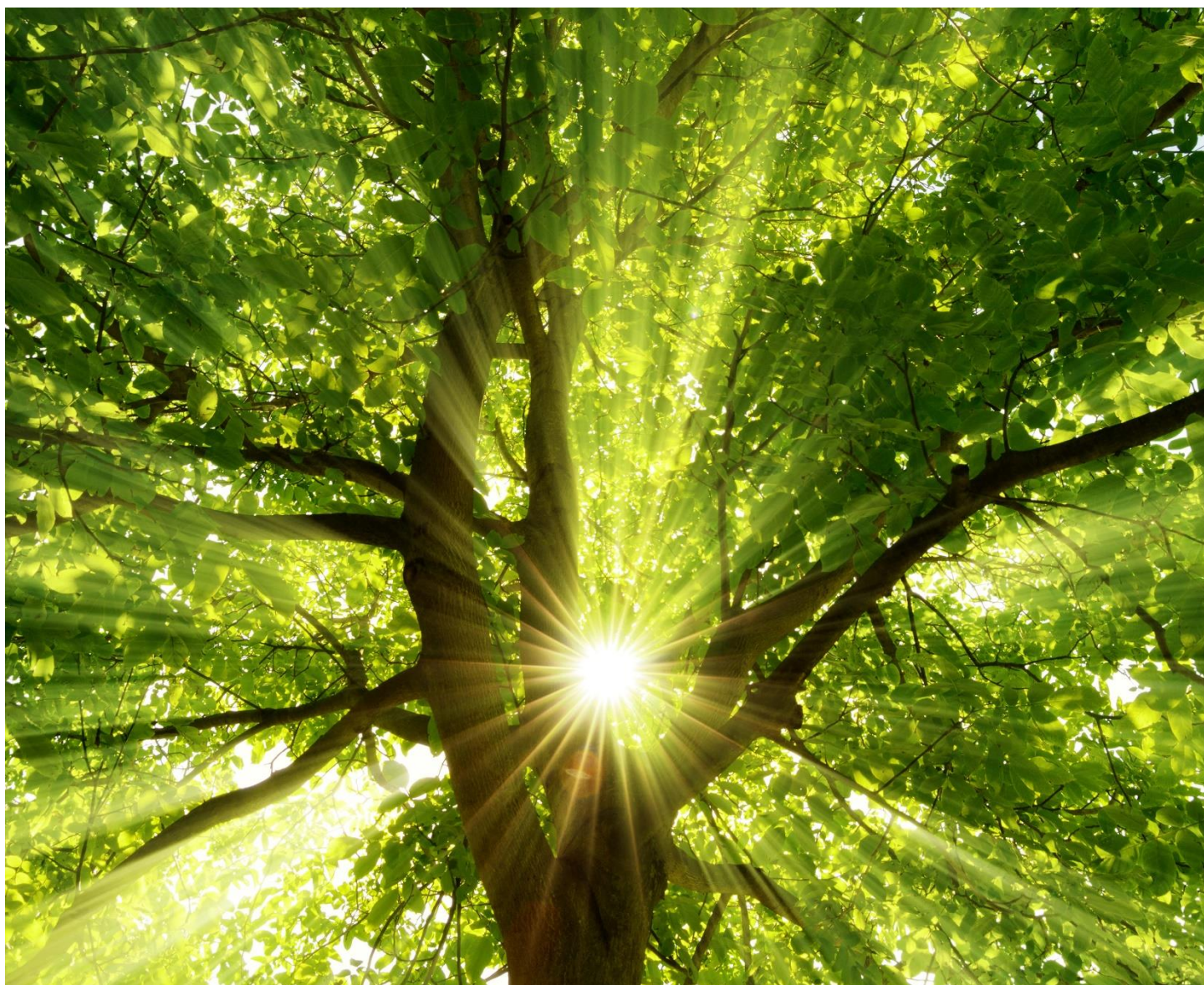


Trondheim kommune

► **Heimdal HVS**

Klimagassberegning i reguleringsfase

Oppdragsnr.: 52210063 Dokumentnr.: RIM-01 Versjon: D01 Dato: 2023-06-09



Oppdragsgiver: Trondheim kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Anne Grete Valstad
Rådgiver: Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Per Freihow Sande
Fagansvarlig: Daan Boonstra
Andre nøkkelpersoner: Jon Enes, June Voll Øksnevad

D01	2023-06-09	For bruk	Jon Enes	June Voll Øksnevad, Daan Boonstra	Per Freihow Sande
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

Norconsult har på oppdrag fra Trondheim kommune gjort en klimagassberegning i reguleringsfase for byggeprosjektet Heimdal HVS. Rapporten gir et estimat for totalt utslippsnivå av klimagass i forbindelse med prosjektet, og vurderer en rekke klimagassreduserende tiltak.

Klimagassberegningen i reguleringsfase er en innledende vurdering basert på et begrenset datagrunnlag, og det er derfor knyttet usikkerhet til resultatene. Selv om resultatene i rapporten presenteres som absolutte tall, vil en mer detaljert klimagassberenging kunne resultere i høyere klimagassutslipp enn det som er skissert i rapporten. Hensikten med vurderingen er ikke å beregne et nøyaktig klimagassutslipp, men å vise størreslesordenen på ulike kilder til klimagassutslipp og på aktuelle klimagassreduserende tiltak for Heimdal HVS.

Resultatene viser at Heimdal HVS uten utslippreduserende tiltak anslås til å ha et klimagassutslipp på rundt 19 880 tonn CO₂e over en analyseperiode på 60 år. Energibruk i drift er den største bidragsyteren med 50 % av totale klimagassutslipp, etterfulgt av materialbruk og transport i drift med bidrag på henholdsvis 25 % og 22 %.

