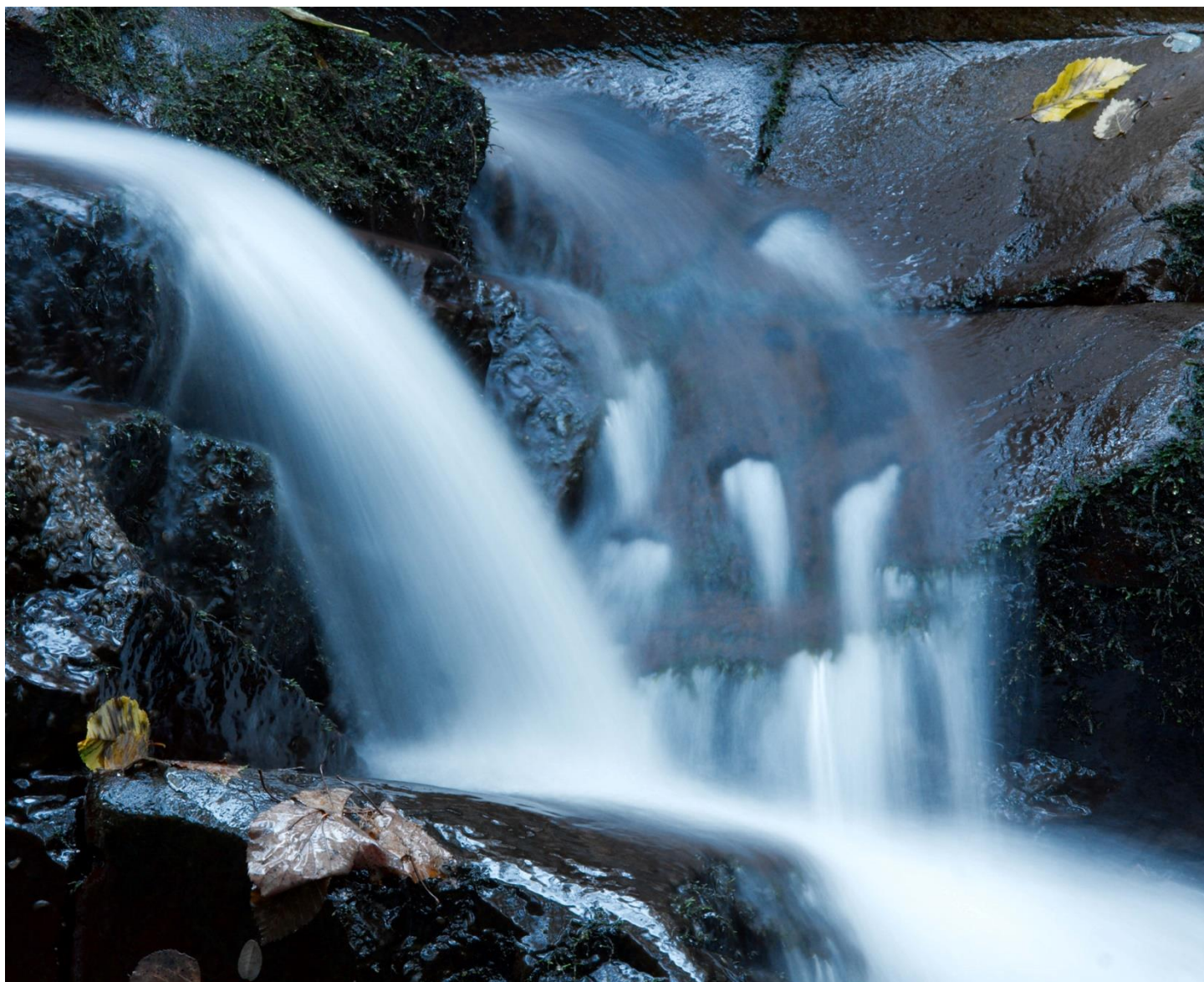


Bergen Vann

# ► Garnes Renseanlegg

Klimagassberegninger

Oppdragsnr.: 5193156 Dokumentnr.: Versjon: J04 Dato: 2024-01-31



**Oppdragsgiver:** Bergen Vann  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Frode Hammersland  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Valkendorfs gate 6, NO-5012 Bergen  
**Oppdragsleder:** Lars Magnussen  
**Fagansvarlig:** Dag Alan Killi  
**Andre nøkkelpersoner:** Daniel May Instanes

J04	2024-01-31	Endringer oppsumert i kap.1.2.	DanIns	DAAKI	LM
J03	2022-06-30	For bruk, lagt tik kap 1.3	DanIns	IdaEsp	LM
J02	2022-04-19	For bruk	DanIns	IdaEsp	LM
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## ► Sammen drag

