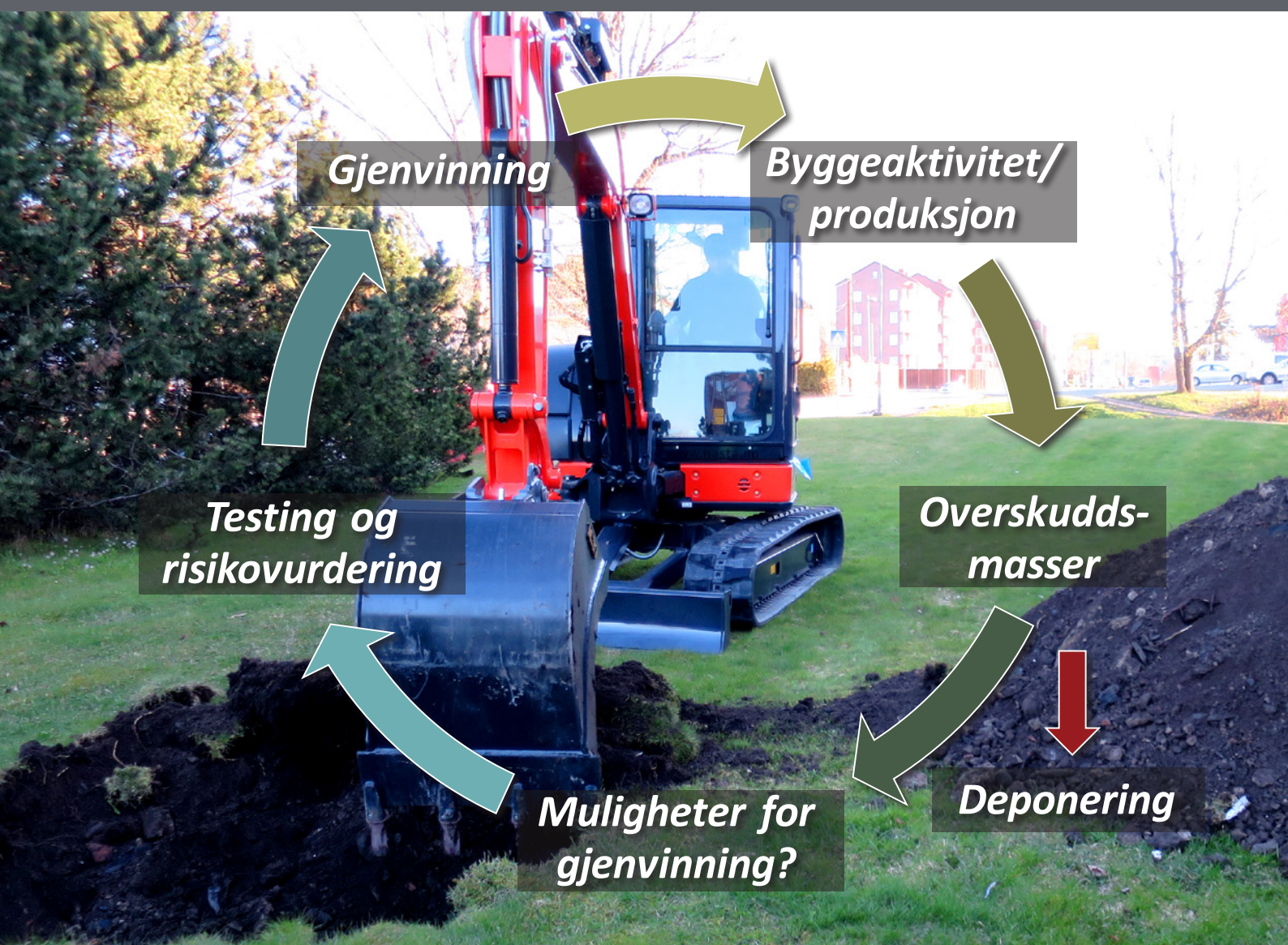


GEOreCIRC

Hvordan beskrive den totale miljøpåvirkningen fra gjenvinning av masser
– mulige metoder

NGI rapport 20160794-11-R

GEOreCIRC — GEOressurser i en sirkulær økonomi



Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.



Prosjekt

Prosjekttittel: GEOreCIRC
Dokumenttittel: Hvordan beskrive den totale miljøpåvirkningen fra gjenvinning av masser – mulige metoder
Dokumentnr.: 20160794-11-R
Dato: 2019-12-17
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: NGI
Kontaktperson: James Strout
Kontraktreferanse: SP10

for NGI

Prosjektleder: Gudny Okkenhaug
Utarbeidet av: Ingvild Størdal
Kontrollert av: Marianne Kvennås

Sammendrag

Hovedmålet med GEOreCIRC er å utvikle metoder som danner grunnlag for økt gjenvinning av:

- a) Restprodukter og overskuddsmasse som er lettere forurenset og som i dag blir ansett som et avfall
- b) Problemfraksjoner som blir ansette som rene, og som har et potensial for gjenvinning.

Bygg og anleggsprosjekter genererer ofte store mengder overskuddsmasse. Rene overskuddsmasser kan i dag gjenvinnes etter tillatelse fra Miljødirektoratet for hvert enkelt tilfelle. Tillatelsen gis med bakgrunn i flere kriterier, blant annet at materialet som gjenvinnes skal ha samme egenskaper som de massene de erstatter, samt at det skal utføres en stedspesifikk vurdering av risikoen ved forurensning fra massene som skal gjenvinnes (se NGI, 2019). Det vurderes ikke hvordan gjenvinning av masser kan redusere utslipp av CO₂ eller redusere kostnaden for prosjektet.

I foreliggende rapport er det kartlagt og beskrevet metoder som kan brukes til å vurdere utslipp til globalt miljø. Det er fokusert på LCA-verktøy, nytte-kost vurderinger og prissetting av miljøgoder og multikriterie beslutningsverktøy. Gjennomgangen av tilgjengelige metoder viser at det er ingen metoder som kan brukes direkte. Det foreslås derfor at CO₂-utslipp for prosesser plukkes fra egnede verktøy og summeres i en tabell. Statens vegvesen sin metode for å kvalitativt vurdere konsekvens for ikke-prissatte størrelser som ikke kan vurderes som CO₂-utslipp brukes også. Metoden er gjort for et case og resultatene viser at gjenvinning av masser gir betydelig mindre utslipp av CO₂ og også lavere kostnader for tiltaket.

Innhold

1	Introduksjon	6
1.1	Hensikt med rapporten	7
2	Bærekraft	7
3	Verktøy og metoder som vurderer miljøeffekter	9
3.1	Livsløpsanalyser – LCA	10
3.2	Nytte-kostnadsanalyse	11
3.3	Multi-kriterie beslutningsverktøy	16
4	Hvordan kvantifisere den totale miljøbelastningen fra ulike alternativer for gjenvinning av masser	18
4.1	Avgrensning av vurdering: System, tid og rom	19
4.2	Økonomiske forhold	19
4.3	Globalt miljø	19
4.4	Lokalt miljø	19
5	Case-studier fra GEOreCIRC	20
6	Konklusjon	23
7	Referanser	24

Vedlegg

Vedlegg A Inngangsdata for bærekraftsvurdering - case

Kontroll- og referanseside

1 Introduksjon

Hovedmålet med GEOreCIRC er å utvikle metoder som danner grunnlag for økt gjenvinning av:

- c) Restprodukter og overskuddsmasse som er lettere forurenset og som i dag blir ansett som et avfall
- d) Problemfraksjoner som blir ansette som rene, og som har et potensial for gjenvinning.

Bygg og anleggsprosjekter genererer ofte store mengder overskuddsmasse. I EU utgjør overskuddsmasser i volum den største avfallsfraksjonen. Rene overskuddsmasser kan i dag gjenvinnes etter de krav som er gitt i Miljødirektoratets Faktaark M-1243 (Miljødirektoratet, 2018). Gjenvinning av forurensete overskuddsmasser og avfall er også mulig, men slik det er i dag krever dette tillatelse fra Miljødirektoratet for hvert enkelt tilfelle. Tillatelsen gis da med bakgrunn i flere kriterier, blant annet at materialet som gjenvinnes skal ha samme egenskaper som de massene de erstatter, samt at det skal utføres en steds spesifikk vurdering av risikoen ved forurensning fra massene som skal gjenvinnes (se NGI, 2019). For at overskuddsmasser skal gjenvinnes stilles det derfor krav om vurdering av påvirkning på lokalt miljø.

