av myr.* NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport.

Klaasen, J. C. (2012). Wooden foundation piles and its underestimated relevance for . *Journal of cultural heritage*.

Länsstyrelserna. (2015). *Restaurering av en värdfull naturtyp - myren. Erfarenheter från projektet Life to ad(d)mire.*

Larsen, H. (2022). *myr*. Hentet fra Store norske leksikon: https://snl.no/myr

Miljødirektoratet. (2022, 06 29). *Faglig grunnlag for en strategi for å hindre.* Hentet fra https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/fagmeldinger/2022/juni-2022/vurdering-av-virkemidler-for-a-hindre-nedbygging-av-myr/

Miljødirektoratet. (2022, 10 05). *Oppsummering av høring og faglig tilrådning fra Miljødirektoratet, Etter høring av forslag om korallrev og typisk høgmyr som nye utvalgte naturtyper*. Hentet fra Korallrev og typisk høgmyr kan bli utvalde naturtypar: https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2022/oktober-2022/korallrev-og-typisk-hogmyr-kan-bli-utvalde-naturtypar/

Miljødirektoratet. (2022, November 25). *www.miljodirektoratet.no*. Hentet fra Skyhøyt nivå av metan i atmosfæren: https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2022/november-2022/skyhoyt-niva-av-metan-i-atmosfaren/

Moen, A. (1998). *Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon.* Hønefoss: Statens kartverk.

NINA. (2022, 1 24). *Fra steinur til natur*. Hentet fra https://www.nina.no/Aktuelt/Stories/Fra-steinur-til-natur

NRK. (2022, 09 02). *Her bygger de vei over myra – og «hermetiserer» klimagassene i bakken.* Hentet fra https://www.nrk.no/nordland/her-bygger-de-vei-over-myra-_-og-_hermetiserer_-klimagasser-1.16081410

Pelekomiteen. (2019). *Peleveiledningen.*

Pollard, J., McKenna, G., Fair, J., Daly, C., Wytrykush, C., & Clark, J. (2012). Design aspects of two fen wetlands constructed for reclamation. *Mine Closure 2012* (ss. 815-829). Perth, ISBN 978-0-9870937-0-7 : Australian Centre for Geomechanics.

Richard J. hobbs, L. M. (2011). Intervention Ecology: Applying Ecological Science in the Twenty-first Century. *BioScience*.

Roadex Network. (2022, 08). *7. Konstruksjonsløsninger*. Hentet fra https://www.roadex.org/nb/e-learning/leksjon/veger-pa-myr/7-konstruksjonslosninger/
Roadex Network. (2022, 8 1). *ROADEX E-læring*. Hentet fra https://www.roadex.org/nb/e-learning/leksjon/: https://www.roadex.org/nb/e-learning/leksjon/
Roberts L, S. R. (2009). The rise of restoration ecology. *Science 325: 555*.
Simila, M. A. (2014). *Ecological restoration in drained peatlands. Best practices from Finland.* Natural Heritage Services. .
Simon Weldon, F.-J. W. (2016). *Restaurering av myr. Potensialet for karbonlagring og reduksjon av klimagassutslipp.* Nibio.
Sira Kvina kraftselskap. (2015, 12 05). *Våtmark på Duge*. Hentet fra https://www.sirakvina.no/aktuelt/vatmark-pa-duge-article294-859.html
Statens Vegvesen. (2014). *Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger.*
Statens Vegvesen. (2015). *Når vegen berører myra, God forvaltning av myr i vegplanlegging, bygging og drif.*
Statens Vegvesen. (2018). *R211 Feltundersøkelser.*
Statens vegvesen, Nye Veier AS, Bane NOR SF, Jernbanedirektoratet, Kystverket, Avinor AS og Miljødirektoratet. (2022). *Metoder for å beregne klimagassutslipp fra arealbeslag.*
Tan, Y. (2008, 02). Finite element analysis of highway construction in peat bog. *Canadian Geotechnical Journal*.
Tekna . (2021, 11 12). Webinar om myr .
Trafikverket. (2011). *Trafikverkets tekniska krav Bro TRV publ nr 2011:085.*
Trafikverket. (2016). *Trafikverkets tekniska krav för geokonstruktioner - TK Geo 13.*
Trafikverket. (2016). *Trafikverkets tekniska råd för geokonstruktioner - TR Geo 13.*
Weeks, J. A. (2009). *Cedar Avenue Bridge*. Hentet fra https://www.johnweeks.com/bridges/pages/mn03.html
Wikiwand. (2022, 08). *Togstraumen bru*. Hentet fra https://www.wikiwand.com/no/Trongstraumen_bru#

Vedlegg 1

Oppsummerte klimagassberegninger for løsningene

Det er her oppsummert resultatene for klimagassberegningene som er utført for de forskjellige løsningene sammen med en grov vurdering av risiko for påvirkning på myr ved siden av veien (hydrologisk påvirkning generelt) som potensielt vil kunne drenere større mengde myr enn det som er forespeilet i selve veitraseen.

Merk at klimagassberegningene er basert på veldig grove anslag slik at dette vil trenge videre arbeid.

Samlet score er likt som beskrevet for løsningene i kapittel 5, dvs. at 1 er dårligst og 5 er best for klima.

Løsning	**Klimagassutslipp bygging (per m vei trase à 21 meter bredde**	**Risiko for drenering av myr i veibane og ved siden av**	**Samlet score**
Myrbro	17,5 tonn CO_2e/m	Lav/Veldig lav risiko	2-3
Lett fylling med peler (tre eller betong)	0,6-1,9 tonn CO_2e/m (her antatt 3 meter dyp myr)	Lav til middels risiko	4
Hengebro	43 tonn CO_2e/m	Veldig lav risiko (kun anleggsdrift risiko)	1-2
Forbelastning	0,5 tonn CO_2e/m	Middels til høy risiko	3
Lette fyllinger	0,2-0,3 tonn CO_2e/m	Middels risiko	4
Anleggsveier («flytende»	0-0,2 tonn CO_2e/m (0 hvis gjenbruk)	Lav risiko	5

Som sammenligning til klimagassutslippene fra bygging av tiltaket er myren sitt lagrete CO_2 beregnet i avsnitt 1.2.3.