Klimagassutslippene for Garnes renseanlegg er beregnet til omtrent 6 200 tonn CO<sub>2</sub>e, om utslippsfaktor for norsk elektrisitetsmiks legges til grunn for beregning av utslipp fra elektrisitetsforbruket, for en beregningsperiode på 50 år. Av dette utgjør klimagassutslippene fra materialer og anleggsfase 2 450 tonn CO<sub>2</sub>e, mens utslippene fra bruksfasen over 50 år er beregnet til 3 050 tonn CO<sub>2</sub>e. Livsløpets slutt (C1-C4) er beregnet til 150 tonn CO<sub>2</sub>e. Klimagassutslipp fra beslaglagt areal står for omtrent 500 tonn CO<sub>2</sub>e.

For renseanlegget er det forbruket av betong og stål som står for en stor del av klimagassutslippene. I driftsfasen står elektrisitet for hovedandelen av klimagassutslippene. Sekundært er det forbruket av polymer som står for en stor del av utslippet i driftsfasen, etterfulgt av utskiftninger.

Resultatet fra klimagassberegningen presentert i dette prosjektnotatet er utarbeidet i en tidlig fase av prosjektet, og kan derfor ikke ansees som et fullstendig klimabudsjett for renseanlegget. På en annen siden kan resultatene benyttes til å identifisere hvor og i hvilke faser de store klimagassutslippene skjer, og dermed brukes som grunnlag for utarbeidelse av utslippsreducerende tiltak.

## ► Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
1.1	Hensikt, metode og avgrensning	5
1.2	Historikk	6
1.2.1	<i>Gjeldende revisjon J04</i>	6
1.2.2	<i>Revisjon J03</i>	6
<b>2</b>	<b>Mengdedata og utslippsfaktorer</b>	<b>9</b>
2.1	Mengdedata	9
2.2	Utslippsfaktorer	10
<b>3</b>	<b>Antakelser og usikkerhet</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Resultater</b>	<b>13</b>
4.1	Klimagassutslipp fra Garnes renseanlegg	13
4.2	Sensitivitetsanalyse	14
4.3	Videre arbeid	15
<b>5</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>16</b>

# 1 Innledning

## 1.1 Hensikt, metode og avgrensning

Norconsult er i forbindelse med nytt renseanlegg på Garnes, engasjert av Bergen Vann for å utarbeide klimagassberegninger for prosjektet, i henhold til Bergen kommune sin Veileder for klimagassberegninger fra desember 2020 og senere oppdatert for veileder fra 2023.

Klimagassberegningen gjøres ved at det lages en livsløpsanalyse (LCA), hvor metodikken er basert på Bergen kommune sin Veileder for klimagassberegninger, NS 3720 Metode for klimagassberegninger for bygninger, samt generelle prinsipper for klimagassberegninger i et livsløpsperspektiv. Tabell 1 nedenfor er hentet fra NS 3720 og viser organiseringen av livsløpsfasene i standarden. Grå felter i tabellen er inkludert i beregningene. I tidligfase i prosjekteringen vil det være hensiktsmessig å fokusere på de modulene som utgjør de største kildene til klimagassutslipp.

Tabell 1: Livsløpsfaser fra NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger. Livsløpsfasene som er inkludert i beregningene er markert grå.

Produktstadiet			Gjennomføringsstadiet		Bruksstadiet								Livsløpets slutt				Konsekvenser utover systemgrensen
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	C1	C2	C3	C4	D
Råvarer	Transport til produksjonssted	Materialproduksjon	Transport til anlegg	Byggefase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftning	Ombygging	Energiforbruk	Vannforbruk	Transport	Riving	Transport	Avfallshåndtering	Avhending	

Som vist i tabellen omfatter klimagassberegningene for Garnes renseanlegg utslipp fra følgende livsløpsstadier:

- A1-A3: Materialproduksjon
- A4: Materialtransport
- A5: Byggefase (inkl. riving av eksisterende)
- B1: Bruk (i form av kjemikaliebruk)
- B4: Utskiftninger
- B6: Energibruk i drift
- B8: Transport i drift (av kjemikalier og slam)
- C1-C4: Livsløpets slutt

Beregningsperioden er i henhold til Bergen kommune sin veileder satt til 50 år. Beregningsperioden vil påvirke de totale utslippene fra blant annet energi- og kjemikalieforbruk, da dette er ressurser som forbrukes hvert år renseanlegget driftes. Videre er det antatt at bæresystemer har tilstrekkelig levetid, og at det ikke kreves noen utskiftninger av disse i løpet av de 50 årene. For VA-komponenter og rør er det ved hjelp av en fordelingsnøkkel antatt gjennomsnittlig levetid på 45 år, slik at det kreves noe utskiftning.