Ulike klimagassreduserende tiltak er vurdert for å kartlegge hvilke tiltak som har størst reduksjonspotensiale. Tiltak knyttet til energibruk i drift, materialvalg og transport i drift gav størst reduksjon i klimagassutslipp. Dersom alle tiltakene gjennomføres vil dette føre til en reduksjon i totale klimagassutslipp på rundt 35 %.

► Innhold

1	Bakgrunn	5
2	Forutsetninger	6
2.1	Systemgrenser	6
2.2	Beregningsverktøy – One Click LCA	6
2.3	Beregningsverktøy – VegLCA	6
2.4	Beregningsgrunnlag	7
3	Klimagassutslipp – materialer	8
3.1	Bæresystem	8
3.2	Fasade	9
4	Klimagassutslipp – byggeplassdrift	10
5	Klimagassutslipp - energibruk i drift	11
5.1	Energibruk	11
5.2	Energiproduksjon fra solceller	12
6	Klimagassutslipp – Transport i drift	13
7	Klimagassutslipp – Landskap	14
7.1	Massehåndtering	14
7.2	Arealbruksendringer	15
8	Resultater oppsummert	16
9	Referanser	17

1 Bakgrunn

På oppdrag fra Trondheim kommune er det utført en innledende klimagassberegning for Heimdal HVS. Nøkkelparametere for prosjektet er beskrevet i Tabell 1-1.

Formålet med klimagassberegningen er å kvantifisere klimagassutslipp (målt i CO₂-ekvivalenter, heretter kalt CO₂e) fra prosjektet. Klimagassberegningene vil gi nyttig informasjon for valg av miljøvennlige løsninger og materialer i prosjektet.

Tabell 1-1. Bygningsinformasjon

Parameter	Beskrivelse
Lokalisering	Heimdal
Bygningskategori	Sykehjem
Bruttoareal (BTA)	12 750 m ²
Oppvarmet bruksareal (oppv. BRA)	8 850 m ²
Livsløpsfaser	A1-A5, B4-B6, B8 og C1-C4
Beregningsperiode	60 år

Klimagassberegningen i reguleringsfase er en innledende vurdering basert på et begrenset datagrunnlag, og det er derfor knyttet usikkerhet til resultatene. Selv om resultatene i rapporten presenteres som absolutte tall, vil en mer detaljert klimagassberenging kunne resultere i høyere klimagassutslipp enn det som er skissert i rapporten. Hensikten med vurderingen er ikke å beregne et nøyaktig klimagassutslipp, men å vise størreslesordenen på ulike kilder til klimagassutslipp og på aktuelle klimagassreduserende tiltak for Heimdal HVS.

2 Forutsetninger

Klimagassberegningen beskriver prosjektets påvirkning på klimaendringer¹. Effekten måles i utslipp av drivhusgasser (tonn CO₂e). Klimagassberegningen er utarbeidet iht. *NS 3720 Metodikk for klimagassberegning for bygninger*.

2.1 Systemgrenser

I NS 3720 fastsettes en felles livsløpsmodell for bygninger. Modellen inkluderer moduler for livsløpsstadiene, og legger til rette for at hvert stadium isolert kan sammenlignes med andre prosjekter. Avhengig av formålet til beregningen, kan livsløpsstadier inkluderes/ekskluderes, eller beskrives ved scenarier der det mangler prosjektspesifikk informasjon. For Heimdal HVS er følgende stadier inkludert; [produktstadiet (byggematerialer), transport til byggeplass, anlegg- bygge- og monteringsarbeid (byggeplass), utskiftning og ombygging (renovering), energibruk i drift, transport i drift og livsløpets slutt], se Figur 2-1.

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	Produksjon	Transport	Anlegg-, bygge- og monteringsarbeid	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftning	Ombygging	Energibruk i drift	Vannforbruk i drift	Transport i drift	Riving	Transport	Avfallsbehandling	Avhending	Material- og energigjenvinning og ombruk av materialer og eksport av egenprodusert energi
X	X	X	X	X				X	X	X		X	X	X	X	X	

Figur 2-1. Livsløpsstadier inkludert i klimagassberegning.

2.2 Beregningsverktøy – One Click LCA

Verktøyet One Click LCA er benyttet til å gjennomføre hovedandelen av klimagassberegningen. One Click LCA er et bransjestandardverktøy for klimagassberegninger i Norge og inneholder verifiserte globale og lokale databaser for miljødata. Programvaren inneholder 11 tredjeparts sertifiseringer og er i overensstemmelse med mer enn 30 sertifiseringer og standarder for livsløpsvurdering (LCA), inkludert BREEAM og *NS 3720 metode for klimagassberegninger for bygninger*.

Verktøyet «Carbon Designer» i One Click LCA er et referansebygg-verktøy utarbeidet av One Click LCA Ltd i samarbeid med Statsbygg, Civitas og Context. Carbon Designer er utarbeidet for den norske bransjen slik at det kan genereres referansebygg med like forutsetninger i ulike prosjekter.

2.3 Beregningsverktøy – VegLCA

Beregningsverktøyet VegLCA v5.10b er benyttet i klimagassberegninger knyttet til landskap. VegLCA er Statens vegvesens verktøy for klimagassberegninger [1]. Versjon 5.11b omfatter to verktøy; overordnet verktøy og detaljert verktøy. Informasjon om verktøyene kan finnes i rapport «Dokumentasjon VegLCA v5.01» samt brukerveiledningen [2] [3].

¹ Endringer i lokale, regionale eller globale overflatetemperaturer som følge av økt konsentrasjon av drivhusgasser i atmosfæren.

2.4 Beregningsgrunnlag

Tabell 2-1 beskriver underlaget som er benyttet som input til klimagassberegningen for de ulike livsløpsstadiene.

