



# Sirkulær massehåndtering Sjøgata, Bodø

2023



Senter for  
forskningsdrevet  
innovasjon



Sirkulær massehåndtering Sjøgata, Bodø

earthresQue Report no. 7

ISBN: 978-82-575-2133-2

RCN project 310042

Illustration front cover, header and end page: earthresQue

Publisher: NMBU – Norwegian University of Life Sciences

earthresQue,

Rescue of earth materials and wastes in the circular economy,

Centre for Research-based Innovation

[www.earthresQue.no](http://www.earthresQue.no)

[www.earthresQue.com](http://www.earthresQue.com)

*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 endres uten samtykke fra earthresQue.*

## Rapportbeskrivelse

Rapporttittel:                   Sirkulær massehåndtering Sjøgata, Bodø  
earthresQue report no.:       7  
ISBN:                               978-82-575-2133-2  
Dato:                               2023  
Rapportnummer:                OR.23.23  
Rev.nr./ Rev.dato:              0

Utarbeidet av:                   Hanne Lerche Raadal, Elin Bergfall

Kvalitetssikrer:                Kari-Anne Lyng

Antall sider:                    21

Forsidefoto:                    Iris Produksjon

---

### Forskning

---



### Privat sektor

---



### Offentlig sektor

---



## Sammendrag

earthresQue; Senter for Forskningsbasert Innovasjon (SFI), har som hovedmål å utvikle løsninger for en mer bærekraftig håndtering av overskuddsmasser i industrien. Målet er å øke andelen overskuddsmasser og avfall som vanligvis blir deponert, til anvendelige råvarer i nye produkter og prosjekter.

Denne studien har benyttet LCA-metodikk for å sammenligne to alternativer for avfallshåndtering av overskuddsmasser i et byggeprosjekt i Bodø. Alternativ 1 innebærer gjenvinning av rene masser, mens Alternativ 2 deponerer de samme massene. Det er viktig å sammenligne alternativer som gir de samme funksjoner til samfunnet. Det er derfor benyttet LCA med systemutvidelse, og funksjonell enhet for prosjektet er definert som transport og behandling av 1 tonn oppgravd masse, samt tilførsel av byggeråstoff med tilsvarende kvalitet som gjenvunnet materiale.

Resultatene viser at gjenvinningsalternativet har betydelig lavere klimagassutslipp sammenlignet med deponeringsalternativet. Alternativ 1 har en potensiell klimapåvirkning på 10,8 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per tonn behandlet masse, mens deponering har en potensiell klimapåvirkning på 15,8 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per tonn behandlet masse.

Deponering av massene er den største bidragsyteren til klimapåvirkningen for begge alternativene. Videre utgjør transport av massene en vesentlig andel, og det kan være muligheter for reduksjon ved økt fyllingsgrad for returtransporten.

Samlet sett ønsker studien å sette søkelys på betydningen av gjenvinning i byggeprosjekter for å oppnå mer bærekraftige og miljøvennlige resultater. Å ta hensyn til de ulike aspektene av avfallshåndteringen kan bidra til å identifisere de best mulige løsningene for å redusere klimapåvirkningen i prosjekter. Videre forskning og datainnsamling vil styrke validiteten til resultatene og bidra til bedre beslutningstaking i fremtidige utgravingsprosjekter.

## Innhold

Sammendrag .....	3
1 Innledning .....	5
2 Håndtering av forurensede masser .....	6
3 Mål for prosjekt .....	7
4 Kort beskrivelse av LCA .....	7
5 Systembeskrivelse .....	8
5.1 Produktsystem og case .....	8
5.2 Funksjonell enhet .....	9
5.3 Systemgrenser .....	9
5.4 LCIA Metode .....	11
6 Datagrunnlag .....	12
6.1 Oppgraving av massene .....	12
6.2 Transport av massene .....	13
6.3 Alternativ 1: Gjenvinning av oppgravde masser .....	13
6.3.1 Oppgraving av massene .....	13
6.3.2 Transport .....	14
6.3.3 Sikte og knuseprosessen .....	14
6.4 Alternativ 2: Deponering av forurensede masser og uttak av jomfruelige ressurser .....	15
6.4.1 Oppgraving av massene .....	15
6.4.2 Transport .....	16
6.4.3 Deponi Bodø .....	16
6.4.4 Uttak av jomfruelige masser .....	16
7 Resultater: Potensiell klimapåvirkning .....	18
8 Diskusjon og konklusjon .....	19
9 Referanser .....	20

## 1 Innledning

earthresQue; Senter for Forskningsbasert Innovasjon (SFI), har som hovedmål å øke kompetansen og utvikle løsninger for en mer økonomisk og bærekraftig håndtering av overskuddsmasser i samfunnet. Senteret fokuserer på å etablere systemer og teknologier som kan utnytte og behandle overskuddsmasser som oppstår i utgravingsprosjekter. Målet er å øke andelen av forurensede masser og avfall som allerede er deponert, og gjøre dem til anvendelige råvarer i nye produkter og prosjekter (NCCE, 2021). Forskningen skal bygge på et vitenskapelig fundament og fokuserer på tre sammenkoblede hovedområder. Resirkulering og gjenbruk, bærekraftig håndtering av avfall, og et felles regulatorisk rammeverk (Glosli, 2020). Dette prosjektet er utført som en del av earthresQue, og er gjennomført som en sommerstudent-oppgave, kvalitetssikret av NORSUS.

Prosjektet nye Sjøgata i Bodø gjennomføres som en del av «bypakke Bodø», som et miljøprosjekt med høye ambisjoner rettet mot klima og miljø. Prosjektet har til hensikt å gjøre Bodø til et mer fremtidsrettet og trygt samfunn, med spesielt fokus på utslippsfrie anleggsplasser, gjenbruk av masser, i tillegg til reduserte transportbelastning (I. S. Berg, personlig kommunikasjon, 23.06.2023). Prosjektet omhandler ulike fagområder som vei, VA (vann og avløp), landskapsarbeid, fjernvarme, elektro og gatevarme, og er et samarbeid mellom Bodø kommune, Nordland fylkeskommune og Statens vegvesen (Bodø Kommune, 2023). Selskapet Iris Produksjon skal håndtere overskuddsmassene som produseres fra tiltaket i Sjøgata. Sammen med Bodø kommune ønsker de mer kunnskap om hvilke prosesser som bidrar til de største klimaeffektene knyttet til ulik behandling av massene, og dermed forbedringsmuligheter. En livsløpsvurdering er gjennomført for å dokumentere miljøbelastningene ved ulike behandlingsmåter av massene.

Denne rapporten vurderer to håndteringsmetoder for overskuddsmasser som oppstår i Sjøgatatiltaket i Bodø. Den ene metoden består av behandling og gjenvinning av en andel av massene som graves ut, mens den andre metoden er tradisjonell deponering av massene. Hensikten er å skaffe erfaring og kunnskap om klimapåvirkning ved ulik håndtering av overskuddsmasser.