Beregnete klimagassutslipp oppgis med enhet CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, forkortet CO<sub>2</sub>e. Enheten sammenveier utslipp av forskjellige klimagasser til den globale oppvarmingseffekten som utslipp av 1 tonn CO<sub>2</sub> vil ha i løpet av 100 år.

## 1.2 Historikk

### 1.2.1 Gjeldende revisjon J04

I avsnittene under er det gitt en oversikt og forklaring på endringer og justeringer som er gjort i rev. J04. En del antakelser og forenklinger er også kommentert kort. Kommentarene og endringene er basert på fagnnotat (*PLAN-2022/20655-16 datert 27.10.2022*) til plan- og bygningsetaten i Bergen kommune i forbindelse med behandling av saken.

#### Excel-rapport Bergen kommune

Det er kommet ønske om at klimagassberegning legges inn i Bergen kommune sin nye rapportmal (juli 2023). Denne rapporten vil derfor være et vedlegg til *Rapportmal for klimagassberegninger, desember 2023.xlsx* til Bergen kommune. Asplan Viak og Norconsult har i samarbeid fylt ut regnearket, da Asplan Viak har ansvar for beregning av utslipp tilknyttet vei.

#### Beregningsperiode

Beregningsperiode er endret fra 60 år til 50 år, etter nye retningslinjer fra Bergen kommunen. Det gir lavere utslipp ettersom antall utskiftninger av bygningsdeler, forbruk av energi og transport i drift reduseres.

#### Arealbruksendringer

Beregninger for utslipp knyttet til vei er tatt ut av rapporten, da dette dekkes av Asplan Viak som utarbeider veiforslag og beregner tilhørende klimagassutslipp, se rapport *Klimagassregnskap tilkomstvei Garnes RA*. Kystmyr i området er inkludert i beregningene. Utslippsfaktorer for arealbruk har generelt fått økte verdier, som gir økt utslipp.

#### Grønt tak

Grønt tak var tidligere kun tatt med som et alternativt scenario, men det er nå bestemt at grønttaket skal etableres. Utslipp knyttet til forsterkning av bygget som følge av grønt tak er inkludert i det totale utslippet.

#### Tilbakefylling mot bygg

Det er gjort overslagsvurderinger av klimagassutslipp forbundet med det å føre terreng bak prosesshall helt inn til bygningskroppen. Mengdene er basert på kalkyletall. Det er nå bestemt at det skal tilbakefylles mot bygget. Her heves terrengnivå fra kote +9 til kote +15, ved at tilbakefyllingshøyden heves. Dette medfører økt betongmengde for vegger, ribber og lokk for å bære lastene tilbakefyllingen medfører. Utslippene er nå inkludert i det totale utslippet for bygget.

#### Scenario kapittel

Kapittel om scenarioer er tatt ut av rapporten, ettersom grønttak- og tilbakefyllingsscenarioer er bestemt gjennomført.

### 1.2.2 Revisjon J03

I avsnittene under er det gitt en oversikt og forklaring på endringer og justeringer som er gjort i tidligere revisjoner. En del antakelser og forenklinger er også kommentert kort. Kommentarene og endringene er



basert på spørsmål som plan- og bygningsetaten i Bergen kommune har stilt etter sin innledende gjennomgang av rapporten.

#### **Modul B4**

Utskiftning er inkludert i rapporten, se modul B4. Reparasjon er ikke inkludert, da det vil være ubetydelige mengder utslipp knyttet til dette, som ikke allerede er tatt høyde for ved utskiftning.

#### **Modul B5**

Nytt renseanlegg med sekundærrensing representerer en voldsom oppgradering av renseseffekt sammenlignet med dagens svært enkle mekaniske anlegg. Med det vi vet i dag så er det svært vanskelig å se for seg at det skal komme enda strengere rensekrav for dette anlegget. Ombygging av renseanlegget i anleggets levetid er derfor verken planlagt eller forventet, og dette er grunnen til at modul B5 ikke er inkludert i klimagassregnskapet.

#### **Modul C1-C4**

Beregninger for C1-C4 er inkludert i rev. J03 av rapporten.

#### **Anleggsvei**

Utvidelse av eksisterende vei er sett på tidlig i KVVU/forprosjektfasen. Dette alternativet medfører imidlertid inngrep i 'Gamle Vossebanen' (som er forskriftsfredet) og er derfor ikke gått videre med. Ny anleggsvei er basert på veiklasse 'Landbruksvei' og plassert så skånsomt som mulig i terrenget for å minimalisere inngrepet. Ytterligere reduksjon av veibredde eller enda krappere kurver (svinger) på veien kan ikke anbefales.