Det motsatte alternativet, at overskuddsmasser fra bygg og anlegg ikke gjenvinnes, fører til en negativ effekt på blant annet globalt miljø. Dette er effekter fra for eksempel produksjon av jomfruelige masser og fra transport av masser. Miljøbelastningen fra disse effektene kvantifiseres ikke i dag og tas ikke hensyn til i vurdering av hvorvidt overskuddsmasser skal gjenbrukes eller ikke. De prosessene som ikke inkluderes i vurderingen av om overskuddsmasser skal gjenvinnes eller ikke er i hovedsak:

- Transport av overskuddsmasser fra byggeplass til deponi
- Forbruk av deponikapasitet. Når deponier fylles opp med lettere forurensete overskuddsmasser kreves det at det bygges nye deponier.
- Produksjon av jomfruelige masser
- Transport av jomfruelige masser fra produksjonssted til byggeplass

Gjenvinning av overskuddsmasser kan føre til mindre miljøbelastning, lokalt og globalt, og det er viktig at også disse prosessene også tas med i vurderingen. For at den totale miljøbelastningen av et gjenvinningstiltak skal kunne beskrives tilstrekkelig, kreves det verktøy som kan brukes til å kartlegge belastning og metoder som kvantifiserer belastningen. I tillegg er det nyttig å kunne sammenligne miljøbelastningen fra det å ikke gjenvinne overskuddsmasser (hovedsakelig belastning på globalt miljø) med miljøbelastningen fra en eventuell risiko ved gjenvinning (hovedsakelig belastning på lokalt miljø).

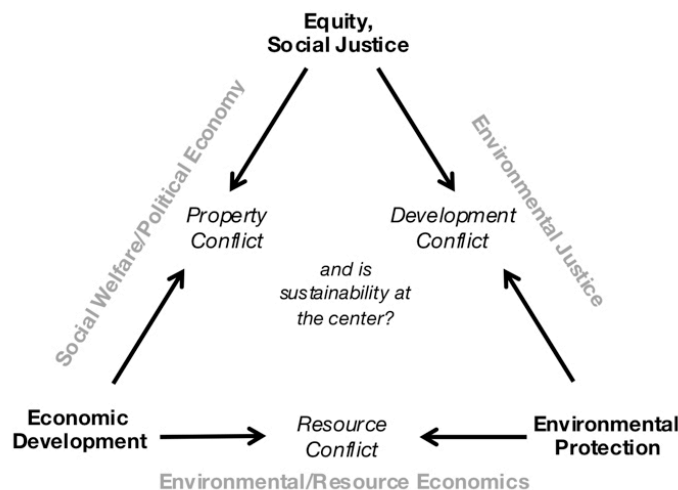
1.1 Hensikt med rapporten

Med bakgrunn i det som er beskrevet ovenfor er hensikten med foreliggende rapport å kartlegge mulige metoder som kan brukes til å vurdere den helhetlige miljøbelastningen fra gjenvinning av masser. Rapporten skisserer også en metode for kvantifisering av den helhetlige miljøbelastningen fra gjenvinning av masser.

2 Bærekraft

Bærekraft er et "buzzord" som nevnes i stadig flere sammenhenger, og som ofte også knyttes mot miljøvurderingen av prosesser. Bærekraft som begrep kan favne mye – men forstås ofte som en helhetlig vurdering av økonomiske forhold, sosiale forhold og miljøforhold. Allerede i 1987 ble bærekraft definerte av Verdenskommisjonen for miljø og utvikling som "*Utvikling som imøtekommer behovene til dagens generasjon uten å redusere mulighetene for kommende generasjoner til å dekke sine behov*" (Verdenskommisjonen for miljø og utvikling, 1987).

For at en prosess eller et valg skal kunne kalles for et bærekraftig alternativ bør derfor parametere innenfor alle disse tre feltene være vurdert. Under figuren diskuteres det hva som inkluderes i de tre feltene.



Figur 1 Skisse som viser de tre områdene som inkluderes i en vurdering av bærekraft og hvordan disse potensielt kan stå i konflikt med hverandre. Figuren er hentet fra Campbell, 2013.

1. Environmental Protection (Omfang av miljøpåvirkning)

For at gjenvinning av masser i bygg og anleggsprosjekter skal kunne gjøres på bærekraftig måte og imøtekomme behovene til dagens generasjon uten å redusere muligheten til fremtidige generasjoner, bør det gjøres en sammenstilling av alle konsekvenser tiltaket har på miljøet. I dag er denne vurderingen ufullstendig fordi det kun inkluderes en vurdering av massenes forurensningsgrad, i noen tilfeller også potensialet for utlekking. Bærekraftig håndteringen av overskuddsmasser fra bygg og anleggsprosjekter burde derfor også inkludere en vurdering av flere prosesser. En slik vurdering burde, som et minimum, inkludere påvirkning på globalt miljø gjennom CO₂-utslipp fra transport og produksjon av jomfruelige masser.

For at påvirkning innenfor miljø skal kunne være sammenlignbare for flere størrelser på dette området, for eksempel CO₂-utslipp og potensial for utlekking, hadde det vært ideelt om alle påvirkninger kunne vært på en enhet som er direkte sammenlignbar. En slik felles enhet kan være en kroneverdi. Påvirkningen på miljø ville da vært direkte sammenlignbar med kostnaden ved prosjektet. Samtidig vil dette kreve at en miljøpåvirkning vurderes i kroner, og en slik verdsettingen av miljøpåvirkning har begrensninger. Dette er diskutert i kapittel 3: Miljøgoder, som rent vann og rene jordmasser forbrukes ikke, er fritt tilgjengelig for alle og omsettes ikke i et åpent marked.

2. Economic development (Påvirkning på økonomiske forhold)

I en bærekraftsvurdering skal også kostnaden for tiltaket inkluderes. Konsekvensen for miljø vurderes mot de økonomiske kostnadene ved prosjektet.

3. Equity, social justice (Påvirkning på sosiale forhold)

For prosjekter ved NGI som innebærer gjenvinning av overskuddsmasser fra bygg og anleggsprosjekter vil det være få situasjoner som krever at det gjøres en vurdering av sosiale forhold.

Med bakgrunn i det som er beskrevet ovenfor vil en bærekraftsvurdering av gjenvinning av overskuddsmasser handle om å kartlegge alle prosesser av betydning som kan påvirke lokalt og globalt miljø, og sammenligne disse med kostnaden ved prosjektet. En vurdering av sosiale forhold utelates derfor, og denne rapporten fokuserer på hvordan den totale miljøbelastningen ved gjenvinning av overskuddsmasser kan kartlegges bedre, for at beslutningsgrunnlaget for hvorvidt gjenvinning er riktig eller ikke skal bli bedre i hver situasjon hvor dette skal vurderes.

3 Verktøy og metoder som vurderer miljøeffekter

Det er ingen etablerte verktøy eller metoder som kan brukes til å samlet vurdere det som i Kapittel 2 ble definert som hensiktsmessig å inkludere i en bærekraftsvurdering av gjenvinning av masser.

Livsløpsanalyser (LCA) er et verktøy som gir mulighet for en detaljert kvantifisering av alle prosesser som påvirker globalt miljø, mens nytte-kost vurderinger (CBA) er verktøy som gir mulighet for å vurdere alle prosesser på samme enhet (kroner) og også sammenligne total miljøbelastning mot kostnaden ved tiltaket. En forklaring av begrep er gitt i Tabell 1.

I delkapitlene nedenfor er det gitt en oversikt over LCA-metoder og verktøy samt metoder som brukes for CBA som kan være egnet til vurdering av bærekraft for gjenvinning av overskuddsmasser.

Tabell 1 Begrep knyttet til vurdering av bærekraft av gjenvinning av overskuddsmasser fra bygg og anleggsprosjekter.

Uttrykk	Forkort.	Forklaring
Bærekraftig utvikling	-	Utvikling som imøtekommer behovene til dagens generasjon uten å redusere mulighetene for kommende generasjoner til å dekke sine behov.
Bærekraftsvurdering av gjenvinning av overskuddsmasser	-	En bærekraftsvurdering av gjenvinning av overskuddsmasser kartlegger og kvantifiserer alle prosesser av betydning som kan påvirke lokalt og globalt miljø. Ideelt bør påvirkningen på lokalt miljø og globalt miljø både kunne sammenlignes mot hverandre, og summeres og sammenlignes med kostnaden ved prosjektet.
Livsløpsanalyse	LCA	(Eng. <i>Life cycle Analyses</i>) Systematisk analyse for å vurdere miljøbelastningen av et produkt. Det finnes ulike verktøy som beskriver ulike situasjoner, for eksempel er det utviklet flere verktøy som spesifikt vurderer konsekvensen av bygging av vei. Resultatet fra en LCA oppgis som oftest i tonn CO ₂ eller i CO ₂ -ekvivalenter.
Nytte-kost vurdering	CBA	(Eng. <i>Cost Benefit Analyses</i>) En nytte-kostnadsanalyse er en samfunnsøkonomisk analyse som hovedsakelig brukes til å beskrive konsekvensen på miljø, sosiale forhold og økonomiske tiltak. Det er et krav om at samfunnsøkonomisk analyse skal gjennomføres før store offentlige prosjekter startes opp.

Uttrykk	Forkort.	Forklaring
		Til nytte-kostnadsanalyser må alle påvirkninger oppgis til en kroneverdi, dette gjelder for eksempel naturressurser og økosystemtjenester. Det er derfor utviklet metoder for å verdisettslike slike miljøgoder.

3.1 Livsløpsanalyser – LCA

Livsløpsanalyser (LCA) er en analyse av miljøeffekter av produkt eller prosesser. LCA som metode er standardisert gjennom ISO 14040 og 14044.