Tabell 2-1. Informasjon om benyttet beregningsgrunnlag

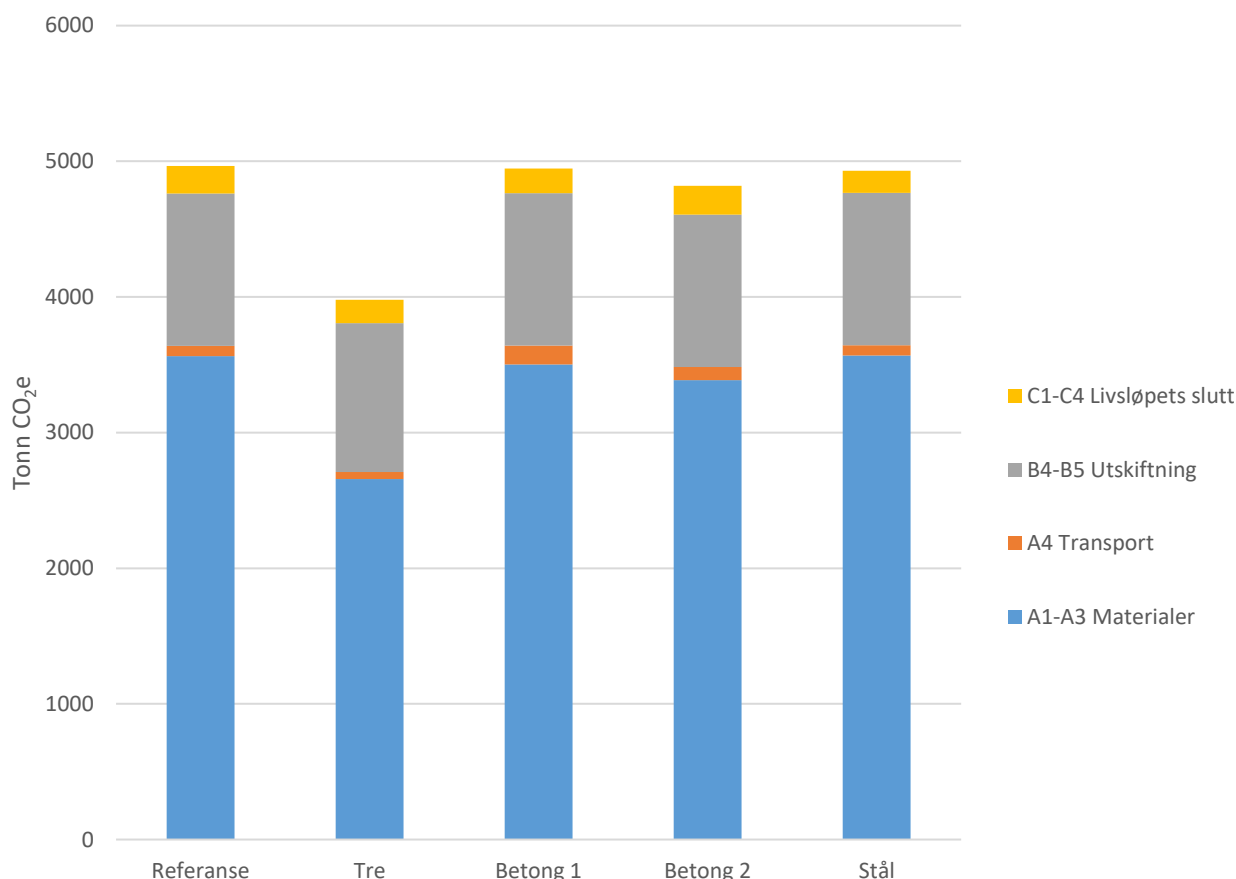
Datatype	Datakilde
Materialmengder (A1-A3)	Generert i Carbon Designer i One Click LCA basert på BTA.
Transportavstand materialer (A4)	Gjeldende regionale transportsenarioer fra One Click LCA. Disse scenarioene representerer typiske transportavstander og metoder for aktuelle materialtyper, som er relevante dersom leverandør ikke ennå er kjent.
Anlegg-, bygge- og monteringsarbeid (A5)	Utslipp fra anlegg-, bygge og monteringsarbeid er basert på standardverdier fra One Click LCA.
Landskap (A5)	Estimert masseuttak er gitt av Eggen Arkitekter AS
Materialer i bruksfasen (B4-B5)	Estimerte levetider er basert på standardverdier i One Click LCA.
Energibruk i drift (B6)	Energibruk i drift er basert på minstekrav i TEK 17.
Transport i drift (B8)	Utslipp fra transport i drift er basert på gjennomsnittsverdier fra One Click LCA.
Livsløpets slutt (C1-C4)	Utslipp fra livsløpets slutt er basert på standardverdier i One Click LCA.

3 Klimagassutslipp – materialer

3.1 Bæresystem

Klimagassutslipp knyttet til materialer er for referansen 4 970 tonn CO₂e over en levetid på 60 år. Referansen er generert i Carbon Designer basert på et bruttoareal på 12 750 m² og et søylebjelkesystem som regnes som norsk referansestandard i One Click LCA. For å kartlegge effekten av å benytte seg av ulike bæresystem er klimagassutslippet fra fire andre bæresystem kvantifisert, som vist i Figur 3-1. Forklaring av de ulike bæresystemene er gitt i Tabell 3-1.

I så tidlig fase vil beregnede klimagassutslipp være unøyaktige, men kan bidra til å vurdere effekten av ulike klimagassreducerende tiltak. Figuren viser at klimagassutslippet knyttet til materialer er ganske like for referansen, betong og stål, som alle ligger mellom 4 820 og 4 970 tonn CO₂e. Bæresystem i tre kommer best ut med klimagassutslipp som er 20 % lavere enn referansen.



Figur 3-1: Sammenligning av klimagassutslipp knyttet til materialer for Heimdal HVS for ulike bæresystem.