#### **Om energibruk, energigjenvinning og energiproduksjon**

Leverandør av renseanlegg vil bli evaluert på energiforbruk og det forventes derfor et så effektivt prosessanlegg som det er mulig å få ('Best Available Technology' – BAT). Videre skal det i anlegget være energigjenvinning (varme) fra avløpsvann og ventilasjonsluft.

Tiltak for ytterligere reduksjon av energiforbruk er på dette stadiet i prosjektet svært vanskelig å identifisere. Prosjektet vil jobbe videre med energiforbruk og -optimalisering i detaljprosjekteringsfasen og redusere fotavtrykket til et så lavt nivå som mulig.

#### **Reservekraftanlegg**

Anlegget er planlagt med et mobilt reservekraftanlegg.

#### **'Glissen skog'**

Endrer fra glissen til tett skog, utslipp øker fra 86 tonn til 219 tonn (utgjør totalt 3 % av alle utslipp). Resultater er inkludert i rapport.

#### **Betong og stål**

Forbruk av betong og stål er knyttet til bygg/renseanlegg og ikke adkomstvei.

Veien utgjør ca. 100 tonn CO<sub>2e</sub>, dette tilsvarer ca. 1,4 % av det totale utslippet fra renseanlegget.

### **Materialvalg**

Tekniske krav til utstyr og materialer er satt med utgangspunkt i erfaringer fra bransjen, og hjemlet i vanlige standarder og normer. Kravene ivaretar behov både til funksjonalitet og levetid. Korrosive og aggressive forhold flere steder i prosessen og anlegget gjør materialvalg kritisk og viktig.



## 2 Mengdedata og utslippsfaktorer

### 2.1 Mengdedata

Mengdene som er benyttet er hentet fra kalkyler og fagmodeller utarbeidet av fagpersoner i prosjektet. Tabell 2 viser mengdedataene som er benyttet til beregning av klimagassutslipp fra materialer og anleggsarbeider.

Materialene i tabellen omfatter de store utslippspostene for selve bygningskroppen, samt de største utslippsdriverne for VA-komponenter, som rørledninger, pumper, maskiner og tanker. For anleggsarbeider er det medregnet graving, sprengning, transport og tilbakefylling av masser.

Det tas også med bidrag fra beslaglegning av naturarealer, ved å beregne endring i lagret karbon i vegetasjon og jordsmonn før og etter bygningens og tomtens ferdigstilling.

Tabell 2: Oversikt over mengder for hver innsatsfaktor for materialer og utbygging.

Innsatsfaktorer materialer og utbygging	Enhet	Mengde
Aluminium	kg	3 800
Armeringsstål	kg	335 200
Asfaltbetong	kg	175 000
Betong B30	m <sup>3</sup>	1140
Betong B35	m <sup>3</sup>	80
Betong B45	m <sup>3</sup>	1 580
Bitumen	m <sup>2</sup>	1 520
EPS	m <sup>3</sup>	180
Glassfiber	kg	17 200
Konstruksjonsstål	kg	45 200
Korrugert stål	kg	15 200
PE	kg	8 000
Rustfritt stål	kg	212 000
Steinull	m <sup>3</sup>	840
Støpejern	kg	42 200
XPS	m <sup>3</sup>	240
Beslaglagt areal myr (kystmyr)	m <sup>2</sup>	500
Beslaglagt areal tomt	m <sup>2</sup>	4 800
Masser graving	m <sup>3</sup>	3 100
Masser sprenging fjellvolum	pfm <sup>3</sup>	29 200
Masser tilført	tonn	630
Riving eksisterende konstruksjoner	m <sup>2</sup>	540

Mengdene som er benyttet i beregningen av klimagassutslipp for driften av Garnes renseanlegg er vist i Tabell 3. Mengdene omfatter energiforbruk, kjemikalier og transport av slam.

Tabell 3: Oversikt over mengder for hver innsatsfaktor for driftsfasen.

Innsatsfaktorer drift	Enhet	Mengde
Elektrisitet pumping og prosess	kWh/år	2 100 000
Elektrisitet oppvarming	kWh/år	135 000
Polymer	tonn/år	7,4
Slamtransport	tonn/år	2000

Transport i forbindelse med utbygging og drift av anlegget er inkludert for alt av materialer, masser, kjemikalier og slam. Transportdistanser som er benyttet i beregningene er vist i Tabell 4. Transport av materialer, masser og kjemikalier er antatt å foregå med lastebil med 20-26 tonns kapasitet. Det er sannsynlig at transportdistansen varierer mellom ulike typer materialer, og det er i analysen gjort en forenkling hvor alle materialer er antatt å ha lik transportdistanse. For masser antas det at disse transporteres til et massemtak relativt nære renseanlegget. Bergen Vann har oppgitt at kjemikalier fraktes fra England, 656 km. Slamtransport er antatt å foregå med lastebil med 12-14 tonns kapasitet. Distansen for slamtransport er satt til 25 km basert på at slammet transporteres til biogassanlegget i Rådalen.