Byggeprosjekter og andre utgravningstiltak skaper store mengder masser som jord, stein, grus, osv. Dette er ikke-fornybare ressurser som hentes ut som byggeråstoff fra grustak og pukkverk (SINTEF, u.å). For å unngå negative klima- og miljøeffekter fra prosjekter er det nødvendig med et større fokus på å utvikle effektive metoder for behandling og gjenvinning av masser i industrien. I enkelte tilfeller gjenbrukes massene som graves ut i samme eller andre prosjekter. Derimot er en gjentakende utfordring i dagens håndtering at overskuddsmassene er forurenset i ulik grad, og dermed havner på deponi (Bodø Kommune, 2018). Det er derfor nødvendig med en vurdering av gravmassene og kategorisering i henhold til grad av forurensning, før beslutning av håndteringsmetode.

## 2 Håndtering av forurensede masser

Bygge- og oppgravingsprosjekter genererer betydelige mengder jord-, stein- og andre materialer, som ofte refereres til som overskuddsmasser. Når disse massene ikke brukes i samme prosjekt, blir de vanligvis transportert til andre destinasjoner for videre bruk eller til deponering. Valget mellom bruk og deponering avhenger av forureningsgraden og egenskapene til massene. Det er av avgjørende betydning å håndtere overskuddsmassene på en ansvarlig måte for å minimere miljømessige konsekvenser (Miljødirektoratet, u.å. a). Myndighetene har utarbeidet strenge regler og krav for hvordan slike masser skal håndteres, og disse retningslinjene er fastsatt i Forureningsforskriften, kapittel 2. For å følge reglene og forskriftene, er det nødvendig med tillatelser og utvikling av planer for håndtering og disponering av overskuddsmassene. Dette sikrer en forsvarlig prosess og bidrar til å beskytte miljøet og folkehelsen (Miljødirektoratet, u.å. a).

Overskuddsmasser som ikke er forurenset, kan utgjøre verdifulle ressurser som kan gjenbrukes på forskjellige måter. Disse massene kan brukes som fyllmasser, byggeråstoff eller tilslag i produksjonen av betong og asfalt. Når disse massene blir materialgjenvunnet eller brukt som erstatning for andre materialer, regnes det som gjenvinning. Dette reduserer behovet for utvinning av nye råstoffer, noe som kan medføre en positiv miljøeffekt som følge av redusert bruk av naturressurser (Miljødirektoratet, u.å. b).

Overskuddsmasser som er forurenset, blir klassifisert som avfall og er regulert av avfallsforskriften. I henhold til forskriften må disse massene leveres til et behandlingsanlegg eller deponi. For å håndtere forurenset grunn på en egnet og ansvarlig måte, blir den delt inn i ulike tilstandsklasser basert på Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009, kalt "Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn". Tilstandsklassene gir veiledning til hvordan massene skal håndteres, og tar hensyn til normverdier og grenseverdier for akseptabel forurensning, med tanke på helserisiko ved ulik arealbruk. De fem tilstandsklassene (TK) representerer en gradvis økning av miljøgifter, hvor normverdiene markerer skillet mellom klassene, og forureningsnivået gradvis øker mot TK 5. TK 1 inneholder rene overskuddsmasser, TK 2-3 anses som lett forurenset, mens TK 4-5 betraktes som svært forurenset, ofte utover aksepterte nivåer for gjenvinning/gjenbruk (Miljødirektoratet, 2009).

Ved avhending av overskuddsmasser på deponi er det vanlig å kategorisere materialet i tre forskjellige avfallstyper: farlig, ordinært og inert avfall (Miljødirektoratet, u.å. a). Ifølge avfallsforskriften §9-3 er inert avfall definert som "avfall som ikke gjennomgår noen fysisk, kjemisk eller biologisk omdanning" (Statens forurensningstilsyn, 2007). Dette betyr at materialene ikke brytes ned eller forurenser miljøet på samme måte som organisk eller farlig avfall. Typiske eksempler på inerte materialer inkluderer stein, betong og lignende masser. Inerte deponier blir derfor ansett som egnede steder for forsvarlig håndtering av store mengder masser som oppstår under bygge- og oppgravingsprosjekter (Statens forurensningstilsyn, 2007).

### 3 Mål for prosjekt

Målet med denne studien er å dokumentere klimapåvirkning ved ulike håndteringsmetoder for overskuddsmasser som oppstår i Sjøgata-tiltaket i Bodø, ved bruk av LCA-metodikk. Det er et ønske om at massene i størst mulig grad skal gjenvinnes, og den ene metoden består derfor av behandling og gjenvinning av en viss andel av massene som graves ut, mens den andre metoden representerer tradisjonell deponering av massene. Studien tar for seg hele verdikjeden, inkludert oppgraving av massene fra Sjøgata, transport til deponi- og gjenvinningsområdet Vikan, mellomlagring og gjenvinningsprosessen, som i dette tilfellet inkluderer sikting, samt transport av gjenvunnet materiale tilbake til tiltaket.

Hensikten med prosjektet er å skaffe erfaring og kunnskap om klimapåvirkning ved ulike håndtering av overskuddsmasser, herunder hvilke trinn i verdikjeden som gir de største miljøpåvirkningene.

En viktig forutsetning for rapporten er at den fokuserer på klimapotensialet ved sirkulær håndtering av massene med basis i data fra utsortering av masser som er oppgitt av Iris Produksjon. Denne studien har ikke vurdert status på de utsorterte massene med tanke på kvalitet for å tilfredsstille krav til nye produkter (jfr. End-of-waste kriterier, mm) da dette ikke er en del av studiens omfang.

### 4 Kort beskrivelse av LCA

En livsløpsvurdering (LCA) er en systematisk analyse av miljø- og ressurspåvirkningene som knytter seg til et produkt eller et produktsystem gjennom hele dets livssyklus, fra råvareuttak til avfallshåndtering. Dette omfatter materialer, energi og transport som blir brukt i produksjon, distribusjon og vedlikehold av produktet. Formålet med en LCA er å identifisere de mest betydningsfulle miljøproblemene og deres opprinnelse i hele livssyklusen. Resultatene fra en LCA kan benyttes til å utvikle mer miljøvennlige produkter, ta bærekraftige innkjøpsbeslutninger og forme politikk (NORSUS, u.å.).