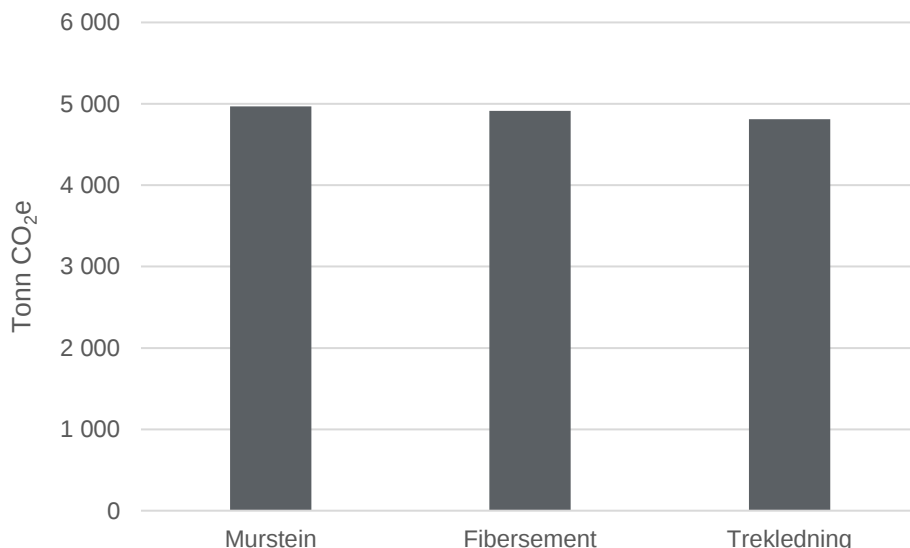
Byggene i Figur 3-1 er generert i referansebygg-verktøyet Carbon Designer for 5 ulike bæresystem. Verktøyet legger til grunn et stripefundament av ferdigbetong B30 lavkarbonklasse C, og materialkombinasjoner iht. standard materialbruk for gitt bygningskategori. For energiforsyning er det lagt til grunn TEK 17. Forklaring av bæresystemene er gitt i Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Beskrivelse av bæresystem.

Bæresystem	Beskrivelse
Referanse	Søylebjelkesystem i stål og betong. Bjelker kun i kortere akse av bygget (norsk referansebygningsstandard). Stålbjelker (60 % resirkulert innhold), stålsøyler (10 % resirkulert innhold), betongsøyler og -bjelker (B45 lavkarbon C) og hulldekker betong B30.
Tre	Bærende innervegger og dekker av CLT.
Betong 1	Betongstøpt på stedet B30 lavkarbon C, søyleplateramme, drager inkorporert i en tykkere plate, betongdekke.
Betong 2	Forhåndsstøpt betong B30 lavkarbon C, søylebjelkeramme, hulldekke betong B30.
Stål	Stålramme 60 % resirkulert innhold. S sammensatt stål-betong dekke.

3.2 Fasade

Klimagassutslippet fra byggets materialer er estimert, med tre ulike alternativer for fasadematerialer, som vist i Figur 3-2. Figuren viser at det skiller rundt 160 tonn CO₂e mellom bruk av murstein og bruk av trekledning som fasade på bygget.



Figur 3-2: Klimagassutslipp knyttet til materialforbruk (A1-A4, B4-B5 og C1-C4) for ulike fasadematerialer.