Tabell 4: Oversikt over transportdistanser benyttet i beregningene.

Innsatsfaktor	Distanse
Materialer	50 km
Masser	30 km
Kjemikalier	656 km
Slam	25 km

## 2.2 Utslippsfaktorer

Utslippsfaktorene som er benyttet i klimagassberegningene er presentert i Tabell 5. Det er brukt generelle utslippsfaktorer for materialene og utslippsfaktorene er hentet fra beregningsverktøyet VegLCA [1], Norsk Vann sin klimagasskalkulator [2] og One Click LCA. For glassfiber er det i tillegg hentet inn EPD-er fra Amiblu.

Tabell 5: Oversikt over utslippsfaktorer benyttet for materialer (A1-A3) i klimagassberegningene.

Materialer	Utslippsfaktor	Kilde, kommentar
Aluminium	4,49 kg CO <sub>2</sub> e/kg	VegLCA
Armeringsstål	0,57 kg CO <sub>2</sub> e/kg	VegLCA
Asfaltbetong	0,05 kg CO <sub>2</sub> e/kg	VegLCA
Betong, B30	230 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	VegLCA, lavkarbonklasse B
Betong, B35	280 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	VegLCA, lavkarbonklasse B
Betong, B45	290 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	VegLCA, lavkarbonklasse B
Bitumen	7,81 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	One Click LCA
EPS	85 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	One Click LCA

Materialer	Utslippsfaktor	Kilde, kommentar
Glassfiber	2,0 kg CO <sub>2</sub> e/kg	Amiblu (NEPD-3323-1960-EN, NEPD-3240-1866-EN)
Konstruksjonsstål	1,24 kg CO <sub>2</sub> e/kg	VegLCA
Korrugert stål	2,42 kg CO <sub>2</sub> e/kg	One Click LCA
PE	2,37 kg CO <sub>2</sub> e/kg	Norsk vann sin klimakalkulator
Rustfritt stål	3,50 kg CO <sub>2</sub> e/kg	VegLCA, også benyttet for syrefast stål
Steinull	59,77 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	One Click LCA
Støpejern	1,60 kg CO <sub>2</sub> e/kg	Norsk vann sin klimakalkulator
XPS	112 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	VegLCA

Utslippsfaktorene for anleggsarbeider som graving og masseflytting er beregnet via dieselforbruket til maskinene som benyttes. Det er lagt til grunn utslippsfaktor for konvensjonell diesel som inkluderer utslipp fra både produksjon og forbrenning av drivstoffet. Videre er det antatt at en gravemaskin bruker 1,3 liter diesel/m<sup>3</sup>. Utslippsfaktorene for anleggsfasen og arealbruksendringer er vist i Tabell 6.

Tabell 6: Oversikt over utslippsfaktorer benyttet for anleggsfasen.

Anleggsfase	Utslippsfaktor	Kilde, kommentar
Arealbruksendring: Avskoging	79,9 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	VegLCA (Høy bonitet, inkl felling/rydding skog)
Arealbruksendring: Myr	202,0 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	VegLCA
Diesel	3,24 kg CO <sub>2</sub> e/l	VegLCA
Sprengstoff	1,372,65 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> kg	VegLCA
Riving	3,4 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	One Click LCA

Utslippsfaktorene for beregning av klimagassutslipp for driften av renseanlegget er vist i Tabell 7. Ifølge NS 3720 Metode for klimagassberegninger for bygninger skal det benyttes minst to ulike scenarier for elektrisitetsforsyningen, der begge scenarioene skal presenteres i resultatrapporteringen. Utslippsfaktoren for elektrisitet er i tabellen presentert for europeisk og norsk elektrisitetsmiks, hvor det er tatt gjennomsnittet av framskrivningen av utslippet fra år 2025 fram til år 2085. Det er antatt at utslippet fra produksjonsmiksen vil synke lineært i denne tidsperioden. I hovedresultatene i rapporten er den norske elektrisitetsmiksen benyttet og klimagassutslippene med europeisk elektrisitetsmiks vises som en del av sensitivitetsanalysen.

Tabell 7: Oversikt over utslippsfaktorer benyttet for driftsfasen.

Drift	Utslippsfaktor	Kilde, kommentar
Elektrisitet, norsk miks	0,015 kg CO <sub>2</sub> e/kWh	NS 3720, fremskrevet gjennomsnitt 2025-2085
Elektrisitet, europeisk miks	0,096 kg CO <sub>2</sub> e/kWh	NS 3720, fremskrevet gjennomsnitt 2025-2085
Polymer	2700 kg CO <sub>2</sub> e/tonn	Bergen Vann

Utslippsfaktorer for modul C1-C4 er basert på generiske data i OneClick.