Denne studien benytter en såkalt «attributional»-tilnærming, der hovedfokuset ligger i å beskrive de fysiske masse- og energistrømmene gjennom det analyserte systemet og underliggende subsystemer. Denne metoden brukes til å beskrive ytelsen eller påvirkningen til systemet når alle andre forhold rundt forblir uendret. En typisk metodisk egenskap ved denne tilnærmingen er at systemet bruker gjennomsnittlige data for å modellere bakgrunnssystemer, samt spesifikke innhentede data for de vurderte prosessene (Finnveden & Potting, 2014). Det er viktig å sammenligne alternativer som gir de samme funksjoner til samfunnet. Det er derfor benyttet LCA med systemutvidelse der funksjonen er både å avfallshandtere oppgravd mengde forurenset masse, samt å tilføre samfunnet byggeråstoff med gitt mengde og kvalitet.



## 5 Systembeskrivelse

Herunder følger en introduksjon til det aktuelle prosjektet som er utgangspunkt for livsløpsanalysen for håndteringen av overskuddsmassene. Videre er funksjonell enhet, samt systemgrenser og metode for studien presentert.

### 5.1 Produktsystem og case

Dataene som ble brukt i denne studien gjelder for ulik massehåndtering fra oppgravingen av Sjøgata i Bodø sentrum, som er en del av "bypakke Bodø" og blir gjennomført av Bodø kommune som et pilotprosjekt med hensikt om å skaffe kunnskap og erfaring innenfor området. Veinor AS er ansvarlig for gjennomføringen av arbeidet i Sjøgata, mens Iris Produksjon står for mellomlagring og gjenvinning av massene, på anlegget på Vikan (I. S. Berg, personlig kommunikasjon, 23.06.2023).

Tiltaksområdet til Sjøgata strekker seg ut over et areal på omtrent 17 500 m<sup>2</sup>, med en lengde på rundt 900 meter. Området består hovedsakelig av forurensede masser i tilstandsklasse 2-3. Arbeidet som skal utføres, har formål om å oppgradere gangfelt, sykkelvei, grøntområder og ny vei. I denne prosessen må eksisterende infrastruktur med kabler og fjernvarme tas hensyn til og koordineres med den nye etableringen. Planlagt dybde for gravingen er satt til 1 meter, med noen områder som krever en dybde på 3 meter. Det må også tas hensyn til eksisterende vann- og avløpstraseer og sandfang som allerede er etablert i området (Bodø Kommune, 2023; I. S. Berg, personlig kommunikasjon, 23.06.2023).

Metoden for uttak av massene gjennomføres i etapper, der 100 meter av veistrekningen blir håndtert av gangen. Massene graves opp etter «sandwichmetoden», som betyr at massene graves opp lagvis for å unngå at kvalitetsjord og -leire blandes sammen og forringes. Tilstanden på de ulike massene vurderes og grovsorteres ved hjelp av gjennomførte analyser og stikkprøver på massene. Videre behandling er basert på kriterier som massestørrelse og fravær av leire og/eller betydelige mengder bygningsavfall.

De oppgravde massene leveres til Vikan for mellomlagring og behandling på ulike områder, og sorteringen skal baseres på massestørrelse som følger:

- Forurensede masser, inkludert alt som tilhører tilstandsklasse 4-5, bygningsrester og masser av dårlig kvalitet, samt sikterest under 25 mm, sendes til deponering på Vikan.
- Lett forurensede masser i tilstandsklasse 2-3 med størrelse over 25 mm sendes til videre behandling på anlegget, der de gjennomgår en sikteprosess. Under denne prosessen sorteres de rene og forurensede massene på nytt og blir deretter sendt til sine respektive områder. Stein med størrelse over 64 mm krever videre bearbeiding gjennom en knuseprosess før massene kan bli sendt til et område for ren mellomlagring.

- Rene masser og siktefraksjon mellom 25 og 64 mm sendes direkte til eget område for mellomlagring, før videre bruk i samme eller andre prosjekter.

For ytterligere gjenvinning av massene kan det i et senere prosjekt være hensiktsmessig å se nærmere på vannrensing som en løsning for de forurensede massene. Det er viktig å merke seg at dette ikke er tilfellet per nå.

Norconsult har vært ansvarlige for prøvetakingen av massene på prosjektområdet, og resultatene gir en oversikt over hvilke typer masser som finnes på området og i hvilken grad de er forurenset. De utgravde massene i det første laget består hovedsakelig av store mengder grove fyllmasser som stein og grus. Deretter er det blandet inn masser bestående av leire, mold og ulike typer fyllmasser. Under neste lag, adskilt av en fiberduk, ble det observert masser med teglstein og jernskrap. I tillegg ble sjikt og lys skjellsand, grå leire og mørke masser med knust avfall observert i deler av området (Norconsult, 2022).

Arbeidet i Sjøgata ble påbegynt i november 2022, med oppgraving av masser som allerede er fraktet til anlegget i Vikan for mellomlagring. Arbeidet vil midlertidig stanses i 2024, ettersom Bodø er europeisk kulturhovedstad dette året. Prosjektet vil deretter gjenopptas og forventes å bli ferdigstilt i 2025 (I. S. Berg, personlig kommunikasjon, 23.06.2023).

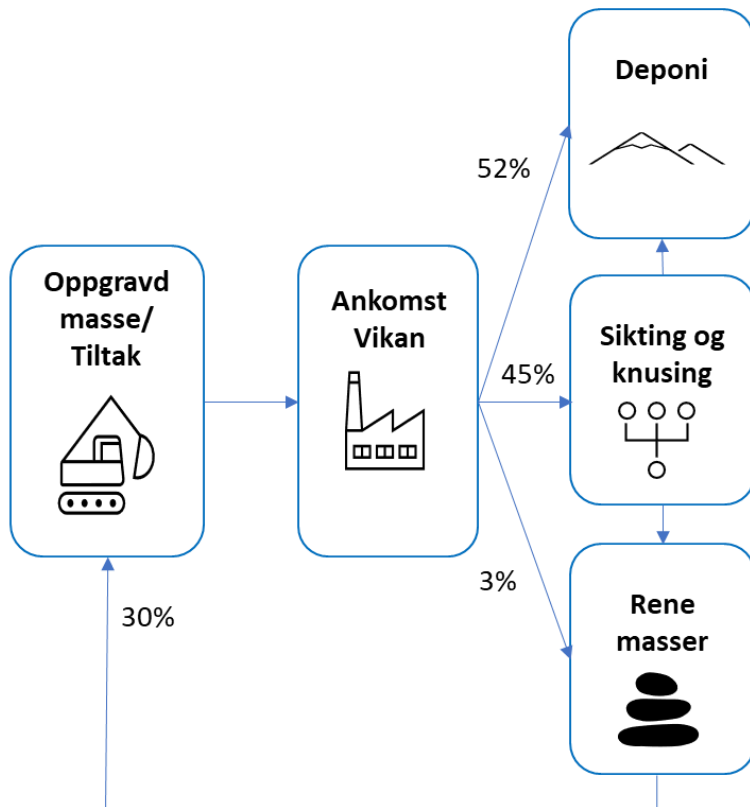
Siden siktings- og gjenvinningsprosessen ikke hadde startet opp da denne analysen ble utført, er utsorteringsprosjenter basert på antagelser utført av IRIS Produksjon. Av massene som er hentet ut fra prosjektet er 52,4% antatt å utgjøres av TK 4-5 og dermed uegnet for gjenvinning. Dette blir derfor sendt til deponi. Videre antas 2,8% å være rene masser som blir sendt direkte til mellomlager for rene masser. De resterende 44,8% antas å kreve videre håndtering og blir sendt til sikting. Dette skissert i Figur 1.