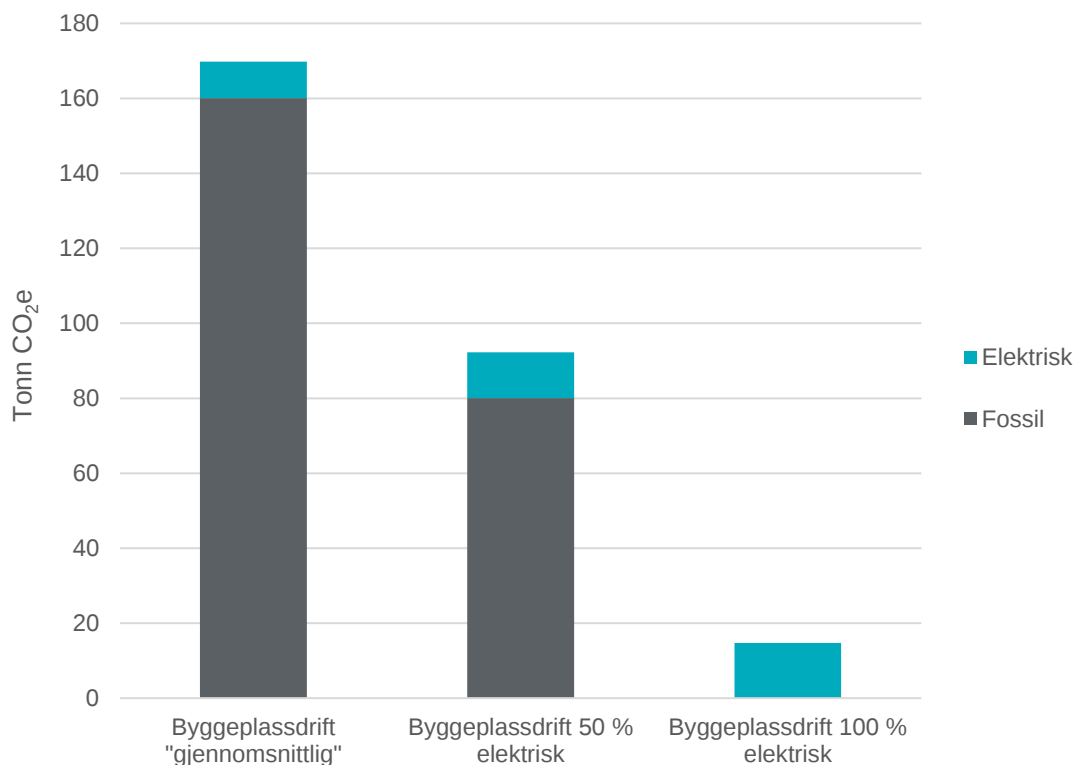
4 Klimagassutslipp – byggeplassdrift

Heimdal HVS vil ha et bruttoareal på ca. 12 750 m². I beregningene for byggeplassdrift er det lagt til grunn «gjennomsnittlig» byggeplassdrift, basert på BTA for bygget. Utslippsfaktor for gjennomsnittlig byggeplassdrift og hva denne generelle faktoren inkluderer, er beskrevet i Tabell 4-1. Det er benyttet en omregningsfaktor som gir forbruk av elektrisk energi for å erstatte arbeid fra en liter diesel på 4,29 kWh elektrisitet per liter diesel, hentet fra VegLCA.

Tabell 4-1. Utslippsfaktor byggeplassdrift basert på BTA.

Type byggeplassdrift	Utslippsfaktor (kg CO ₂ e/m ²)	Miljødatakilde	Beskrivelse
Gjennomsnittlig byggeplass påvirkning - Norden (per BTA)	18,55	LCA for jordavfall, treavfall, gjenvinnbart metallavfall og byggeavfall basert på ecoinvent 3.3 (Bionova 2017). Bionova (2016) LCA av diesel og biodiesel basert på ecoinvent 3.3. LCA-studie for landsspesifikke elektrisitetsblandinger basert på IEA, Bionova 2016.	Antatt gjennomsnittlig produksjon av byggeavfall 12,6 kg / m ² (GFA) og andeler for avfall: 59% jord- og steinbasert avfall, 27% treavfall, 12% metallavfall, 2% annet byggeavfall. Antatt strømforbruk 43 kWh / m ² (GFA) og utslippsfaktor 0,034 kgCO ₂ eq / kWh (Norge 2015). Antatt totalbruk av diesel 5,2 l / m ² (GFA) og utslippsfaktor 3,24 kgCO ₂ eq / l.

I tillegg til «gjennomsnittlig» byggeplassdrift er det beregnet klimagassutslipp for to alternativer for byggeplassdrift hvor 50 % og 100 % av energiforbruket er elektrisitet. Resultatet for de tre ulike scenariene er vist i Figur 4-1. Differansen mellom «gjennomsnittlig» byggeplassdrift og 100 % elektrisk er rundt 210 tonn CO₂e.



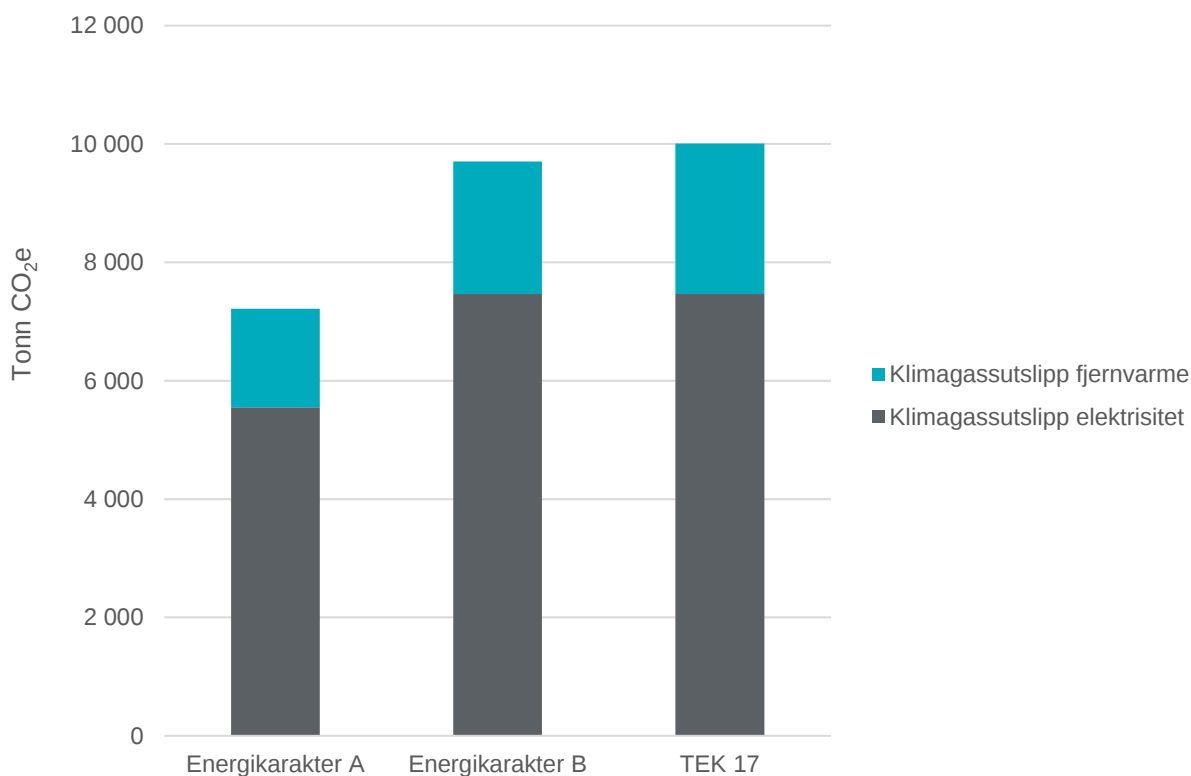
Figur 4-1: Klimagassutslipp fra byggeplassdrift for tre ulike scenarier.