### 3 Antakelser og usikkerhet

Det er gjort flere antakelser i forbindelse med beregningene, blant annet med tanke på valg av utslippsfaktorer og transportdistanser. Antakelsene og usikkerheten knyttet til analysen er presentert i dette kapittelet.

For bygningsmaterialer er det tatt med de største utslippspostene, som betong og stål. Ettersom klimagassberegningen her gjøres i tidligfase, er det tilstrekkelig med grove estimat. Det er derfor ikke sett på som hensiktsmessig å gå i detalj for bygningsdeler som har neglisjerbare utslippsmengder.

Utslippsfaktor for glassfiber er basert på to EPD-er fra Amiblu. Disse er oppgitt i Tabell 5. Det er brukt et vektet gjennomsnitt basert EPD-ene ut ifra antagelser om hvor store materialmengder som vil gå med til produksjon av utstyret i renseanlegget. Når endelig utstyrsleverandør og type utstyr er bestemt, bør man hente inn tilhørende EPD-er og gjøre en fullstendig klimagassberegning for disse.

Det er antatt at bæresystem har levetid på minimum 50 år og at det derfor ikke kreves utskiftninger av dette. Det er som en forenkling antatt at maskin- og prosesskomponenter har en gjennomsnittlig levetid på 45 år. Noen komponenter har lengre, mens andre har kortere levetid. Det er vurdert at det i tidligfase er tilstrekkelig med denne antagelsen. Det bør gjøres en grundigere vurdering av levetid og utskiftninger når endelig produsent og materialer er kjent.

Det er antatt lik transportavstand for alle materialer. Dette fører til noe usikkerhet i resultatene for materialtransport. Utslippene utgjør en liten del av det totale klimagassutslippet. Usikkerheten anses derfor som ubetydelig.

For transport i drift er det kun tatt med transport for polyakrylamid inn på anlegget og slam ut av anlegget. Transport for brukere og besøkende av bygget, er ikke inkludert i beregningene.

For beregning av klimagassutslipp ved beslaglegning naturarealer, er det gjort noen forenklinger. Basert på kart og flyfoto er det antatt at byggets tomt består av middels tett skog. I tillegg er det brukt Miljødirektorates Naturbase kart for å beregne størrelsen på kystmyren i området.

Grunnforholdene er ikke kjent, men det er gjort grove anslag for hvor mye som må sprenges og graves i forbindelse med byggegrøp og tomt.

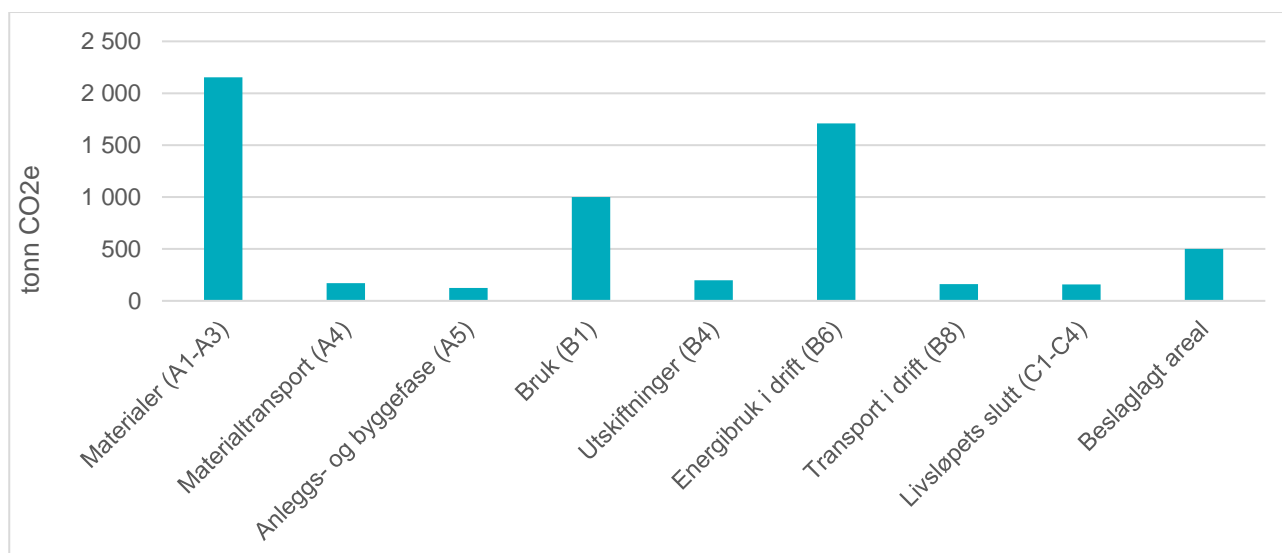
## 4 Resultater

### 4.1 Klimagassutslipp fra Garnes renseanlegg

Klimagassutslippene for Garnes renseanlegg er beregnet til omtrent 6 200 tonn CO<sub>2</sub>e. Resultatene fra klimagassberegningen fordelt på de ulike livsløpsfasene er vist i Figur 1.