## 5.2 Funksjonell enhet

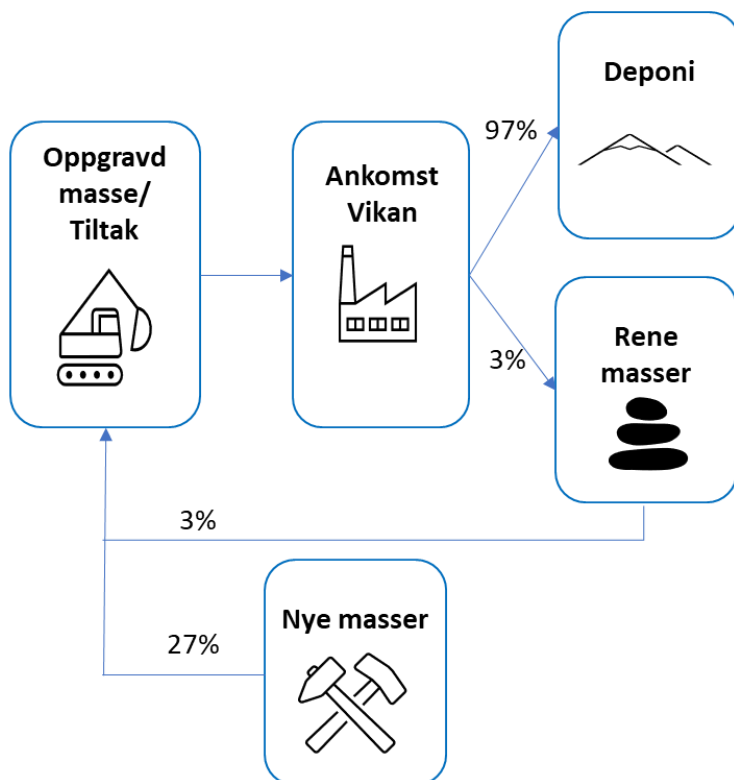
Funksjonell enhet er definert som transport og behandling av 1 tonn oppgravd masse, samt tilførsel av byggeråstoff tilsvarende mengde og kvalitet som gjenvunnet materiale fra oppgravd masse.

## 5.3 Systemgrenser

Figur 1 og Figur 2 viser systemgrensene for de to alternativene som er analysert: Alternativ 1 Gjenvinning og Alternativ 2 Deponering av de oppgravde massene.



Figur 1: Systemgrenser for Alternativ 1: Gjenvinning (mengder oppgitt som % av oppgravd masse).



Figur 2: Systemgrenser for Alternativ 2: Deponering (mengder oppgitt som % av oppgravd masse).

Som vist i figurene over, «starter» systemet når massene graves ut fra tiltaket og forberedes for transport til anlegget på Vikan. Videre inkluderes all transport av massene, behandlingsprosesser, samt transport tilbake til tiltaket i Sjøgata (Alternativ A). For Alternativ B må systemet utvides til å inkludere uttak av jomfruelige masser med tilsvarende mengde og kvalitet som Alternativ A produserer. I tillegg inkluderes transport av jomfruelige masser med båt til tiltaket.

Utelatt fra systemgrensene er prosessen der asfalten graves opp og leveres til en annen aktør enn Iris Produksjon, da dette antas å være likt for begge håndteringsmetodene. Videre er infrastruktur, slik som byggingen av anlegget på Vikan, deponiområdet, maskinene for sikting og knusing, samt annet utstyr involvert i prosessene utelatt fra systemgrensene. Dette skyldes både mangel på tilstrekkelig informasjon og begrenset tid til å gjennomføre en analyse av disse prosessene.

Selve fyllingen av massene i tiltaket er utelatt fra systemgrensene, da vi antar at denne prosessen vil være lik uavhengig av om det benyttes resirkulerte eller jomfruelige masser til dette.

For å løse problemene tilknyttet multifunksjonalitet er det gjort en systemutvidelse i studien for å ta hensyn til at alternativ 1 har to funksjoner. Både behandling av massene og at det erstatter, og dermed forhindrer utvinning av nytt jomfruelig materiale. Som et resultat av dette, og for å ta hensyn til total klimanytte, er Alternativ 2 tillagt utvinningsprosessen av nytt råstoff av tilsvarende kvalitet og mengde som produseres i Alternativ 1.

Store deler av prosessene som gjennomføres foregår i og rundt Bodø, altså innenfor norske grenser, men det er ikke satt en bestemt geografisk grense for systemet. De ulike delprosessene og tilhørende systemgrenser beskrives i større og mer detaljert grad i kapittel 6.

## 5.4 LCIA Metode

Programmet SimaPro 9.5 Multiuser er benyttet for å utføre LCA. Både spesifikke og generiske data er innhentet. Spesifikke data er samlet inn fra Iris Produksjon, mens de generiske dataene er innhentet fra databasen Ecoinvent 3.9.1, allocation, cut-off by classification. Tilnærmingen cut-off by classification baserer seg på prinsippet om at belastningen for produksjon av et materiale kun tildeles primærbrukeren av materialet. Når materialer resirkuleres, krediteres ikke primærproduksjonen for levering av resirkulert materiale, og brukeren belastes kun for gjenvinningsprosessen. Dette gir en fordel for brukere av resirkulerte materialer i beregningene (ecoinvent, u.å.).

Livsløpseffektvurderingen blir gjennomført ved hjelp av metoden ReCiPe 2016 Midpoint (H). ReCiPe 2016 inkluderer både midpoint (problemorienterte) og endpoint (skadeorienterte) påvirkningskategorier. Denne analysen har fokusert på påvirkningskategorien klimaendringer (Global Warming Potential), som er en midpoint-tilnærming.

Karakteriseringsfaktorene for klimaendringer beskriver globalt oppvarmingspotensiale og er basert på IPCC 2013-rapporten og metoden «IPCC2021 GWP 100a v1.02». Resultatene oppgis i enheten kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter og tar utgangspunkt i en 100-års tidshorison. Det finnes ulike modeller med forskjellige tidshorisoner, hvor 100 år er den vanligste tidshorisonen som benyttes (Callewaert et al., 2021, s.18).

