

Prosjekt:



Oslo kommune
Kultur- og idrettsbygg

Tittel:

Klimagassregnskap Nytt Munchmuseum

06	Kvalitetssikret FutureBuilt	05.05.21	OD	FB	EL	
05	Klimagassregnskap AS BUILT	20.04.21	OD	MF	EL	
04	Status fra forprosjekt. Kommenterer fra FutureBuilt innarbeidet.	03.11.15	OD	EL	EL	
03	Forprosjekt	19.03.14	MLA/IC/EL	EL/OD	PFJ	
02	Status revidert skisseprosjekt	02.05.11	MLA/JT	KTB	FS	
01	Status skisseprosjekt	31.10.10	MLA/JT	KTB	EE	
Rev.	Beskrivelse	Rev.dato	Utarbeide	Kontroll	Godkjent	
Leverandørs logo: 		Bygg nr: M	Etasje nr.:	Systemgr.:	Antall sider: Side 1 av 19	
Prosjekt: KiB	Kontrakt nr: 4101	Disiplin: M	Dok.type: TB	Løpenr: 0006	Rev nr: 06	Status: F

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	3
2	Prosjektbeskrivelse	4
3	Totalutslipp	5
3.1	Konklusjon og måloppnåelse	5
3.2	Endringer i forhold til tidligere klimagassberegninger	6
3.3	Referansebygg	7
3.3.1	Skisseprosjekt (2010) og revidert skisseprosjekt (2011)	8
3.3.2	Forprosjekt (2014)	8
3.3.3	Som bygget (2021)	9
4	Stasjonær energibruk	10
4.1	Prosjektfaser – forutsetninger og delresultater	10
4.1.1	Referansebygg	10
4.1.2	Prosjektert bygg	10
5	Materialer	13
5.1	Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater	13
5.1.1	Referansebygg	13
5.1.2	Forprosjekt	14
5.1.3	Som bygget	15
6	Transport	17
6.1	Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater	17
6.1.1	Referansebygg	17
6.1.2	Prosjektert bygg	18
6.2	Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra transport	19

1 Innledning

Denne rapporten er utarbeidet for byggeprosjektet nytt Munch-museum på Paulsenkaia i Bjørvika, Oslo (Gnr 234 Bnr 41). Utbygger er Oslo kommune ved Kultur- og idrettsbygg. Rapporten omfatter oppdatert klimagassregnskap for det ferdige bygget, såkalt «as built-beregninger» for nytt Munchmuseum. FutureBuilt krever at det gjennomføres beregning av klimagassutslipp når bygget er ferdig og endelige produkter er valgt. Miljødokumentasjon (EPD) på valgte produkter med faktiske utslippstall legges til grunn for denne endelige beregningen.

Oppdatert klimagassregnskap for det ferdige bygget er utført av Oddbjørn Dahlstrøm Andvik, Asplan Viak AS på bakgrunn av datagrunnlag fra ARK og RIB i prosjektet. Rapporten baserer seg på FutureBuilt's mal for klimagassregnskapsrapporter.

Statsbyggs nettbaserte verktøy, www.klimagassregnskap.no ble brukt for utarbeidelse av klimagassregnskapet for forprosjektet. Materialmengder og energiberegninger baserer seg på data fra forprosjekt i 2014. Da www.klimagassregnskap.no ikke er tilgjengelig til oppdatering av as-built beregningene, er oppdateringen gjort manuelt i excelark basert på eksport fra www.klimagassregnskap.no. For as built beregningene er følgende endringer utført:

- Utslippsdata for betong, stål og brannisolasjon er oppdatert med tall fra EPDer
- Justert materialmengde for noen poster for stål
- Beregnet energibehov er oppdatert

Utslippsfaktorer for materialer som ikke er omfattet av innleverte EPDer og for energi er i as built-regnskapet er ikke gjennomgått eller justert i forhold til klimaregnskapet fra forprosjektet, annet enn at det for lavutslippsmaterialer uten innlevert EPD er utslippstallet erstattet med generiske utslippstall. Referansebygget er ikke endret siden forprosjektet. I as built-regnskapet er det lagt til grunn generiske utslippstall for materialer fra klimagassregnskap.no for materialer som ikke har innlevert EPD.

Det er tidligere utarbeidet et klimagassregnskap for forprosjekt (19.03.14) og skisseprosjekt (02.05.2011). Klimagassregnskapet er ment som et verktøy for å vurdere klimagassutslipp fra materialer, energi, og transport. Klimagassregnskapet skal legge til rette for klimavennlige valg, og gir en god indikasjon på hvilke poster man spesielt bør jobbe med å for å redusere prosjektets utslipp av klimagasser.