En LCA deles ofte inn i tre steg:

- Steg 1. Kartlegging, definisjon av rammer og mål for analysen
- Steg 2. Klassifisering av utslipp
- Steg 3. Beregning og tolkning av resultat

Grunnlaget for en LCA er funksjonelle enheter. Dette kan være enheter med materialer, enheter med energi eller enheter med aktivitet. Hensikten er å liste opp, kategorisere og kvantifisere alle prosesser som kan ha påvirkning på miljøet. En livsløpsanalyse kan gjøres "fra vugge til grav" for et produkt, det vil si at det redegjør for alle prosesser som gir konsekvenser på miljøet. Eller den kan avgrenses i geografi slik at den redegjør for alle påvirkninger på miljøet innenfor et område.

Det er utviklet ulike LCA-verktøy for spesifikke situasjoner. Asplan Viak har utviklet VegLCA for Statens Vegvesen (Vegdirektoratet, 2018). Dette verktøyet er utviklet for å beregne miljøfotavtrykket knyttet til å bygge og drifte veier. For at klimaavtrykket skal kunne være enkelt å beregne ut fra kjente størrelser, er verktøyet basert på prosess-koder etter håndbøkene R761 og R762. Verktøyet er laget i excel og inneholder regneark med forhåndsdefinerte prosesser som det legges inn verdier for. Det beregnes miljøfotavtrykk for ulike kategorier: Klima (CO₂), eutrofiering, forsuring, fotokjemisk smog og akkumulert energiforbruk. VegLCA er tilgjengelig for alle og kan lastes ned fra Statens Vegvesen sine sider.

Også Nye Veier har utviklet et verktøy for kvantifisering av miljøpåvirkning, dette er utviklet av NIRAS (nirasnorge.no). Dette verktøyet rapportert kun resultater for tonn CO₂ sluppet ut i de ulike fasene av vegens livsløp.

For miljøpåvirkning fra drift og vedlikehold av jernbane har Jernbaneverket utviklet et verktøy som kvantifiserer miljøeffekter som kalles Tidligfaseverktøy for bane. Dette verktøyet inkluderer i tillegg til klima, også utslipp av lokal luftforurensning og effekter på human toksisitet.

For arbeider i sjø finnes det et LCA-verktøy som beregner miljøpåvirkning fra mudring som er utviklet av det Amerikanske forsvaret. Dette verktøyet heter SiteWise

(NAVFAC, 2011) Verktøyet er, som de over, også utviklet i excel og oppgir resultater blant annet for klimagasser, volum masser sendt til deponi og utslipp av nitrogen.

LCA-verktøy rapporterer i hovedsak miljøpåvirkning som effekter på klima og da som utslipp av CO₂. Det er få LCA-verktøy som tar hensyn til forurensning og toksisitet av forbindelser. SimaPro er en av verktøyene som gjør dette mulig. SimaPro er en software som er lisensiert og kan tilpasses slik at den også tar hensyn til og rapporterer påvirkning på miljø fra forurensning og toksiske forbindelser. I dette verktøyet er det også mulig å vekte de ulike påvirkningene slik at man får en samlet vurdering av miljøbelastningen av tiltak/alternativer.

3.1.1 EPDer

EPD er en forkortelse som står for *Environmental Product Declaration*, eller miljødeklarasjon. Det er et oppsummering av miljøpåvirkningene fra et produkt, en prosess eller en tjeneste. EPDer er standardiserte og objektive, og lages ut fra en LCA som utføres etter ISO1404-14044. Eksempler på produkter og prosesser som har EPDer er de fleste materialer og maskiner som brukes i bygg og anlegg.

EPDer kan fritt lastes ned fra EPD-norge.no. Figur 2 viser miljøpåvirkningen fra produksjon av pukk fra Folbergåsen pukkverk.

Miljøpåvirkning (Environmental impact)				
Parameter	Unit	Sprengstein, Folbergåsen	Grovknusing, 1. knusetrinn, Folbergåsen	Finknusing, 2. knusetrinn, Folbergåsen
GWP	kg CO ₂ -eq	1,73E+00	2,93E+00	3,57E+00
ODP	kg CFC11 -eq	1,91E-07	3,99E-07	5,07E-07
POCP	kg C ₂ H ₄ -eq	9,27E-04	1,19E-03	1,32E-03
AP	kg SO ₂ -eq	8,87E-02	9,59E-02	1,01E-01
EP	kg PO ₄ ³⁻ -eq	2,21E-02	2,38E-02	2,48E-02
ADPM	kg Sb -eq	4,38E-06	5,21E-06	6,19E-06
ADPE	MJ	1,87E+01	3,59E+01	4,47E+01

Figur 2 EPD som viser miljøpåvirkning som CO₂-ekvivalenter for produksjon av pukk ved Folbergåsen pukkverk.

3.2 Nytte-kostnadsanalyse

Nytte-kostnadsanalyse er en samfunnsøkonomisk metode der alle positive og negative virkninger av et tiltak verdsettes i kroner så langt det lar seg gjøre. Metoden brukes oftest for å vurdere konsekvensen av offentlige tiltak som for eksempel utbygging av veg- og bane der det er krav om nytte-kostnadsvurdering. Nytte-kostnadsanalyser for offentlig tiltak skal følge et rammeverk som er gitt av Direktoratet for økonomistyring (DFØ). Metoden er beskrevet i DFØs analyse Veileder i samfunnsøkonomiske analyser (DFØ, 2018). Hensikten med en slik analyse er å sikre at samfunnets penger brukes på det alternativet for et tiltak som gir størst nytte for samfunnet. Dette er til forskjell fra kostnadseffektivitetsanalyser, eller kostnad-effekt analyser, der ulike alternativ har lik

nytte, men rangeres etter kostnaden. Når tiltakene har lik effektivitet er hensikten å finne det alternativet som realiserer ønsket mål til lavest kostnad.

Oppbyggingen av en samfunnsøkonomisk nytte-kostnadsanalyse er vist i Figur 2. Steg 4 innebærer en tallfesting og verdsetting av virkninger ved tiltaket. Veilederen sier da at det skal velges "en passende enhet for å beregne virkningen i fysiske størrelser, for eksempel antall sparte årsverk, volumreduksjon i utslipp eller antall sparte personskader. Som hovedregel kan man bruke markedspriser fra privat sektor for å verdsette virkningen i kroner. I de tilfeller der det ikke foreligger markedspriser, for eksempel ved verdsetting av liv og helse, må andre verdsettingsmetoder vurderes." For miljøeffekter foreligger det ikke markedsverdier og for at disse skal inkluderes og vektet i en nytte-kostnadsanalyse må det brukes en tilnærming for å finne verdien til disse.



Figur 3 Flyttdiagram som viser stegene i en samfunnsøkonomisk analyse utført etter Direktoratet for økonomi sin Veileder i samfunnsøkonomisk analyse (DØF, 2018). Figuren er hentet fra DØF, 2018.

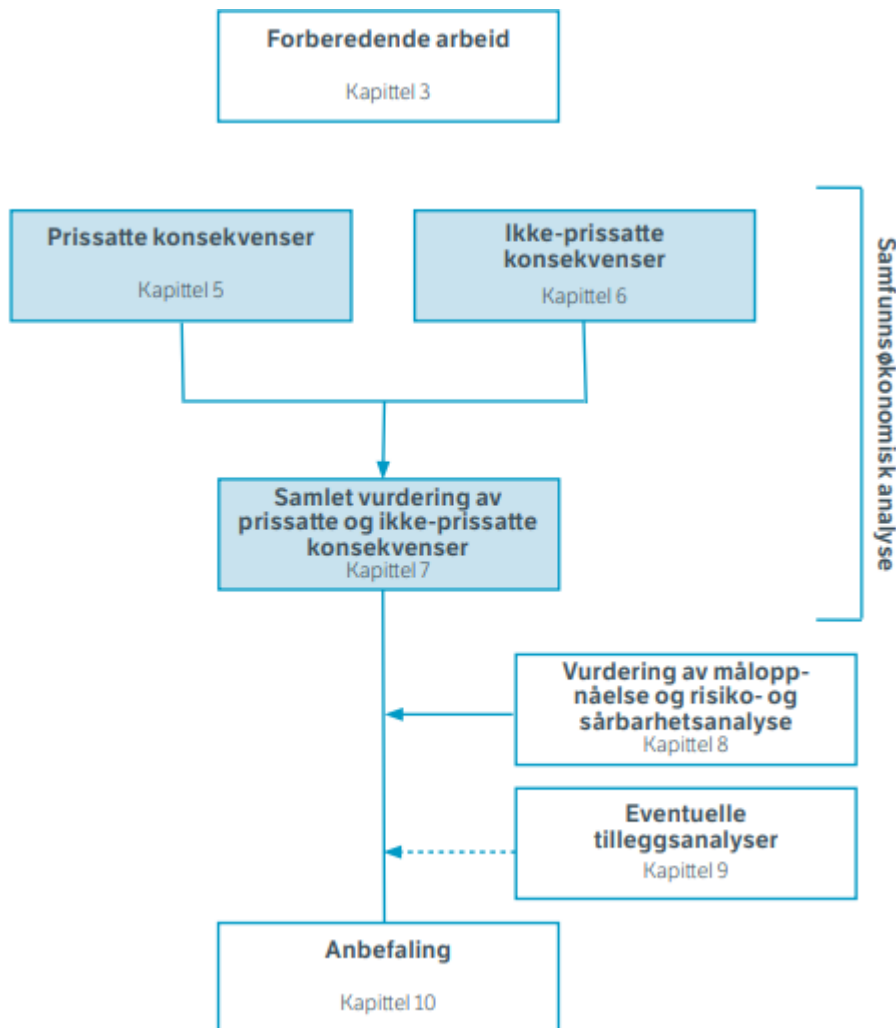
Veilederen (DØF, 2018) tar også for seg verdsetting av miljøgoder. Siden det er sjeldent at miljøgoder har en direkte markedspris, er det ikke mulig å direkte verdsette et miljøgode på samme vis som størrelser som omsettes i et fritt marked verdsettes. Det er utviklet ulike metoder for å estimere verdien av miljøgoder. Spesifikke metoder og generelle tilnærminger er beskrevet i kapitlene nedenfor.