5 Klimagassutslipp - energibruk i drift

5.1 Energibruk

TEK 17 legger til grunn et energibehov på 195 kWh per m² oppvarmet BRA per år for sykehjem [4]. Med et oppvarmet bruksareal på 8 850 m² gir dette et årlig energibehov på 1 725 MWh. Basert på fordeling mellom bruk av fjernvarme og elektrisitet i lignende prosjekter vil behovet for levert energi ligge på rundt 1 840 MWh/år. Over 60 år gir dette et klimagassutslipp på 10 000 tonn CO₂e. Utslippsfaktor for fjernvarme i Trondheim på 46 g CO₂e/kWh og utslippsfaktor for fremskrevet europeisk + norsk elektrisitet på 136 g CO₂e/kWh ligger til grunn for beregningene.

Dersom Heimdal HVS bygges for å tilsvare bedre energikarakterer endres dette utslippet. Energikarakter A og B for et sykehjem tilsvarer årlig levert energi på henholdsvis 145 og 195 kWh per m² oppvarmet BRA per år. Figur 5-1 sammenligner klimagassutslipp for energikarakter A, B og TEK 17.



Figur 5-1: Klimagassutslipp fra energiforbruk gjennom livsløpet for ulike energikarakterer.

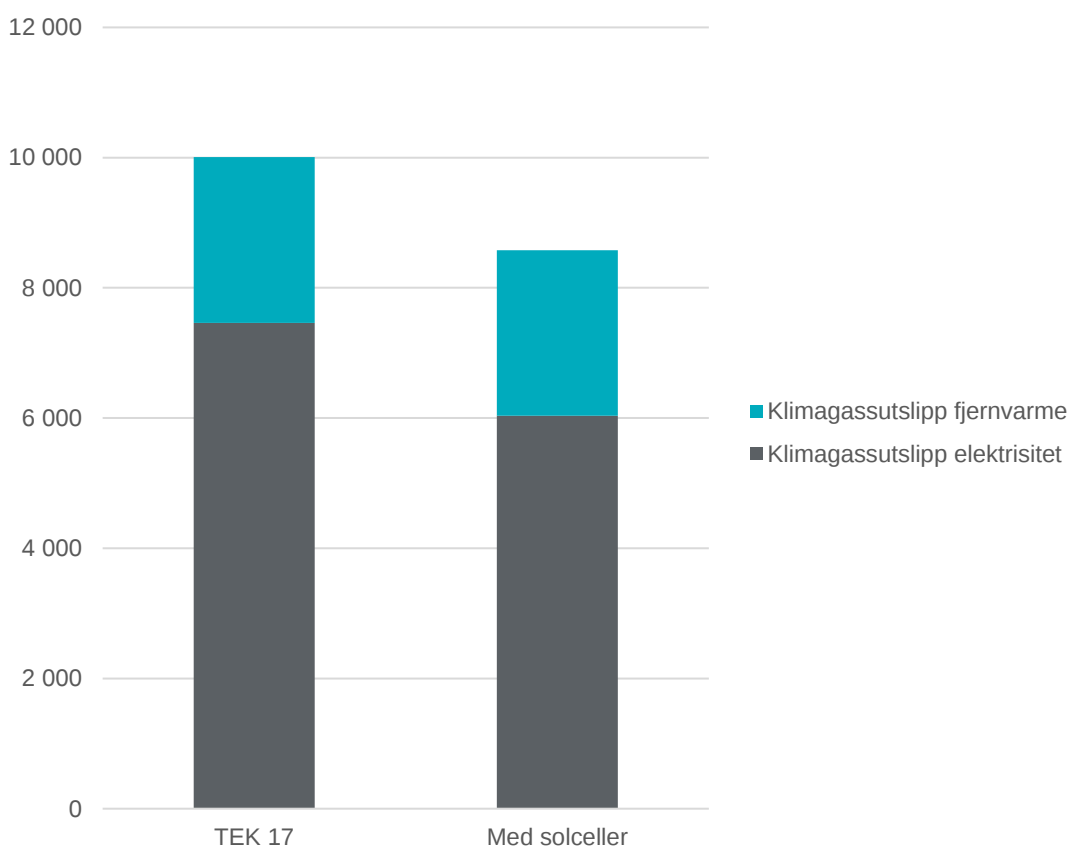
5.2 Energiproduksjon fra solceller

Heimdal HVS har store takflater vendt mot sør, øst og vest, noe som gir stort potensiale for lokal energiproduksjon fra solceller. Det er utarbeidet et estimat av forventet årlig produksjon for de ulike himmelretningene basert på egnede arealer for solceller på de respektive takene. Estimert energiproduksjon er vist i tabell Tabell 5-1.

Tabell 5-1: Estimert energiproduksjon ved innstallering av solcellepanel på tak.

Himmelretning	Areal [m ²]	Energiproduksjon [kWh/år]
Sørtaket	820	40 000 – 45 000
Østtakene	410	75 000
Vesttaket	620	60 000
Totalt	1 850	175 000

En årlig elektrisitetsproduksjon på 175 MWh vil over byggets livsløp på 60 år bli 10 500 MWh. Dette kan erstatte deler av Heimdal HVS sitt strømforbruk fra nettet, og vil redusere klimagassutslippet fra energiforbruk i drift over 60 år med ca. 1 430 tonn CO₂e, som vist i Figur 5-2. Klimagassutslipp fra materialbruk vil øke noe som følge av installasjon av solceller på tak, men det er ikke kvantifisert i denne innledende vurderingen.



Figur 5-2: Klimagassutslipp fra energiforbruk med og uten solceller på tak.