Foreliggende rapport dokumenterer klimagassberegninger, oppnådde klimagassreduksjoner, samt foreslåtte og gjennomførte tiltak.

2 Prosjektbeskrivelse

Museet består av en tårnbygning på 13 etasjer omkranset av et podium på 3 etasjer. Tårnet fungerer som et kombinert utstillings- og publikumstårn, og er delt i to med en statisk og en dynamisk del. I podiet på tre etasjer vil det være publikumsarealer med lobby, arealer for skiftende utstillinger, leserom og forskningsbibliotek. I museets toppetasjer vil det være takterrasser mot øst og mot vest. Samlet oppvarmet bruksareal er 22 081 m².

Bygget ligger i Bjørvika i Oslo sentrum og er en del av en større utbygging på Bjørvika-området.

- Byggherre: Oslo kommune, Kultur- og idrettsbygg Oslo KF.
- Bruker: Oslo kommune v/ Munchmuseet

Prosjektledelse: Advansia AS

Arkitekt: Estudio Herreros - norsk samarbeidspartner: LPO arkitekter AS

Interiørarkitekt: Scenario Interiørarkitekter AS

Prosjekteringsteam: Multiconsult AS, COWI AS, Rambøll AS, Erichsen & Horgen

Rådgivende ingeniør energi og miljø inkl klimagassberegninger: Asplan Viak AS

Tidslinje:

- Plan- og designkonkurransen ble vunnet av Estudio Herreros med LPO arkitekter AS som norsk samarbeidspartner våren 2009
- Forprosjektet ble avsluttet våren 2014
- Byggeprosjekt vedtatt i bystyret i 2016
- Byggestart: første spadetak september 2015, grunnsten lagt oktober 2016
- Ferdigstilt: 2021
- Museet åpner for publikum høsten 2021

Følgende arealer er lagt til grunn i beregningene (hele bygget er regnet som kulturbygg):

- BYA: 3977 m²
- BTA: 25 691 m²
- BTK: 0 m²
- BRA: 22 081 m² oppvarmet del av BRA

3 Totalutslipp

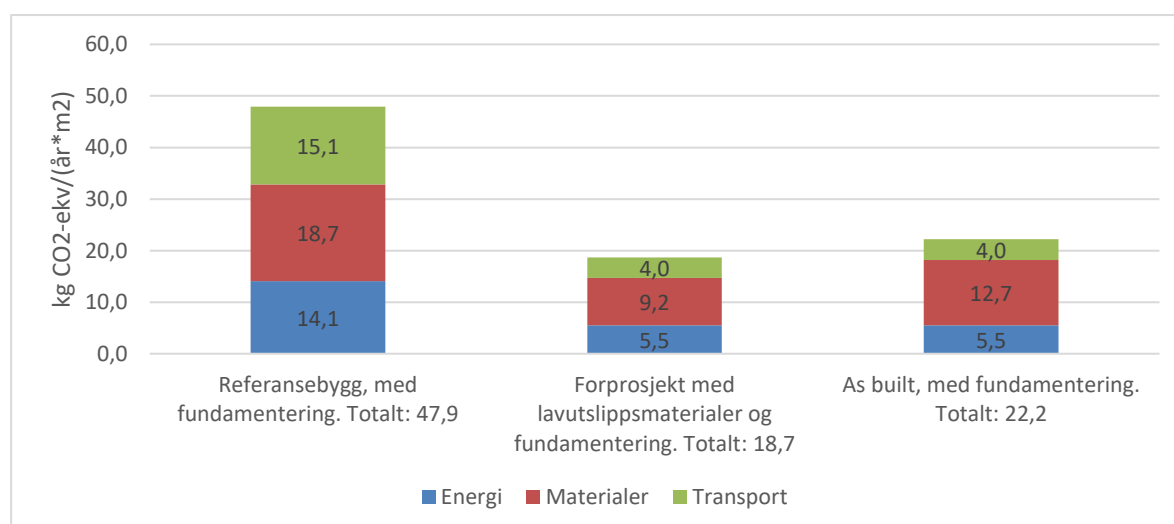
3.1 Konklusjon og måloppnåelse

Oslo kommunes krav om at energi- og miljømålene i prosjektet skal være konkrete, etterprøvbare og ledende innenfor sitt område, er konkretisert gjennom FutureBUILTs krav til forbildeprosjekter hvor det skal oppnås en reduksjon i klimagassutslipp på minimum 50 % for energi, materialer og transport.