3.2.1 Statens Vegvesen sin pluss/minus metode

Den enkleste metoden for å vurdere effekten av et tiltak på miljøgoder er å bruke noe som kalles pluss/minus-metoden. Denne brukes for eksempel av Statens Vegvesen (SVV) til kvalitativ vurdering av effekten av trasévalg. Metoden er beskrevet i SVV sin Veileder for Konsekvensanalyser, V712 (Vegdirektoratet, 2018). Hensikten med SVV sin konsekvensanalyse er å sammenstille kunnskap om undersøkelsesområde og virkningene av tiltaket som skal gjennomføres. Konsekvensanalysen skal vise hvordan de ulike alternativene påvirker omgivelsene. Virkningene av tiltaket deles inn i fem fagtemaer: Landskapsbilde, Friluftliv/by- og bygdebilde, Naturmangfold, Kulturarv, Naturressurser. Inndelingen av virkninger i tema skal unngå dobbeltvektning, det vil si at virkningen blir vurdert og inkludert mer enn en gang. Vurderingen av ikke-prissatte konsekvenser gjøres ved å vurdere tre faktorer for størrelsen: 1) Verdi, 2) Påvirkning, 3) Konsekvens. Verdi og påvirkning vurderes på en skala med 5 nivå, der hvert nivå er beskrevet med en påstand. Når verdi og påvirkning er vurdert, settes dette sammen til konsekvens i noe som kalles konsekvensvifta. Konsekvensen for de ulike alternativene for et tiltak sammenlignes så kvalitativt i en tabell (se Vegdirektoratet, 2018 for eksempler). Ut fra informasjonen i tabellen rangeres så alternativene fra mest til minst samfunnsøkonomisk.

En overordnet oversikt over SVV sin samlede vurdering av prissatte og ikke-prissatte konsekvenser er vist i Figur 3. Den samlede vurderingen av netto nytte (prissatte konsekvenser) og ikke-prissatte konsekvenser gjøres på tabellform, se Figur 4 som viser et eksempel fra Statens Vegvesen sin veileder (Vegdirektoratet, 2018).

Vurderingen resulterer i en rangering av de ulike tiltakene. Den samlede vurderingen av effekten av tiltakene klarer ikke å skille A og D i det tenkte eksemplet vist i Figur 4. Det gjøres derfor en break-even analyse (se Vegdirektoratet, 2018 for detaljer) for å finne endelig rangering for alternativene. I det tenkte eksempelet over er den endelige rangeringen etter break-even analyse: $A > D > B > C$.



Figur 4 Statens Vegvesens metode for vurdering av virkning av tiltak. Figuren er hentet fra Vegdirektoratet, 2018.

Tabell 7-1 Eksempel på rangeringsrader for henholdsvis prissatte og ikke-prissatte konsekvenser og foreløpig rangering basert på informasjon i denne og aksediagrammet i figur 7-2.

		0	A	B	C	D
Netto nytte	Netto nytte	0	-2000	-3900	-2200	-1600
	Netto nytte per budsjettkrone, NNB	0	-0,31	-0,53	-0,24	-0,18
	NNB, rangering	1	4	5	3	2
Ikke-prissatte	Ikke-prissatte konsekvenser	0	Stor negativ	Stor negativ	Kritisk negativ	Svært stor negativ
	Ikke-prissatte konsekvenser, rangering	1	2	3	5	4
	Foreløpig rangering	1	2 eller 3	4	5	2 eller 3

Figur 5 Figuren viser hvordan Statens Vegvesen sammenstiller vurderingen av prissatte og ikke-prissatte konsekvenser. Figuren er hentet fra Statens Vegvesen, 2018.

3.2.2 Generelle metoder for verdsetting av ikke-prissatte størrelser

Metoden til Vegdirektoratet som er beskrevet ovenfor er utviklet spesielt for bruk av Statens Vegvesen for konsekvensvurdering av deres tiltak. Det finnes også andre etablerte metoder for å definere en kroneverdi for tjenester/verdier som ikke omsettes i et marked. Disse er kort beskrevet nedenfor.

Verdsetting av miljøgoder har basis i velferdssamfunnet: Vi er villige til å betale for varer eller tjenester. For verdsetting av miljøgoder er ofte minste økonomiske enhet husstanden og ikke individets betalingsvillighet som det vil være for verdsetting for en del andre områder som skal verdsettes. Verdsettingen av miljøgodene gjøres med bakgrunn i husstandenes betalingsvillighet for en endring, enten i mengde eller i kvalitet. Endringen kan være til det bedre eller for å forhindre en forverring. Når man kartlegger betalingsvilligheten kan dette gjøres ut fra en skadefunksjonstilnærming eller en økosystemtjenestetilnærming.

Metoder for verdsetting av miljøgoder kan grovt klassifiseres i direkte eller indirekte metoder, og igjen i avslørt preferanse eller oppgitt preferanse (Navrud, 2016). Tabell 2 viser klassifiseringen av metoder og navnsetting på de ulike metodene som kan brukes for å verdsette miljøgoder i en samfunnsøkonomisk analyse. For verdsetting av miljøgoder kan for eksempel betinget verdsetting brukes for å verdsette en økosystemtjeneste. Dette gjøres ved at man sender ut spørreundersøkelser der man kartlegger befolkningens betalingsvillighet. I noen tilfeller kan resultater fra verdsettingsstudier gjenbrukes, men ofte må det gjøres spesifikke undersøkelser for hvert tiltak.

Tabell 2 Klassifisering av metoder for verdsetting av miljøgoder basert på individuelle preferanser. Tabellen er hentet fra Navrud (2016).

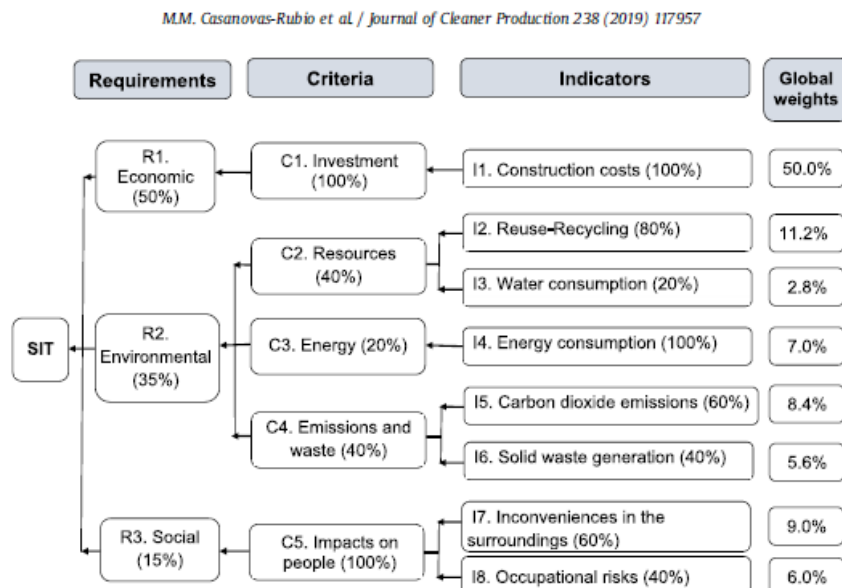
	Indirekte	Direkte
Avslørte preferanser (Revealed Preferences - RP)	Transportkostnadsmetoden (Travel Cost Method - TCM)	Markedspriser
	Eiendomsprismetoden (Hedonic Price Method - HPM)	Kostnader ved å erstatte tapte miljøgoder (Replacement Costs -RC)
	Kostnader ved avbotende tiltak (Avertive Costs - AC) ¹⁰	
Oppgitte preferanser (Stated Preferences - SP)	Valgekspesimerter (Choice Experiments - CE)	Betinget Verdsetting (Contingent Valuation – CV)

3.3 Multi-kriterie beslutningsverktøy

Det er publisert flere studier av vurdering og kvantifisering av gjenvinning av overskuddsmasser fra bygg og anleggssektoren. Nedenfor er det beskrevet fremgangsmåte for to av publikasjonene. Begge metodene innebærer bruk av multi-kriterie beslutningsverktøy. Multi-kriterie beslutningsverktøy er ikke én metode, men flere ulike metoder som inkluderer vurdering av ulike påvirkninger der disse vektet.