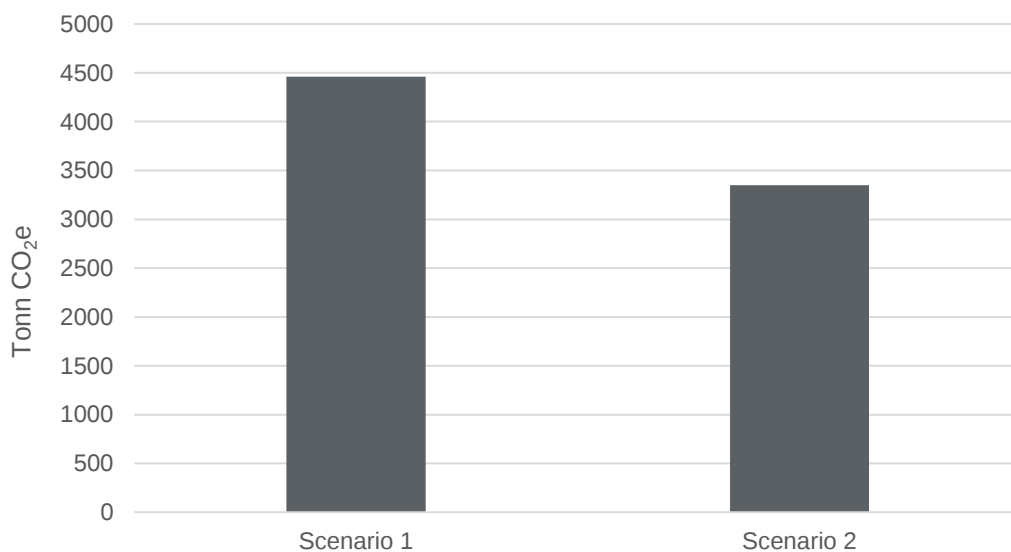
6 Klimagassutslipp – Transport i drift

Klimagassutslipp fra transport er beregnet i One Click LCA basert på verktøyets standardverdier for Trondheim kommune utenom indre by. Tabell 6-1 viser to ulike transportscenarier hentet fra One Click LCA. Scenario 1 viser standardfordelingen for bruk av transportmiddel for arbeidende og besøkende ved fri parkering, mens scenario 2 viser fordelingen ved ingen P-mulighet/maksimumsnorm 3 P-plasser per 1000 m².

Tabell 6-1: Transportscenarier for Heimdal HVS.

		Bil	Buss	Skinnegående	Gang/sykkel
Scenario 1	Arbeidere	50 %	16 %	2 %	32 %
	Besøkende	58 %	7 %	1 %	34 %
Scenario 2	Arbeidere	5 %	31 %	4 %	60 %
	Besøkende	45 %	9 %	1 %	45 %

Klimagassutslipp for transportscenariene er vist i Figur 6-1. Figuren viser at dersom andelen som kjører bil minker til 5 % og 45 %, for henholdsvis arbeidere og besøkende, fører dette til en klimagassreduksjon fra transport i drift på 1 110 tonn CO₂e, fra 4 460 tonn CO₂e til 3 350 tonn CO₂e.

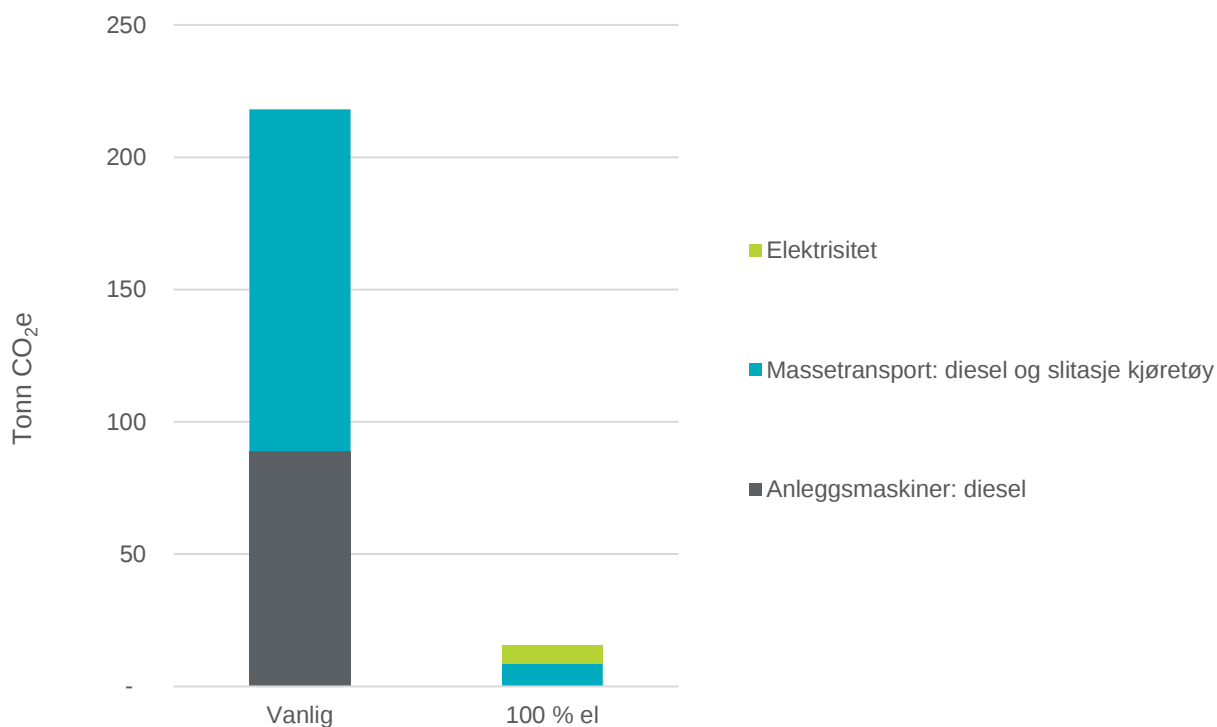


Figur 6-1: Klimagassutslipp fra transport i drift for to ulike transportscenarier.