Totalt beregnet utslipp for Munch-museet er basert på oppdaterte verdier fra det ferdige bygget for energiberegninger, og justerte materialmengder og utslippsfaktorer. Det er også beregnet utslipp fra transport av brukere og besøkende for den aktuelle beliggenheten. Beregninger for transport fra forprosjektet er fremdeles gjeldende for det ferdige bygget.

For klimagassutslipp tilknyttet energiforbruk i driftsfasen er det beregnet en reduksjon for as built på 61 % i forhold til referansebygget. Den samlede reduksjonen for as built fra transportbehov i byggets driftsfase ligger på 74 % sammenlignet med referansen. For materialer er det beregnet en reduksjon for as built på 32 % sammenlignet med referansebygget. Dersom en hadde utelatt fundamenteringen i både referansebygg og beregninger for bygget, ville en hatt en reduksjon på 34 %. Pga de utfordrende grunnforholdene, er det vist spesielt hvor stor påvirkning fundamenteringen har for dette bygget.

Ved å summere klimagassutslippene fra energi, materialer og transport oppnås det en samlet reduksjon for bygget as built på 54%. Energi- og transportsektorene har oppfylt kravet med god margin, mens reduksjonen for materialer ligger på 32% til 34% sammenlignet med referansebygget fra forprosjektet, avhengig om det regnes med eller uten fundamentering av bygget.



Figur 1: Beregnede klimagassutslipp for nytt Munch museum sammenlignet med referansebygget. Samlet reduksjon for as built bygg mot referansebygg er 54%.

Figur 1 viser beregnede klimagassutslipp i kg CO₂-ekvivalenter per år og m², for materialbruk, stasjonær energi til drift av bygget og persontransport i driftsfasen. Resultater er videre spesifisert i Tabell 1. Der er det også beregnet utslipp per person-

Tabell 1: Beregnede klimagassutslipp for referansebygg og nytt Munch museum forprosjekt og as-built. Beregninger med fundamentering.

Beregninger med fundamentering	Referansebygg,	Forprosjekt, med lavutslippsmaterialer	As bult	
Totalt	63 461	24 775	29 430	tonn CO ₂ ekv, 60 år
Hele bygget pr år	1 058	413	490	tonn CO ₂ ekv/år
Hele bygget pr m ² pr år	47,9	18,7	22,2	kg CO ₂ ekv/(m ² per år)
Per person per år (alle brukere)	2,11	0,83	0,98	kg CO ₂ ekv/(per bruker per år)

3.2 Endringer i forhold til tidligere klimagassberegninger

Som bygget (26.03.21)

- Utslippsdata for betong, armeringsstål, konstruksjonsstål, stålpeler, aluminium, glass og isolert fasadeelement er oppdatert med tall fra EPDer
- Justert materialmengde for konstruksjonsstål
- Beregnet energibehov er oppdatert

Forprosjekt (03.11.15)

Materialer: materialbruk er i sammenligningen gjort for både prosjektert bygg med generiske utslippsfaktorer (gir en økning i klimagassutslipp på 9 %), og for prosjektert bygg med lavutslippsmaterialer (gir en reduksjon i klimagassutslipp på 51 %).

De viktigste tiltakene medtatt i beregningen med lavutslippsmaterialer er som følger: Betong med flyveaske (lavkarbonbetong/miljøbetong)

- Minimum 80 % resirkulert aluminium i fasade
- Krav om 100 % resirkulert armeringsstål
- Minimum 80 % resirkulert stål i konstruksjonsstål
- Benytte alternative plater istedenfor gipsplater i størst mulig grad. Dersom gipsplater benyttes er det forutsatt utslippskrav.
- Utslippskrav til mineralull

Utslipp fra materialer er ikke fullstendige da utslipp fra blant annet tekniske installasjoner som ventilasjonsanlegg, belysning, rulletrapper o.l. ikke er inkludert. Dette er heller ikke inkludert i referansebygget.