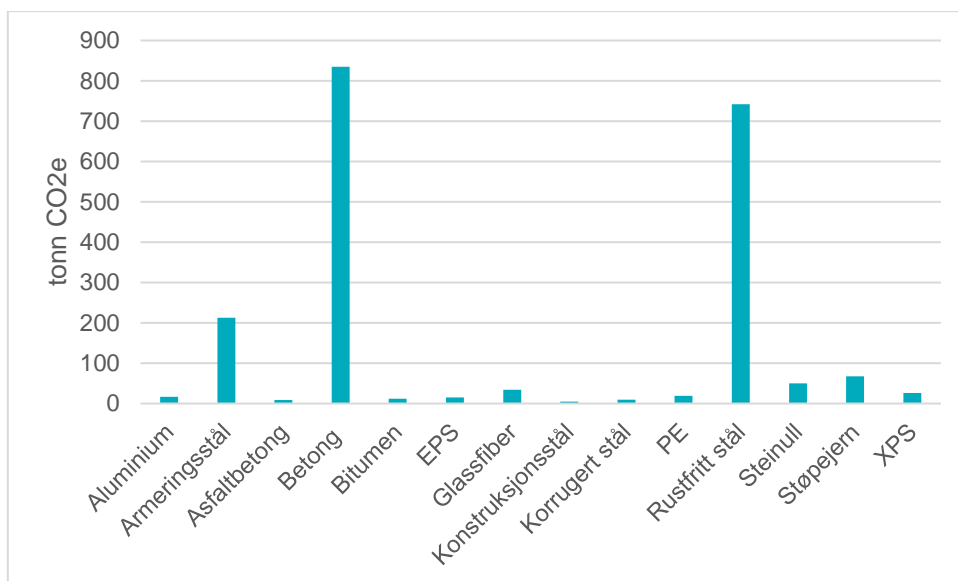
Figur 1 viser at materialproduksjon (A1-A3) og energibruk i drift (B6) er de livsløpsfasene som står for de høyeste klimagassutslippene, med hhv. 35 % og 27 % av det totale utslippet. Videre følger bruk (B1). For bruk (B1) er det her forbruk av kjemikalier som utgjør utslippene. For beregning av klimagassutslipp fra energibruk er det benyttet utslippsfaktor for norsk elektrisitet/miks.

Klimagassutslipp knyttet til beslaglagt areal er beregnet til 500 tonn CO<sub>2</sub>e for fjerning av skog, jordsmonn og myr. Beregningen er begrenset til utslipp av klimagasser som blir tilgjengelig for kompostering/nedbryting ved oppgraving av jord og hogst av skog, samt utslipp fra anleggsmaskiner. Det er ikke tatt hensyn til eventuell restaurering/reetablering av terrenget. For eksempel vil reetablering av vegetasjon kunne binde karbon.



Figur 1: Beregnede klimagassutslipp vist i tonn CO<sub>2</sub>e per livsløpsfase.

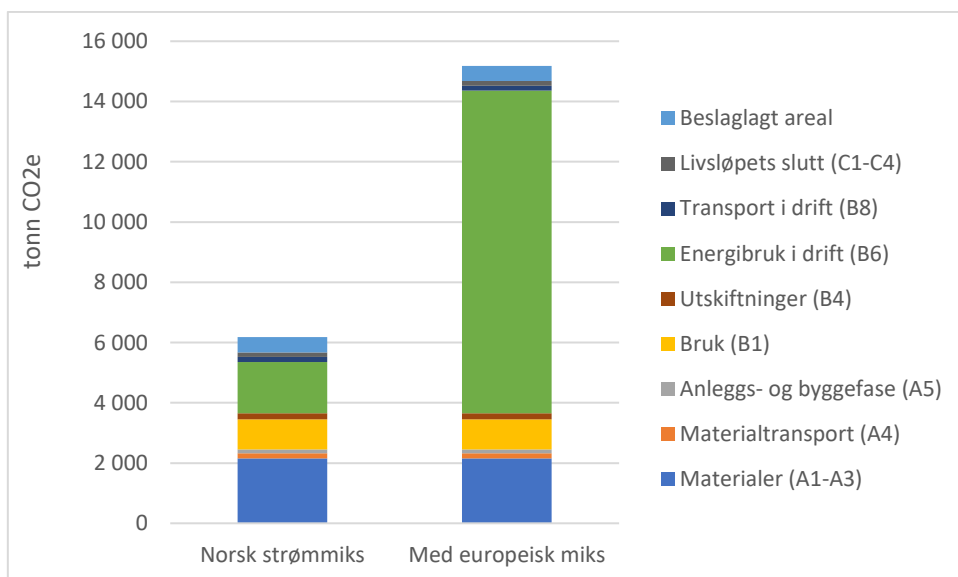
Klimagassutslipp knyttet til materialproduksjon for hver materialtype er vist i Figur 2. Rustfritt stål for produksjon av VA-komponenter og betong for bygningskroppen står for store deler av klimagassutslippene i denne fasen. Til sammen utgjør disse to materialene 70 % av utslippene i denne livsløpsfasen, med et utslipp på nesten 1 500 tonn CO<sub>2</sub>e.