7 Klimagassutslipp – Landskap

7.1 Massehåndtering

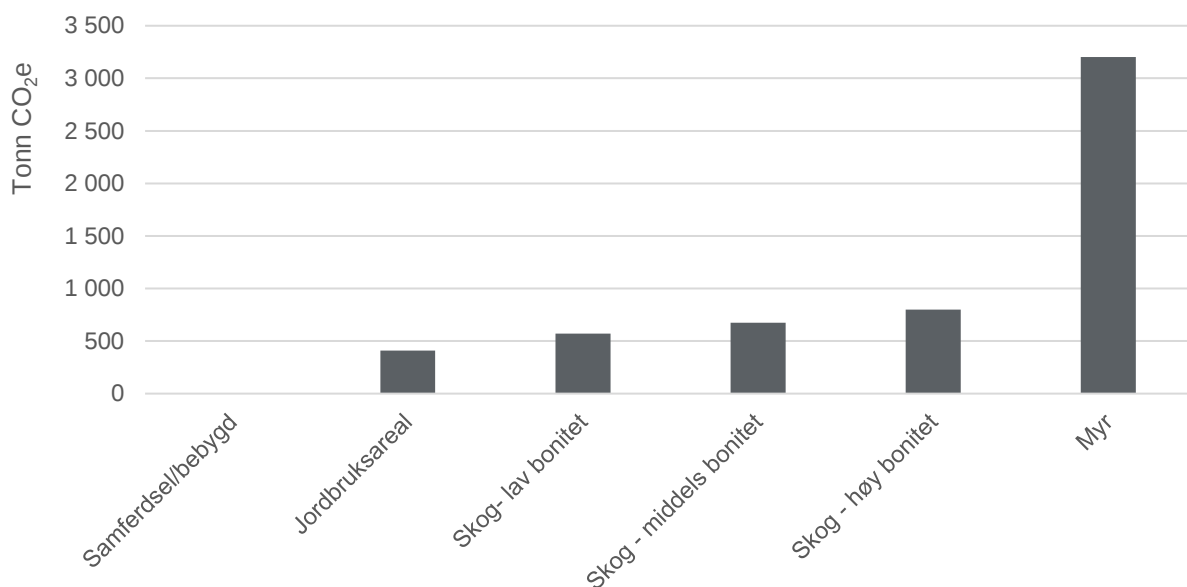
Masseuttaket i prosjektet vil avhenge av hvor mye av stedlige masser som kan gjenbrukes, og er veldig grovt anslått til 19 100 m³. Ved å benytte VegLCA blir estimert klimagassutslipp knyttet til massehåndteringen på ca. 220 tonn CO₂e, og reduseres til 15 tonn CO₂e ved en helelektrisk massehåndtering. Klimagassutslippet fra massehåndteringen er vist i figur Figur 7-1.



Figur 7-1: Klimagassutslipp fra massehåndtering.

7.2 Arealbruksendringer

Hele tomten hvor Heimdal HVS skal bygges er registrert som bebygd område i NIBIO sitt kartverktøy Kilden, selv om noe grøntområde finnes i form av gress og enkeltstående trær [5]. Bygging på områder som allerede er bebygd fører ikke til klimagassutslipp i form av arealbruksendringer og er derfor å foretrekke fra et klimagassperspektiv. Figur 7-2 viser klimagassutslippet etablering av Heimdal HVS ville hatt dersom arealbeslaget hadde vært andre innenfor andre arealkategorier.



Figur 7-2: Potensielt klimagassutslipp ved etablering av Heimdal HVS på ulike arealkategorier.

8 Resultater oppsummert

En oppsummering av klimagassutslipp og tiltak evaluert i denne rapporten er vist i Tabell 8-1. Tabellen viser at tiltakene som har størst innvirkning på de totale klimagassutslippene i prosjektet er knyttet til energibruk i drift. Det er også mulighet for å oppnå vesentlige besparelser av klimagassutslipp fra materialbruk og transport i drift. Mindre klimagassreduksjoner kan også oppnås ved å gjennomføre tiltak som reduserer dieselforbruk knyttet til byggeplassdrift og landskap.

Tabell 8-1: Resultatoppsummering av beregnede klimagassutslipp og tiltak.

Kategori	Klimagassutslipp i over 60 år uten tiltak (referansen) [tonn CO ₂ e]	Tiltak	Reduksjon av klimagassutslipp [tonn CO ₂ e]	Reduksjon
Materialer	4 970	Bæresystem i massivtre	- 990	- 20 %
		Trekledning	- 160	- 3 %
Byggeplassdrift	230	100% elektrisk byggeplassdrift	- 210	- 91 %
Energibruk i drift	10 000	Energikarakter A	- 2 790	- 28 %
		Solceller på tak	- 1 430	- 14 %
Delsum	15 200		- 5 580	- 37 %
Transport i drift	4 460	Ingen parkeringsmulighet/ maksimumsnorm 3 P-plasser per 1000 m ²	- 1 110	- 25 %
Landskap	220	100% elektrisk massehåndtering	- 200	- 91 %
Total	19 880		- 6 890	- 35 %

9 Referanser

- [1] Statens vegvesen, «Klimagassreduksjon i anlegg og drift,» 2021. [Internett]. Available: <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo-og-omgivelser/klima/klimagassreduksjoner-i-anlegg-og-drift/>.
- [2] Asplan Viak, «Brukerveiledning VegLCA v5.01,» 2021.
- [3] Asplan Viak, «Dokumentasjon VegLCA v5.01,» 2021.
- [4] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning,» 2020. [Internett]. Available: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/14/14-2>.
- [5] NIBIO, «Kilden - AR5,» 2023. [Internett]. Available: https://kilden.nibio.no/?topic=arealinformasjon&lang=nb&X=7195706.12&Y=284337.75&zoom=0.43379397208823434&bgLayer=graatone_cache.