3.3.1 Bruk av overskuddsmasser til produksjoner - SIT

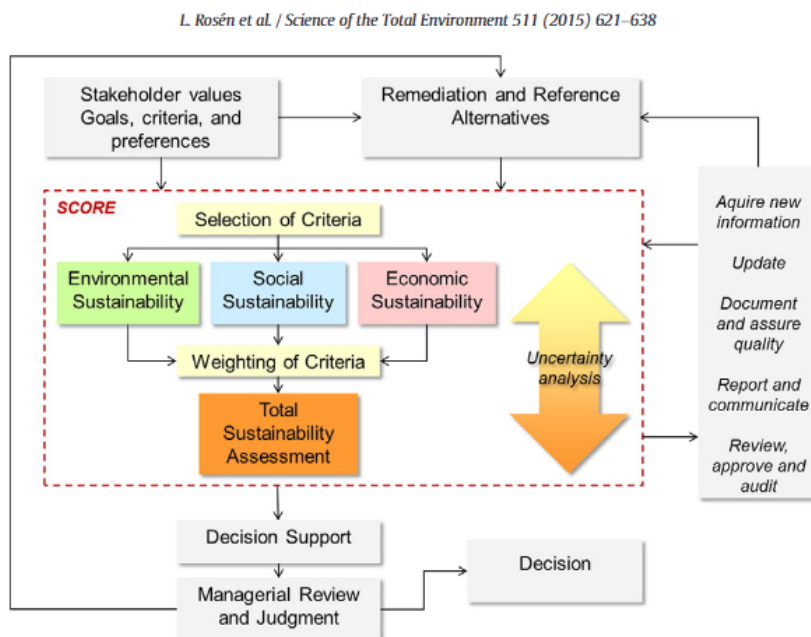
Denne studien (Casanovas-Rubio m. fl., 2019) tar utgangspunkt i graving av grøfter til ulike typer rør og kabler i bakken. Problemstillingen er at det ofte graves smale grøfter for å legge ned nye eller for å vedlikeholde gamle rør og kabler. Når disse skal fylles igjen har det frem til nå blitt produsert jomfruelig materiale til igjenfylling, mens massene som er gravd opp er kjørt på deponi. For å bedre miljøavtrykket fra arbeidet ble det utviklet en metode basert på MIVES som er en multi-kriterie metode opprinnelig utviklet for å vurdere miljøavtrykket av konstruksjoner. Metoden for å vurdere hvordan grøfter kunne gjenfylles med lavest miljøavtrykk er kalt SIT (*Sustainable Index for Trenches*). Denne metoden kvantifiserer utslipp eller forbruk for 8 indikatorer innenfor de tre områdene som defineres som bærekraft: Økonomiske forhold, Sosiale forhold og Miljøforhold. Når utslipp og forbruk er kvantifisert innenfor hver av indikatorene summeres forbruket for de ulike indikatorene og vektet. Resultatet er én verdi som beskriver miljøavtrykket av de ulike alternativene, en SIT-verdi.



Figur 6 SIT (*Sustainable Index for Trenches*) er en multi-kriterie metode som er utviklet for å vurdere den totale miljøeffekten av ulike alternativer for igjenfylling av smale grøfter som graves i forbindelse med etablering eller reparasjon av rør og kabler i grunn. Figuren er hentet fra Casanovas-Rubio m. fl., 2019.

3.3.2 Miljøbelastning fra opprydning i forurenset grunn - SCORE

Arbeidet (Rosén m.fl., 2015) tar utgangspunkt i at det å rense opp i forurenset jord på stedet ofte kan ha en lavere total miljøbelastningen sammenlignet med å grave opp og kjøre de forurensete massene på deponi og erstatte de med jomfruelige masser. Siden antallet bygg- og anleggsprosjekter på og i lett forurenset jord vil fortsette å øke i tiden fremover, er det nødvendig å ha metoder som kan beskrive den totale miljøbelastningen fra de ulike alternativene. Motivasjon for studien er å sette tall og verdier på motsetningen av å rense opp for å bedre det lokale miljøet og at dette går på bekostning av det globale miljøet. Rosén m. fl. (2015) har derfor utviklet multi-kriterie metoden SCORE. Metoden krever at grensene for vurderingen er definert med tanke på: System, LCA, Tid og Geografi. SCORE innebærer at det skal defineres parametere (kalt *key performance criteria*) innenfor de tre områdene av bærekraft: Økonomiske forhold, Sosiale forhold og Miljøforhold (se Rosén m. fl., 2015 for lister for de ulike parameterne). For de ulike alternativene blir de ulike parameterne gitt en poengsum for effekter, fra *Veldig positiv +10* til *Veldig negativ -10*. Parameterne vektet også kvalitativt på en skala fra 1 = noe viktig til 3 = veldig viktig. Videre beregnes det én verdi for en bærekraftsindeks med bakgrunn i kvalitativt vurdert effekt og kvalitativt vurdert viktighet.



Figur 7 SCORE (Sustainable Choice of REmediation) er en multi-kriterie metode som er utviklet for å vurdere den totale miljøeffekten av tiltak med opprydning i forurenset grunn. Figuren er hentet fra Rosén m. fl., 2015.

4 Hvordan kvantifisere den totale miljøbelastningen fra ulike alternativer for gjenvinning av masser

I Norge i 2019 forstås fortsatt begrepet bærekraft som det ble definert av Verdenskommisjonen for Miljø og utvikling: "*Utvikling som imøtekommer behovene til dagens generasjon uten å redusere mulighetene for kommende generasjoner til å dekke sine behov*". For gjenvinning av overskuddsmasser har en bærekraftsvurdering blitt definert tidligere i rapporten til å inkludere alle effekter på miljø, både globalt og lokalt miljø, og effekter på økonomiske forhold. Av metodene som er presentert tidligere i rapporten kommer det frem at riktig avgrensning for hva som skal inkluderes i vurderingen, samt å sikre at alle prosesser som bør inkluderes i vurderingen er inkludert er viktig for at resultatet fra vurderingen skal kunne gi et godt beslutningsgrunnlag.

Når vi da skal forsøke å finne metoder for vurderingen av det totale miljøavtrykket av gjenvinning av overskuddsmasser fra bygg og anleggsprosjekter er det tre prinsipper som ligger til grunn:

- Metodene bør være gjennomsiktede og etterprøvbare
- Metodene bør fortrinnsvis være kvantitative der det er mulig
- Metodene bør vise frem det som kan påvirke miljøpåvirkningen til et alternativ og forsøke å kvantifisere så mange av disse parameterne som mulig.

I tillegg er det ikke bærekraft som vurderes, men det "*totale miljøavtrykket*" siden sosiale forhold som regel ikke vil vurderes.

For at metodene skal være gjennomsiktede og etterprøvbare er det en fordel at de også er enkle. Det aller viktigste som gjøres er å definere grensene for prosjektet for hva det gjøres en helhetlig miljøvurdering for.

Med bakgrunn i det som er beskrevet i Kapittel 3 og premissene som er gitt i innledningen til Kapittel 4 er det nedenfor skissert et utgangspunkt for et rammeverk for å vurdere total miljøbelastning fra ulike alternativer for gjenvinning av overskuddsmasser fra bygg- og anleggsprosjekter. Rammeverket består av tre områder: Økonomiske forhold, Globalt miljø og Lokalt miljø. Hva som bør vurderes innenfor de tre områdene er beskrevet under de ulike kapitlene nedenfor. Det første kapittelet beskriver avgrensningen av vurderingen.

Hensikten med å dele miljø opp i globalt og lokalt miljø er at påvirkninger på globalt miljø er utslipp av klimagasser, som oftest kvantifisert med utslipp av CO₂. Dette er kvantifiserbart med LCA og kan summeres til tonn CO₂. Videre kan CO₂-ekvivalenter omsettes til kroner fordi det er et marked for kjøp og salg av CO₂-kvoter. Som diskutert over er kvantifiseringen av effekter på lokalt miljø ikke like lett, og denne blir oftere kvalitativ. Globalt og lokalt miljø er derfor presentert adskilt for at effektene på globalt miljø skal kunne summeres kvantitativ.

4.1 Avgrensning av vurdering: System, tid og rom

Det viktigste steget er å definere hvilke deler av tiltaket som skal vurderes. Skal vurderingen avgrenses slik at den bare gjelder deler av tiltaket? Skal vurderingen avgrenses slik at den gjelder for en begrenset tidsperiode? Skal vurderingen avgrenses geografisk slik at det bare gjelder innenfor et område?

Når det har blitt satt avgrensninger må det listes opp hvilke prosesser det er som påvirker økonomiske forhold, globalt og lokalt miljø ved de ulike tiltakene. Dette kan gjøres i excel og denne listen kan videre brukes til å fylle ut verdier for parameterne for de ulike alternativene.