Miljøpåvirkningskategorien klimaendringer beskriver konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren og de potensielt alvorlige effektene dette kan ha på temperaturen, og dermed på helse, ressurser og økosystemer. Ved å bruke enheten kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, kan vi vurdere den samlede påvirkningen fra ulike klimagasser og deres bidrag til global oppvarming over en 100-års periode (Callewaert et al., 2021, s.18).

## 6 Datagrunnlag

I dette kapitlet gis en beskrivelse av datagrunnlag, datainnsamlingsprosess og forutsetninger for analysen. Deretter presenteres de to scenarioene og hva som ligger til grunn for hver av dem.

Datagrunnlaget for de to scenarioene inkluderer massebalanser, transportavstander, dieselforbruk fra transport og fra anleggsmaskiner, elektrisitetsbruk og jomfruelig uttak av byggeråstoffer. I dette kapitlet vil innsatsfaktorene i prosessene presenteres, og de tilhørende verdiene bli gjort rede for.

### 6.1 Oppgraving av massene

Oppgraving av massene fra tiltaket i Sjøgata kan gjennomføres på to forskjellige måter, og er nærmere beskrevet i de kommende avsnittene. I begge tilfellene starter oppgravingen med å fjerne asfalten før massene graves opp. Oppgravingen av massene for tiltaket i Sjøgata blir utelukkende utført ved hjelp av elektriske gravemaskiner. Selv om den eksakte energibruken forbundet med denne prosessen ikke har blitt oppgitt, vurderer Iris Produksjon energiforbruket som likt uavhengig av valg av metode. Av den grunn har vi i denne analysen ikke inkludert detaljert informasjon om energiforbruket da det antas som lik for begge alternativene. Derimot er det relevant for å kunne si noe om totale utslipp og ressursbruk for tiltaket i sin helhet, og bør fremskaffes på et senere tidspunkt dersom dette er interessant.

Per 7. juli 2023 har totalt 6 627 tonn med masser blitt gravd opp fra Sjøgata-prosjektet. Dette utgjør den nåværende mengden som er tilgjengelig for videre analyse, og antagelsene fra denne mengden legger grunnlaget for forutsetninger og sammenligningen av de to håndteringsalternativene.

## 6.2 Transport av massene

Data om transport av massene er en kombinasjon av informasjon gitt av Iris Produksjon og data hentet fra ecoinvent-prosesser. Uavhengig av hvilket alternativ som velges, vil de oppgravde massene transporteres til Iris Produksjon AS sitt anlegg på Vikan, som ligger 15,1 km unna Sjøgata, ved hjelp av samme type transportmiddel. Deretter vil massene bli videre fraktet til tiltenkte områder inne på anlegget, basert på tilstanden til massene. Det er minimale forskjeller i kjørelengde, og disse er spesifisert under hvert av alternativene.

Transporten er modellert ved å tilpasse egne prosesser og data i en transportmodell i SimaPro, utviklet av Simon A. Saxegård ved NORSUS. Transportmodellen er basert på ecoinvent 3.5 og prosessen "Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 {RER}| Alloc Rec, U". Prosesskortet tilpasses lastebilstørrelsen og tar hensyn til drivstofftype. Drivstofforbruk justeres etter fyllingsgrad, slik at lavere fyllingsgrad gir lavere drivstofforbruk, men samtidig øker miljøbelastningen per tonn materiale transportert (Saxegård & Johnsen, 2018).

Makslasten for lastebilene er oppgitt til 15 tonn uten henger og 28 tonn med henger. Med en gjennomsnittlig last på 15,18 tonn fra tiltaksområdet, og med antagelsen om at utgående lastebiler vanligvis er vektbegrenset og derfor kjører ut med fyllingsgrad tilsvarende 100%, er gjennomsnittlig lastekapasitet for lastebilene beregnet. Beregningene gjøres ved hjelp av problemløser i Excel, som kommer frem til en 30-/70- fordeling, henholdsvis uten henger (15tonn) / med henger (28tonn), se vedlegg 2 (S. A. Saxegård, personlig kommunikasjon, 20.07.2023).

Det tas også hensyn til gjennomsnittlig nyttelast for transporten, altså snittet av turlast fra tiltaksområdet og returlast tilbake. Så langt i prosjektet er fyllingsgraden for returlasten 0%, men dette kan endre seg i fremtiden, og bør således tas i betraktning. Gjennomsnittlig nyttelast er beregnet til  $(15,18 \text{ tonn} + 0 \text{ tonn}) / 2 = 7,59 \text{ tonn}$  lastekapasitet. Dette tar høyde for utslippene som følger av at lastebilen må kjøre tilbake til tiltaksområdet etter å ha levert massene til anlegget på Vikan.

## 6.3 Alternativ 1: Gjenvinning av oppgravde masser

Dette alternativet innebærer at de oppgravde massene behandles for å oppnå størst mulig gjenvinningsgrad. Alternativet inkluderer oppgraving av massene, transport til anlegg, og en sikte- og knuseprosess. Systemet er prinsipielt vist i Figur 1. De rene massene som skal tilbakeføres i tiltaket er antatt å ha samme egenskaper og bruksområder som det jomfruelige materialet i Alternativ 2.

### 6.3.1 Oppgraving av massene

Alternativ 1, hvor hovedmålet er maksimal gjenvinning av massene, benyttes den tidligere nevnte "sandwich-metoden". Etter at asfalten er fjernet, graves massene opp lagvis, og hvert

lag vurderes etter tilstandsklasse. Basert på denne vurderingen, sorteres massene og lastes deretter på lastebiler for videre transport til Vikan.

Som beskrevet over og vist i Figur 1, består 52,4% av de oppgravde massene TK 4-5 eller er av andre grunner uegnet for gjenvinning, og blir sendt til deponi. 2,8% anses som rene masser og blir sendt direkte til mellomlager mens de resterende 44,8% blir sendt videre til sikting.

### 6.3.2 Transport

Etter at massene ankommer anlegget på Vikan, fraktes de videre til de ulike områdene for deponi, behandling og mellomlagring av rene masser. Transporten inne på anlegget gjennomføres med de samme transportmidlene som beskrevet i kapittel 6.2, og avstandene til de ulike områdene er som følger: 849 meter til deponi og 377 meter til området for behandling og rene masser. Disse områdene er plassert på tilnærmet samme sted inne på anlegget.

Videre, etter behandling av massene, som gjøres ved hjelp av sikting (se kapittel 6.3.3), sendes massene videre til de forskjellige områdene inne på anlegget. Noe av massene blir transportert til knuseprosessen, som befinner seg på samme sted som siktingen, mens noe går til deponiområdet som ligger 500 meter unna, og noe til området for rene masser som ligger 200 meter unna.