Figur 2: Beregnede klimagassutslipp vist i tonn CO<sub>2</sub> per materiale for livsløpsfase A1 – A3.

## 4.2 Sensitivitetsanalyse

I henhold til Bergen kommune sin veileder for klimagassberegninger presenteres resultatene for hhv. norsk og europeisk strømmiks i Figur 3. Ved bruk av utslippsfaktor for europeisk strømmiks, øker utslippet til 15 200 tonn CO<sub>2</sub>e. Dette tilsvarer en økning på ca. 240 % sammenlignet med norsk strømmiks, for det totale utslippet. Den europeiske strømmiksen er over seks ganger høyere enn den norske.



Figur 3: Klimagassutslipp fordelt på livsløpsfaser, vist ved bruk norsk og europeisk strømmiks i tonn CO<sub>2</sub>e.

### 4.3 Videre arbeid

Resultatet fra klimagassberegningen presentert i dette prosjektnotatet er utarbeidet i en tidlig fase av prosjektet, og kan derfor ikke ansees som et fullstendig klimabudsjett for renseanlegget. På den annen side kan resultatene benyttes til å identifisere hvor og i hvilke faser de store klimagassutslippene skjer, og dermed brukes som grunnlag for utarbeidelse av utslippsreducerende tiltak.

Et tiltak kan være å stille krav til lavkarbonbetong og resirkulert stål i de konstruksjonene hvor det kan være aktuelt. Betongens fasthetsklasse påvirker også klimagassutslippene fra denne materialkategorien. Det bør derfor gjøres en vurdering av om betongkvaliteten kan differensieres til forskjellig bruk. Videre kan det også være aktuelt å vurdere valgte rørmaterialer fra et klimaperspektiv. Generelt for materialer bør det i en senere fase fokuseres på optimalisering av konstruksjoner for å eventuelt redusere materialmengder. Tiltak for økt levetid, som vedlikehold og reparasjon kan også gi en utslippsreduksjon over renseanleggets livsløp.

Det bør videre gjøres vurderinger knyttet til anleggsgjennomføringen og hvordan klimagassutslippene fra denne fasen kan reduseres. Det kan for eksempel være aktuelt å stille krav til at anleggsgjennomføringen skal være fossil- eller utslippsfri. Avhengig av hvordan markedet utvikler seg i årene fremover kan det også vurderes om det er mulig å stille krav til utslippsfri transport i driftsfasen til renseanlegget.



## 5 Konklusjon

Klimagassutslippene for Garnes renseanlegg er beregnet til omtrent 6 200 tonn CO<sub>2</sub>e, om utslippsfaktor for norsk elektrisitetsmiks legges til grunn for beregning av utslipp fra elektrisitetsforbruket, for en beregningsperiode på 50 år. Av dette utgjør klimagassutslippene fra materialer og anleggsfase (A1-A5) 2 450 tonn CO<sub>2</sub>e, mens utslippene fra bruksfasen (B1, B4, B6 og B8) over 50 år er beregnet til 3 050 tonn CO<sub>2</sub>e. Livsløpets slutt (C1-C4) er beregnet til 150 tonn CO<sub>2</sub>e. Klimagassutslipp fra beslaglagt areal står for omtrent 500 tonn CO<sub>2</sub>e.

For renseanlegget er det forbruket av betong og stål som står for en stor del av klimagassutslippene. I driftsfasen står elektrisitet for hovedandelen av klimagassutslippene. Sekundært er det forbruket av polymer som står for en stor del av utslippet i driftsfasen, etterfulgt av utskiftninger. I tillegg utgjør belaglagt areal en betydelig del av utslippene.

Ved bruk av utslippsfaktor for europeisk elektrisitetsmiks beregnes klimagassutslippene for renseanlegget til 15 200 tonn CO<sub>2</sub>e, noe som tilsvarer en økning på ca. 240 %, sammenliknet med bruk av utslippsfaktor for norsk elektrisitetsmiks.