4.2 Økonomiske forhold

Informasjon om kostnaden ved tiltaket kan finnes ved å innhente enhetspriser fra entreprenører eller lignende. Leie av gravemaskiner, lastebiler og lignende oppgis ofte på timesbasis og det er mulig å finne estimater for hvor mye masser som kan graves per tidsenhet.

4.3 Globalt miljø

De samme prosessene som påvirker økonomiske forhold har ofte også utslipp av CO₂. CO₂-utslipp av de fleste typer graving, transport av masser og produksjon av de fleste typer jomfruelige masser som brukes i bygg og anleggsprosjekter kan kvantifiseres ved å hente utslipp fra et eller flere av LCA-verktøyene som er beskrevet i Kapittel 3. Eller fra EPDer.

For utslipp av CO₂ eksisterer det både avgifter og et kvotesystem som regulerer utslipp. Det finnes derfor markedspriser for CO₂ og de samlede CO₂-utslippene kan dermed oversettes til kroner og sammenlignes med kostnaden ved tiltaket. I uke 49/2019 er prisen på CO₂ 24,5 EUR/tonn, tilsvarende 249 NOK/tonn (energiogklima.no). Siden CO₂-utslipp er kvotepliktig foregår det kjøp og salg av CO₂ kvoter og dette er derfor en reell markedspris.

4.4 Lokalt miljø

Påvirkning på lokalt miljø kan være påvirkninger på byggeplass, og på deponiet. Dette vil for eksempel være utlekking av forurensning ved gjenvinning av lett forurensede masser, tap av areal som følge av produksjon av jomfruelige masser fra steinbrudd eller gjenvinning av areal fordi det ryddes opp i forurensede masser, eller lignende

Utlekking av forurensning fra gjenvinning av lett forurensede masser kan vurderes i en risikovurdering for forurenset grunn (forkortet HERA – *Human and Ecological Risk Assessment*), og fra spredningsberegninger (NGI, 2019). Resultatene kan da oppgis i en konsentrasjon for forurensningen i grunnvannet, eller som en total mengde tilført

forurensning over x antall år. Det er mulig å oversette en slik miljøbelastning til en kroneverdi. For eksempel kan betinget verdsetting brukes eller så kan prisen på rensing av grunnvannet brukes som verdi på miljøgodet. Begge disse metodene representerer i midlertid en tilnærming og vil ha begrensninger som gjør at det er usikker om miljøgodet rent vann blir verdisatt riktig. Betinget verdsetting vil for eksempel være vanskelig å gjennomføre i praksis, mens å prise rensing av grunnvannet kan gi en lavere "kostnad" for miljøbelastningen enn det den faktiske belastningen er. Foreløpig fremstår derfor pluss/minus metoden til SVV som en egnet metode for å vise verdien til naturressurser som påvirkes av forurensning og betydningen av denne forurensningen.

Tap av naturareal gjøres rede for som CO₂-ekvivalenter for tap av skog (lav til høy bonitet) og myr i VegLCA og tidligfaseverktøy for bane. Hvis prosjektet inkluderer inngrep i noen av disse arealtypene kan belastningen fra dette hentes fra et av disse verktøyene. For andre typer påvirkning på naturareal kan pluss/minus-metoden fra Statens Vegvesen sin metode være egnet (Vegdirektoratet, 2018).

5 Case-studier fra GEOreCIRC

For å illustrere hvordan metoden beskrevet i Kapittel 4 fungerer i praksis er det gjort en case-studie som også er brukt til å illustrere andre teoretiske vurderinger knyttet til gjenvinning av masser (NGI, 2019). Vedlegg A viser inngangsdataene og vurderingen som ligger til grunn for resultatet.

Caset innebærer gjenvinning av lett forurensede overskuddsmasser fra boligbygging til bygging av en støyvoll i samme område. Støyvollen skal skjerme mot støy fra T-banetraffikk. Området der støyvollen skal bygges har helning mot en bekk som vil samle vann som dreneres fra massene som legges i støyvollen. Påvirkning av lokalt miljø vurderes derfor som avrenning av forurensning til bekken.

Nedenfor er en oppsummering av vurderingen av den totale miljøpåvirkningen fra de ulike alternativene for tiltaket. Kvantifiserte verdier for vurderingen er presentert i Tabell 3, mens Figur 7 viser en illustrativ fremstilling av den samme vurderingen. Kostnadene og CO₂-utslipp er summert for de ulike alternativene i linjen merket med "Total sum". Prisen på CO₂ er hentet fra energiogklima.no og var i uke 49 240 NOK/tonn (24 EUR/tonn).

Alternativene er:

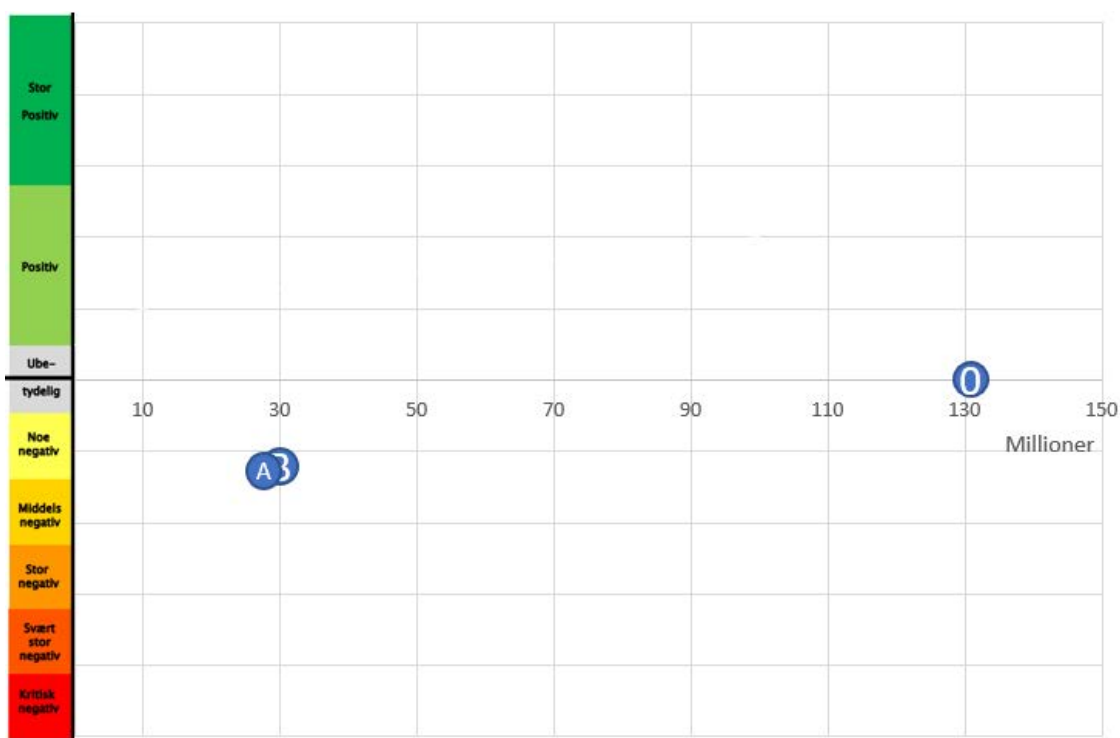
0-alternativ = Kjøre overskuddsmasser på deponi, bruke jomfruelige masser i støyvoll

Alternativ A = Bruke overskuddsmasser til støyvoll, ingen behandling

Alternativ B = Bruke overskuddsmasser til støyvoll, komprimering

Tabell 3 Verdier for vurdering av total miljøpåvirkning fra ulike alternativer for et tiltak med gjenvinning av forurenset jord i en støyvoll. P/M = pluss/minus-metoden, LCA = livsløpsanalyse, NOK = Norske kroner.

Parameter	Enhet	0-alt.	Alt. A	Alt. B
Økonomiske forhold				
Total kostnad for alternativet	NOK	128 785 000	30 200 000	30 285 000
Globalt miljø				
Utgraving av masser	kg CO ₂ ekv.	122 520	122 520	122 520
Transport til deponi	kg CO ₂ ekv. ²	1 479 315	i.a.	i.a.
Produksjon av jomfruelige masser	kg CO ₂ ekv.	4 444 200	i.a.	i.a.
Transport av masser til område der støyvoll skal bygges	kg CO ₂ ekv.	295 863	98 621	98 621
Komprimering av masser	kg CO ₂ ekv.	i.a.	i.a.	270
Lokalt miljø				
Bruk av naturareal til produksjon av jomfruelig masser	CO ₂	13 032	i.a.	i.a.
Utlekking av forurensning	Pluss/minus	i.a.	- (noe miljøskade)	- (noe miljøskade)
Total sum (kg CO₂ og kostnader)	NOK	130 310 183	30 253 074	30 338 139
Rangering kostnader		3	1	2
Rangering ikke-prissatte		1	2 eller 3	2 eller 3



Figur 8 Oppsummering av vurdering som er gjort for gjenbruk av lett forurensede masser i støyvoll.