### 6.3.3 Sikte og knuseprosessen

Sikteprosessen skal behandle alle masser over 25 mm og som er i bedre tilstand enn TK 4-5. I sikteprosessen skal massene sorteres i ulike fraksjoner basert på størrelser:

- 1) Under 25 mm: vil sorteres ut av prosessen og sendes til området for deponi.
- 2) 25-64 mm: masser som anses som rene og vil sendes til området for rene masser.
- 3) Over 64 mm: masser som må prosesseres videre, og sendes til en knuseprosess på samme område.

Dette er også vist i Tabell 1.

*Tabell 1: Siktefraksjoner og andelen massene siktes ut som*

Siktefraksjoner	%-andel massene siktes ut som	Neste steg	Avstand
<25 mm	40 %	Deponi	500 meter
25-64 mm	50 %	Rene masser	200 meter
>64 mm	10 %	Knuseprosess	0 meter

Sikteanlegget er et hybridanlegg, som har muligheten til å kjøre på både strøm og diesel. Imidlertid vil det ikke være mulig å bruke strøm for dette prosjektet, da det ikke er tilrettelagt for strøm på området. Derfor er det oppgitt et dieselforbruk på 0,014 liter per tonn siktet masse for sikteprosessen. Massene som skilles ut som over 64 mm antas å være uegnet for direkte gjenbruk, og må knuses ned til størrelser mellom 25-64 mm. Dette gjennomføres ved hjelp av en knusemaskin som driftes på diesel. Dieselforbruket oppgis å være 0,04 liter/tonn knust masse.

#### Dieselforbruk

For å modellere energiforbruket til anleggsmaskinene som brukes i både sikte- og knuseprosessen, er ecoinvent-prosessen «Diesel, burned in building machine {GLO}| diesel, burned in building machine | Cut-off, U» blitt benyttet. For sikteprosessen og knusemaskinen er dieselforbruket oppgitt til henholdsvis 0,014 og 0,04 liter/tonn siktet masse.

#### Elektrisitet

Elektrisitet er en innsatsfaktor i flere av prosessene, og det kan også bli en potensiell innsatsfaktor for sikteprosessen i fremtiden. Forbruket av elektrisitet ved de ulike prosessene er innhentet fra Iris Produksjon AS, enten som data basert på tall fra 2022 eller som opplyst informasjon fra leverandører.

For å beregne klimapåvirkningene av elektrisitetsbruken tar studien utgangspunkt i ecoinvent-prosessen «Elektrisitet brukt i Norge, 'fysisk miks' fra NVE 2020 / low voltage market / Cut-off U». Dette er basert på [NVEs deklarasjon for fysisk strøm for 2020](#) som inkluderer netto import/eksport av strøm.

## **6.4 Alternativ 2: Deponering av forurensede masser og uttak av jomfruelige ressurser**

Dette alternativet innebærer at de forurensede massene ikke gjennomgår noen form for behandling, men sendes direkte på deponi. Dette medfører at nytt jomfruelig materiale må utvinnes for at den funksjonelle enheten skal bli oppfylt.

Alternativet inkluderer oppgraving av massene, transport til deponi og deponering av massene. I tillegg må det utvinnes nytt jomfruelig materiale med tilsvarende den kvalitet og mengde som gjenvunnet materiale i alternativ A (27% av mengde oppgravd masse). Dette er skissert i Figur 2.

### **6.4.1 Oppgraving av massene**

I Alternativ 2, som hovedsakelig involverer deponering av massene, utføres oppgravingen uten den lagvise sorteringen. Massene graves opp samlet og transporteres til deponiområdet på Vikan uten videre vurdering eller gjenvinning. Det er verdt å merke seg at denne metoden begrenser mulighetene for gjenvinning av massene, da de ikke blir sortert etter tilstandsklasser på samme måte som i alternativ 1.



Av de oppgravde massene blir 97% sendt til deponi, mens 3% fortsatt antas å være rene masser, tilsvarende som i Alternativ 1.

#### 6.4.2 Transport

Forutsetningene for kjøretøyene er de samme som for gjenvinningsalternativet og er beskrevet i kapittel 6.26.3.2 6.26.2.

I Alternativ 2 er transportavstanden den samme som for Alternativ 1, det vil si at massene fra Sjøgata-prosjektet fortsatt fraktes til anlegget på Vikan, som ligger 15,1 km unna Sjøgata. Imidlertid er forskjellen at massene kun videresendes til to områder inne på anlegget, deponiområdet (97%) og området for rene masser (3%).

#### 6.4.3 Deponi Bodø

Deponiet på anlegget i Vikan antas å være et deponi for inerte masser og er modellert ved hjelp av ecoinvent-prosessen «Inert waste, for final disposal RoW| treatment of inert waste, inert material landfill | Cut-off, U». I denne prosessen inngår både etablering og etterbruksfase for deponiet, samt bruk av anleggsmaskiner for drift av anlegget (håndtering av avfallet, 0,57 l diesel per tonn avfall, som samsvarer med mengde diesel oppgitt av Iris produksjon). Miljøbelastningene fordeles på det antall tonn avfall som et deponi av denne typen antas å motta gjennom hele sin driftsperiode.

I tillegg er det et strømforbruk knyttet til renseanlegget på deponiet, 2,84 kWh/tonn. Her brukes ecoinvent-prosessen beskrevet i kapittel 6.3.3 under Elektrisitet.

#### 6.4.4 Uttak av jomfruelige masser

For å oppfylle den funksjonelle enheten i studien, med tilførsel av nytt byggemateriale, krever dette scenariet, som ikke medfører gjenvinning av masser, at det utvinnes nytt jomfruelig materiale. Det forutsettes at jomfruelige masser vil bli hentet fra pukkverket Gabbro Nor AS i Tomma, Nesna, og at de blir transportert til Sjøgata-prosjektet i Bodø med båttransport, og deretter brukt til tilbakefylling i tiltaket (I. S. Berg, personlig kommunikasjon, 07.07.2023). Avstanden mellom pukkverket i Tomma og Sjøgata-prosjektet i Bodø er beregnet til omtrent 140 km ved hjelp av karttjenesten Google Maps. Denne avstanden er beregnet som luftavstandsmåling via punkt til punkt for en tenkt reiserute.

Anlegget på Tomma har ikke utarbeidet en egen miljødeklarasjon for utvinningen av pukk på sitt anlegg. Derfor har prosjektet benyttet en EPD fra et pukkverk ved Lørenskog som grunnlag for beregningene i denne analysen. Systemgrensene for pukkverket inkluderer sprengning, pigging, knusing og sikting, og kan både anvendes i bunden og ubunden bruk. Pukkverket er valgt ut på bakgrunn av at de produserer tilnærmet lik fraksjonsstørrelse som

prosjektet (25/64 mm), og er potensielt tiltenkt samme bruk med en fraksjonsstørrelse på 22/63 mm, som er egnet til ubunden bruk, eksempelvis oppfylling eller forsterkningslag til asfalt (Feiring Bruk AS, 2023).

Selv om EPD-en for pukkverket ved Lørenskog er valgt som grunnlag for å anslå miljøpåvirkningene knyttet til utvinningen av jomfruelig byggemateriale fra pukkverket på Tomma, er det viktig å formidle at det er forskjeller mellom de to anleggene. Derfor er det gjort en sammenligning av datagrunnlaget for det utvalgte pukkverket mot andre pukkverk med tilnærmet like dimensjoner og prosesser. Dette er gjort for å vurdere nivået av klimapåvirkningene og sikre at det valgte anlegget ikke gir et urealistisk lavt bilde av miljøbelastningen.

Klimapåvirkningene til det valgte pukkverket ble funnet å være i det øvre sjiktet for utslippsberegningene. Det vurderes som et «worst-case»-scenario og er akseptert for denne analysen. Det ble ikke gjennomført en grundig undersøkelse av flere EPD-er på grunn av mangel på tid. For fremtidige prosjekter eller tilfeller kan det imidlertid være relevant å undersøke flere EPD-er for å få et mer nøyaktig bilde av miljøpåvirkningene knyttet til utvinningen av jomfruelig byggemateriale.

Basert på den valgte EPD-en for pukkverket ved Lørenskog, er klimapåvirkningene fra sprenging, knusing, pigging og sikting (trinn 1, 2 og 3) inkludert i Tabell 2. Totalen av disse klimapåvirkningene brukes som inputverdi i beregningene, og den resulterende verdien for produsert jomfruelig materiale, med størrelsen 22/63 mm, er 7,14 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter/tonn masse.

Tabell 2: Klimagassutslipp ved produksjon av jomfruelig materiale

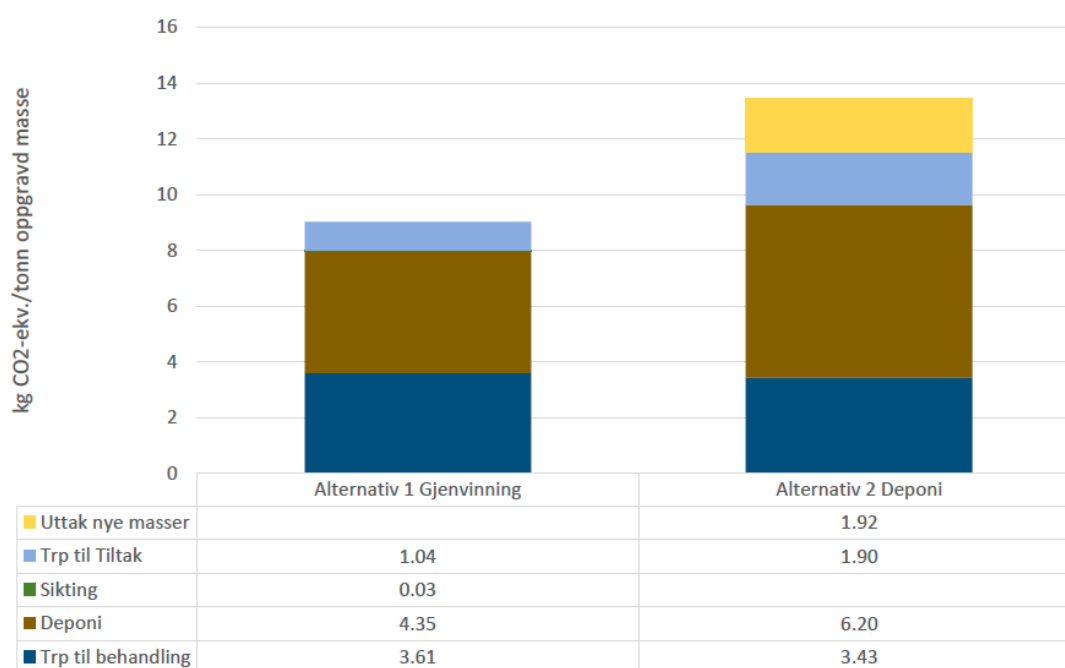
Feiring Bruk AS, avd. Lørenskog	Fraksjon 22/63 Klimagassutslipp	Enhet
GWP-fossil	7,13E+00	kg CO <sub>2</sub> /tonn
GWP-biogenic	3,17E-0,3	kg CO <sub>2</sub> /tonn
GWP-luluc	6,27E-0,3	kg CO <sub>2</sub> /tonn
GWP-Total	7,139E+00	kg CO <sub>2</sub> /tonn

Kilde: Feiring Bruk AS. (2023).

## 7 Resultater: Potensiell klimapåvirkning

Dette kapittelet presenterer resultatene for klimapåvirkning for de to alternative håndteringsmåtene for oppgravd masse. Resultatene må sees i sammenheng med de forutsetningene som er gjort for studien.

Figur 3 viser resultatene for de to alternative håndteringsmåtene totalt og oppdelt i de ulike livsløpsfasene.



Figur 3: Resultater for Alternativ 1 og 2 vist som klimapåvirkning (kg CO<sub>2</sub>-ekv/funksjonell enhet)

Som Figur 3 viser, medfører gjenvinningsalternativet (Alternativ 1) lavere klimapåvirkning enn deponeringsalternativet (Alternativ 2). Total klimapåvirkning er 9,0 og 13,5 kg CO<sub>2</sub>-ekv. for henholdsvis Alternativ 1 og 2, noe som betyr gjenvinningsalternativet har 33% lavere klimapåvirkning enn deponialternativet.

Videre sees at deponering av massene utgjør det største bidraget til klimapåvirkning for begge alternativene med henholdsvis 4,4 og 6,2 kg CO<sub>2</sub>-ekv. per tonn oppgravd masse for Alternativ 1 og 2. Deponeringsbidraget fra Alternativ 2 er følgelig større enn for Alternativ 1 siden dette alternativet deponerer større mengde masse. Omtrent halvparten av klimagassutslippene fra deponi er knyttet til etablering og etterbruksfase av deponiet, mens resten hovedsakelig kommer fra bruk av anleggsmaskiner for drift av anlegget. I tillegg viser Figur 3 at Alternativ 2 får en vesentlig klimapåvirkning fra aktivitetene «Uttak av nye masser» og «Trp til Tiltak», med et klimagassutslipp på totalt 1,9 kg CO<sub>2</sub>-ekv. per tonn oppgravd masse, noe som utgjør 14% av total klimapåvirkning fra dette alternativet.