Figur 7 viser samlet sum for kostnader og CO₂-utslipp for de ulike alternativene for tiltaket på x-aksen, mens påvirkningen på lokalt miljø er vist som en gradert skala på y-aksen. 0-alternativet som innebærer ingen gjenbruk av masser har en ubetydelig påvirkning på lokalt miljø, mens både kostnader og CO₂-utslipp er store. Til sammen utgjør disse to størrelsene omtrent 130 millioner NOK.

Kostnadene og CO₂-utslipp er i samme størrelsesorden for tiltak A og B, rundt 30 millioner. Verdien er marginalt større for B fordi dette alternativet innebærer utslipp fra komprimering av massene før når de legges i støyvollen. Effekten på lokalt miljø er det samme for A og B.

6 Konklusjon

Hensikten med rapporten er å kartlegge mulige metoder som kan brukes til å vurdere den helhetlige miljøbelastningen fra gjenvinning av masser. En vurdering av en bærekraftig gjenvinning av overskuddsmasser fra bygg og anleggsprosjekter er et steg på veien mot en bærekraftig anleggssektor.

Rapporten beskriver eksempler og prinsipper for metoder som brukes i praksis eller er publisert tidligere og brukt til vurdering av total miljøbelastning fra bygg- og anleggsprosjekter. Noen av de publiserte metodene er spesifikt utviklet for vurdering av gjenvinning av overskuddsmasser, eller opprydning i lett forurensede masser. Disse metodene er basert på kvalitative vurderinger av belastningen av prosesser og også av verdien til ressurser. Belastningen på prosesser vektet også og resultatene fra vurdering av miljøbelastning fra metodene vises frem som én enkelt verdi. Siden det ligger kvalitative vurderinger til grunn for belastningene og verdien til ressurser, vil det kunne forekomme avvik for hvordan prosesser vurderes i forhold til belastning eller hvordan ressurser vurderes i forhold til verdi. Når resultatene presenteres som en verdi maskeres effekten av den kvalitative vurderingen. I tillegg vektet belastningen fra ulike prosesser ulikt i disse metodene. Når det presenteres én verdi for hele vurderingen av miljøbelastningen fra et alternativ eller tiltak fremstår derfor det som at det begrenser kompleksiteten av miljøbelastningen.

Da fremstår SVV sin konsekvensanalyse både enklere og mer gjennomsluktig. Metoden som er skissert i Kapittel 4 i denne rapporten for å vurdere miljøbelastningen på lokalt og globalt miljø fra gjenvinning av overskuddsmasser er derfor lik SVV sin metode.

Metoden bør utvikles videre fra dette rammeverket. Det foreligger for eksempel ikke et LCA-verktøy som er utviklet spesielt for vurdering av gjenvinning av overskuddsmasser. Det bør imidlertid være mulig å utvikle et slik verktøy fordi det foreligger utslippsdata for alle prosesser som må inkluderes for å gjøre rede for CO₂-utslippene fra prosesser. Videre er det en utfordring hvordan effekter på lokalt miljø skal kunne sammenlignes mot effekter på globalt miljø, ofte vil gjenvinning av overskuddsmasser antatt føre til negative effekter på lokalt miljø, men redusere negative effekter på globalt miljø. Disse effektene vurderes i ulike enheter; og en direkte sammenligning av disse to effektene opp mot hverandre vil ikke være mulig i dag. Om effekter på lokalt miljø skal kunne tillates vil uansett være situasjonsavhengig slik at man er avhengig av å gjøre en steds-spesifikk vurdering som beskrevet i NGI, 2019. Med bakgrunn i det som er beskrevet ovenfor, fremstår det i dag som riktigere at det settes opp en detaljert oversikt over de prosesser som kan påvirke globalt og lokalt miljø, at disse prosessene kvantifiseres der det lar seg gjøre og beskrives kvalitativt der det er nødvendig. Når denne informasjonen foreligger gjøres det så en faglig kvalifisert vurdering av hvordan påvirkningen slår ut og hvilket alternativ som ivaretar både de behov vi har i dag, samtidig som vi forsøker å ivareta fremtidige generasjoner sin mulighet til å også ivareta sine behov.

7 Referanser

Casanovas-Rubio, M.M., Pujades, P., Pardo-Bosch, F., Blanco, A., Aguado, A., 2019. Sustainability assessment of trenches including the new eco-trench: A multi-criteria decision-making tool. *Journal of Cleaner Production*, 238;117957.

DFØ, 2018. Veileder i samfunnsøkonomiske analyser. V1.0/2018-08-15.

energiogklima.no, lastet ned 2019-12-3.

Miljødirektoratet, 2018. Faktaark M-1243. Mellomlagring og sluttdisponering av jord og steinmasser som ikke er forurenset

NAVFAC, 2011. SiteWise™ Version 3.1 User Guide. Report date 09-24-2015.

Navrud, 2016. Miljøverdsetting – verdsettingsmetoder og verdioverføring. Kapittel 1 i Hagen, K.P., Volden, G.H., 2016. Miljøkonsekvenser av store investeringstiltak. Concept-programmet. NTNU, Trondheim.

NGI, 2019. GEOreCIRC Spredning av miljøgifter ved gjenvinningstiltak. Dok.nr.: 20160794-10-R, Rev.nr.: 0/2019-12-13.

Rosén, L., Back, P-E., Söderqvist, T., Norrman, J., Brinkhoff, P., Norberg, T., Volchko, Y., Norin, M., Bergknut, M., Döbler, G., 2015. SCORE: A novel multi-criteria decision analysis approach to assessing the sustainability of contaminated land remediation. *Science of the Total Environment*, 511;621-638.

Vegdirektoratet, 2018. Veiledning Håndbok V712. Konsekvensanalyser. nirasnorge.no. Lastet ned 2019-11-10.

Verdenskommisjonen for miljø og utvikling, 1987. Vår felles fremtid.

Lastet ned fra: https://www.nb.no/items/URN:NBN:no-nb_digibok_2007080601018?page=0

Vedlegg A

INNGANGSDATA FOR BÆREKRAFTSVURDERING - CASE

Innhold

A1 Bakgrunn

2

A1 Bakgrunn

Alle masser fra utgravingen fra OBOS sitt byggeprosjekt på Vollebekk legges i støyvollen ved Grevlingveien, Veitvet. Støyvollen skal være 500 m lang, 10 m bred og 4 m høy, noe som gir et samlet volum på 20 000 m³ og et areal på 5000 m². Massene er lett forurensede og kan legges på Asak massemtak, 30 km fra Vollebekk. Jomfruelige masser leveres fra Franzefoss, avdeling Bondkall 6 km fra Veitvet.

Inndata til timeforbruk og kostnader for tiltaket er hentet fra Maskinentreprenør Morten Sætran.

Følgende er brukt:

- Timespris leie av lastebil med henger: 2850,- NOK
- Volum masser per tur bil med henger: 20 m³
- Antall lass med masser: $200\ 000\ \text{m}^3 / 20\ \text{m}^3 = 10\ 000$ lass
- Utgraving, 8 tonner: 5 lastebiler med henger i timen

Antall, enhetspriser og utslipp for ulike enheter av aktiviteter er vist i Tabell 1, nedenfor.

Fra informasjonen i tabellen nedenfor er det plukket ut hvilke prosesser som er relevante for de ulike alternativene som er nevnt for OBOS-caset i kapittel 5. I Tabell 3 i hovedrapporten er det vist en sumlinje som dekker kostnadene for hvert alternativ, i tillegg er det vist belastning på miljø som CO₂ ekvivalenter for relevante prosesser.

CO₂ ekvivalenter har en markedspris og kan summeres sammen med kostnadene for alternativene. Dette er vist i Tabell 3 i hovedrapporten.

I tillegg er belastningen av utlekking av forurensning på lokalt miljø vurdert etter pluss/minus-metoden til SVV. Belastning på lokalt miljø er vurdert som avrenning av forurensning til bekken som samler opp vannet som dreneres fra massene som legges i støyvollen. Bekken er vurdert til å ha "Middels verdi" (Figur 1). Årsaken til denne vurderingen er at sidebekker til Alna, som denne bekken er, har en svært dårlig økologisk tilstand og dårlig kjemisk tilstand i vann-nett (vann-nett.no, 2019-12-16). Sidebekker til Alna er allerede svært påvirket av diffus urban avrenning og verdien til bekken som upåvirket naturverdi allerede er redusert. Bekken har i midlertid rekreasjonsverdi, og er en del av et grøntområde som ligger i tilknytning til et boligområde.

Påvirkningen vurderes til å være "Noe forringet" (Figur 2). Avrenningen fra de lett forurensede massene i støyvollen ansees å være i samme størrelsesorden som annen urban avrenning til bekken.