Transport til behandling utgjør det nest største bidraget til klimapåvirkning i begge alternativene. Den lille forskjellen i transportbidraget mellom alternativene utgjøres av at Alternativ 1 har noe mer transport inne på Vikan-området. Transport til behandling utgjør henholdsvis 34% og 22% av totale klimapåvirkning for Alternativ 1 og Alternativ 2. Transport tilbake til tiltaket er også lagt inn i begge alternativene og dette utgjør henholdsvis ca 1,0 og 1,9 kg CO<sub>2</sub>-ekv./tonn oppgravd masse for Alternativ 1 og Alternativ 2. Årsaken til at belastningen er større for Alternativ 2, er at transportavstanden fra pukkverket i Tomma, Nesna er lengre enn fra Vikan. Beregningene for transporten tilbake til Tiltaket er antatt med tom returtransport. Dersom Iris Produksjon legger til rette for bedre utnyttelse av returtransport ved å samkjøre inn- og utkjøring av masser, kan utslippene fra dette leddet reduseres betydelig.

## 8 Diskusjon og konklusjon

Total klimapåvirkning er 9,0 og 13,5 kg CO<sub>2</sub>-ekv. per tonn oppgravd masse for henholdsvis Alternativ 1 og 2, noe som betyr at Gjenvinningsalternativet har 33% lavere klimapåvirkning enn Deponialternativet.

Dette skyldes hovedsakelig den positive effekten av at gjenbrukte masser både reduserer behovet for deponi og dermed klimapåvirkning fra dette, og fordi det også reduserer uttak av jomfruelige grusmasser. Dette illustrerer betydningen av å fokusere på gjenvinning og gjenbruk i byggeprosjekter for å redusere klimapåvirkningen.

Transport er en betydelig bidragsyter til klimapåvirkning for begge alternativene. Ved å legge til rette for utnyttelse av returtransport både ved å samkjøre inn- og utkjøring av masser, kan transportutslippene fra transport reduseres betydelig.

## 9 Referanser

Bodø Kommune (2018). *Overskuddsmasser fra bygg- og anleggsvirksomhet*. Tilgjengelig fra: <https://bodo.kommune.no/miljo-klima-og-naturbruk/forurensning-avfall-og-gjenvinning/overskuddsmasser/overskuddsmasser-fra-bygg-og-anleggsvirksomhet/> (lest 16.06.2023).

Bodø kommune (2023). *Nye Sjøgata Bodø*. Tilgjengelig fra: <https://bodo.kommune.no/bygg-og-anlegg/nye-sjogata-bodo> (lest 16.06.2023).

Ecoinvent (u.å.). *System Models*. Tilgjengelig fra: <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/system-models/> (lest 07.07.2023).

EPD-Norge (u.å.). *Hva er en EPD?*. Tilgjengelig fra: <https://www.epd-norge.no/hva-er-en-epd/> (lest 10.07.2023).

Feiring Bruk AS (2023). Environmental product declaration, Pukk, produsert ved Feiring Bruk AS, avd. Lørenskog. (NEPD-4189-3413-NO) Næringslivets Stiftelse for miljødeklarasjoner. Tilgjengelig fra: [https://www.epd-norge.no/getfile.php/1330549-1675786884/EPDer/Byggevarer/Asfalt/NEPD-4189-3413\\_Pukk--produsert-ved-Feiring-Bruk-AS--avd-L-renskog.pdf](https://www.epd-norge.no/getfile.php/1330549-1675786884/EPDer/Byggevarer/Asfalt/NEPD-4189-3413_Pukk--produsert-ved-Feiring-Bruk-AS--avd-L-renskog.pdf) (lest 10.07.2023).

Finnveden, G., & Potting, J. (2014). Life Cycle Assessment. *ScienceDirect; Academic Press*, 74-77. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00627-8> (lest 20.07.2023).

Furberg, A., Arvidsson, R., & Molander, S. (2021). A practice-based framework for defining functional units in comparative life cycle assessments of materials. *Journal of Industrial Ecology*, 26(3), 718-730. <https://doi.org/10.1111/jiec.13218>

Glosli, C. (2020, 15. November). *Forskning*. NMBU. Tilgjengelig fra: <https://www.nmbu.no/tjenester/sentre/earthresque/forskning/node/41735> (lest 17.06.2023).

Miljødirektoratet (u.å.) a. *Håndtere og disponere gravemasser*. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/forurenset-grunn/for-naringsliv/forurenset-grunn---kartlegge-risikovurdere-og-gjore-tiltak/tiltak-i-forurenset-grunn/handtere-og-disponere-gravemasser/> (lest 18.07.2023).

Miljødirektoratet (u.å.) b. *Gjenvinning av jord- og stein-masser*. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/for-naringsliv/massehandtering/disponering-av-jord-og-stein-som-ikke-er-forurenset/gjenvinning-av-jord--og-stein-masser/> (lest 18.07.2023).

Miljødirektoratet (2009). *TA-2553 Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn*. Tilgjengelig fra:

<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/klif2/publikasjoner/2553/ta2553.pdf> (lest 10.07.2023).

NCCE (2021, 24. februar). EarthresQue - bærekraftig bruk av overskuddsmasser og avfall i den sirkulære økonomien. Tilgjengelig fra: <https://ncce.no/no/earthresque-baerekraftig-brukav-overskuddsmasser-og-avfall-i-den-sirkulaere-okonomien/> (lest 16.06.2023).

Norconsult (2022, 30. november). Feltnotat fra prøvetakning i anleggsfase - Sjøgata, Bodø. Notat (RIM02). Norconsult. Upublisert feltnotat.

NORSUS (u.å.). Om livsløpsvurdering – LCA (Life Cycle Assessment). Tilgjengelig fra: Callewaert, P, Askham, C & Raadal, H. L. (2021). *SirkulærPlast – LCA for tre sirkulære plastverdikjeder*. OR.37.20. NORSUS. Tilgjengelig fra: [https://norsus.no/wp-content/uploads/OR-37.20\\_SirkulaerPlast-LCA-modell\\_open-report-1.pdf](https://norsus.no/wp-content/uploads/OR-37.20_SirkulaerPlast-LCA-modell_open-report-1.pdf) (lest 10.07.2023).

Saxegård, S., & Johnsen, F. M. (2018). Metode for beregning ved justerbar transportprosesser. Metodeforbedring. AR.02.18. NORSUS.

SINTEF (u.å.). Massehåndtering i anleggsprosjekter. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/ekspertise/community/massehandtering-i-anleggsprosjekter/> (lest 20.06.2023).

Statens forurensningstilsyn (2007). Deponikategori 3 - kriterier for mottak av avfall på deponi for inert avfall. Miljødirektoratet. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/klif2/publikasjoner/2228/ta2228.pdf> (Lest 10.07.2023)

## Forskning



## Privat sektor



## Offentlig sektor



*The earthresQue centre is a Centre for Research-based Innovation (SFI) funded by the Research Council of Norway. The centre will develop technologies and systems for sustainable handling and treatment of waste and surplus masses.*



Senter for  
forskningsdrevet  
innovasjon

earthresQue