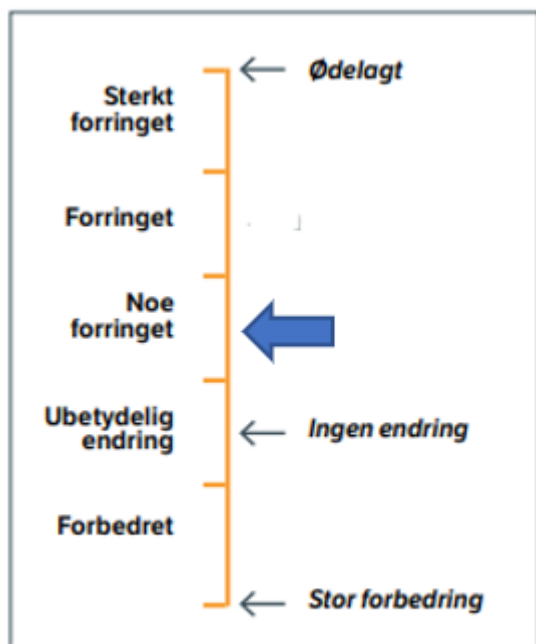
Den samlede vurderingen av konsekvensen av avrenning vurderes dermed til ett minustegn og beskrivelsen "Noe miljøskade for delområdet" (se Figur 3 og Tabell 2).

Tabell 1 Antall, enhetspriser og utslipp for ulike aktiviteter for OBOS-case med lett forurensede masser. Informasjonskilden er gitt til høyre.

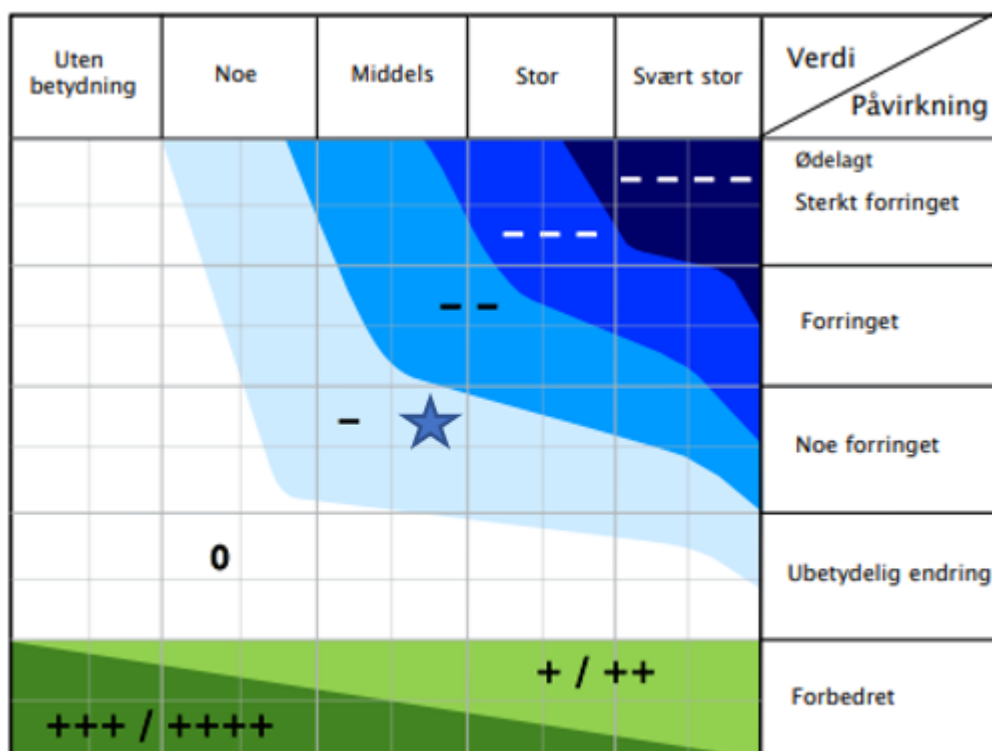
	Enhet	Antall	Enhet	Enhetspris	Sum	Informasjonskilde
Økonomiske forhold						
Utgraving lett forurensede masser ved Vollebekk	Timer	2 000	NOK/time	850	1 700 000	Entreprenør Sætren
Transport av lett forurensede masser fra Vollebekk til deponi	Lastebillass	10 000	NOK/lass	2850	28 500 000	Entreprenør Sætren
Transport av lett forurensede masser fra Vollebekk til Veitvet	Lastebillass	10 000	NOK/lass	2850	28 500 000	Entreprenør Sætren
Deponering av lett forurensede masser på Asak massemtak	Tonn	200 000	NOK/tonn	250	50 000 000	Estimert
Innkjøp av jomfruelige masser fra Bondkall Franzfoss	m ³	200 000	NOK/m ³	100	20 000 000	Estimert
Transport av jomfruelige masser fra Bondkall til Veitvet	Lastebillass	10 000	NOK/lass	2850	28 500 000	Entreprenør Sætren
Bearbeiding av lett forurensede masser/jomfruelige masser til støyvoll	Timer	100	NOK/time	850	85 000	Entreprenør Sætren
Total kostnad for alternativet					128 785 000	-
Globalt miljø/utslipp av CO₂						
Utgraving av forurensede masser ved Vollebekk	kg CO ₂ ekv.	122 520	NOK/CO ₂	0,24	29 405	VegLCA, E259
Transport av forurensede masser fra Vollebekk til deponi	kg CO ₂ ekv.	1 479 315	NOK/CO ₂	0,24	355 036	VegLCA, E120 + M12
Transport av forurensede masser fra Vollebekk til Veitvet	kg CO ₂ ekv.	98 621	NOK/CO ₂	0,24	23 669	VegLCA, E120 + M12
Produksjon av jomfruelige masser på Bondkall Franzefoss	kg CO ₂ ekv.	?	NOK/CO ₂	0,24		
Transport av jomfruelige masser til Grevlingveien	kg CO ₂ ekv.	295 863	NOK/CO ₂	0,24	71 007	VegLCA, E120 + M12
Bearbeiding av jomfruelige masser til bruk i støyvoll i Grevlingveien	kg CO ₂ ekv.	270	NOK/CO ₂	0,24	65	VegLCA, E94
Bearbeiding av lett forurensede masser til bruk i støyvoll i Grevlingveien	kg CO ₂ ekv.	270	NOK/CO ₂	0,24	65	VegLCA, E94
Total utslipp av CO ₂	Sum kg CO₂ ekv.	1 996 859		Sum NOK	479 246	
Lokalt miljø						
Forbruk av naturareal til produksjon av stein på Bondkall Franzefoss	kg CO ₂ ekv.	13 032	CO ₂	0,24	3 128	VegLCA, E94
Utlekking av forurensning fra lett forurensede masser i støyvoll ved Grevlingveien		-	Pluss/minus			SVV, 2018



Figur 1 Vurdering av verdi til bekken som vil mota forurensning som dreneres fra lett forurensede masser som legges i støyvoll. Figuren er modifisert fra Statens Vegvesen, 2018.



Figur 2 Vurdering av påvirkning på bekken som vil mota forurensning som dreneres fra lett forurensede masser som legges i støyvoll. Figuren er modifisert fra Statens Vegvesen, 2018.



Figur 3 Samlet konsekvens av påvirkning på bekken som vil mota forurensning som dreneres fra lett forurensede masser som legges i støyvoll. Figuren er modifisert fra Statens Vegvesen, 2018.

Tabell 2 Beskrivelse av konsekvensgrad. Tabellen er hentet fra Statens Vegvesen, 2018.

Skala	Konsekvensgrad	Forklaring
----	4 minus (----)	Den mest alvorlige miljøskaden som kan oppnås for delområdet. Gjelder kun for delområder med stor eller svært stor verdi.
---	3 minus (---)	Alvorlig miljøskade for delområdet.
--	2 minus (--)	Betydelig miljøskade for delområdet.
-	1 minus (-)	Noe miljøskade for delområdet.
0	Ingen/ubetydelig (0)	Ubetydelig miljøskade for delområdet.
+ / ++	1 pluss (+) 2 pluss (++)	Miljøgevinst for delområdet: Noe forbedring (+), betydelig miljøforbedring (++)
+++ / ++++	3 pluss (+++) 4 pluss (++++)	Benyttes i hovedsak der delområder med ubetydelig eller noe verdi får en svært stor verdiøkning som følge av tiltaket.

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Hvordan beskrive den totale miljøpåvirkningen fra gjenvinning av masser – mulige metoder		Dokumentnr./Document no. 20160794-11-R
Dokumenttype/Type of document Rapport / Report	Oppdragsgiver/Client NGI	Dato/Date 2019-12-17
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract NGI		Rev.nr.&dato/Rev.no.&date 0
Distribusjon/Distribution ÅPEN: Skal tilgjengeliggjøres i åpent arkiv (BRAGE) / OPEN: To be published in open archives (BRAGE)		
Emneord/Keywords Bærekraft, total miljøbelastning, gjenbruk, overskuddsmasser		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Oslo	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Oslo	Felt navn/Field name
Sted/Location Ullevål	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: Øst: Nord:	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:
0	Originaldokument	2019-12-02 Ingvild Størdal	2019-12-11 Marianne Kvennås		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 17. desember 2019	Prosjektleder/Project Manager Gudny Okkenhaug
--	---------------------------------------	---

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