Energi: Viktige tiltak for reduksjonen på stasjonær energibruk er:

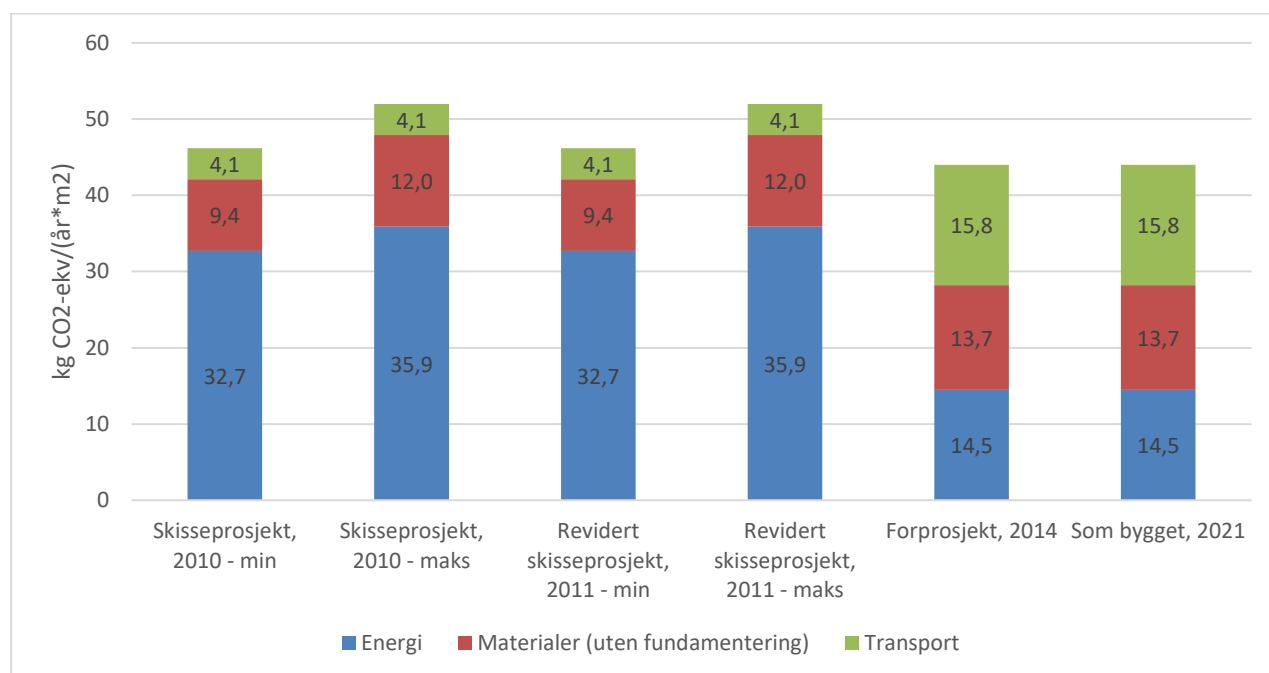
- Bygget er prosjektert som passivhus
- Planlagt oppvarmingsløsning er 100 % fjernvarme fra Fortum Varme Oslo
- Kjøleløsning er hovedsakelig fjernkjøling, med delvis frikjøling og delvis sjøvannsbaserte kjølemaskiner

Transport: Viktige tiltak for reduksjonen for transport i byggets driftsfase er:

- Ingen parkeringsmulighet, og følgelig er 90 % av bilreisene forutsatt endret til flere kollektivreiser, flere gående og syklende og økt bilbelegg.
- Høy skinneandel på kollektivtransporten for ansatte og besøkende, som en følge av beliggenheten like ved Oslo S.

3.3 Referansebygg

For å kunne tilfredsstille kravet om 50 % reduksjon av klimagassutslipp sammenlignet med tilsvarende bygg, er det sentralt å finne et referansebygg det kan være naturlig å sammenligne seg med. Ettersom nytt Munch-museum har vært et av de første byggene i Norge som har hatt krav til klimagassregnskap, har det vært vanskelig å finne et utgangspunkt som har vært sammenlignbart med dette prosjektet. Av den grunn er det gjennom prosjektfasene benyttet ulike referanser. Se Figur 2 for oversikt over de ulike referansene.



Figur 2: Klimagassutslipp fra referansebygg for Nytt Munch museum, fra 2010 til 2021. I skisseprosjekt er transport det samme utslippstall som det ble benyttet for Nasjonalmuseet, 4,1 kg CO₂/år*m². I forprosjektet er referansebygget «Høyskole/universitet». For referansebygg i detaljprosjekt og som bygget er utslipp fra materialer forbundet med fundamentering lagt til, se beskrivelse i kapittel 5.

3.3.1 Skisseprosjekt (2010) og revidert skisseprosjekt (2011)

I skisseprosjektet fantes det i liten grad nøkkeltall for klimagassutslipp fra norske bygg. Det ble derfor tatt utgangspunkt i laveste og høyeste utslippstall fra konkurransen om nytt Nasjonalmuseum. Energiberegninger i henhold til NS3031 ble lagt til grunn.

3.3.2 Forprosjekt (2014)

Verktøyet klimagassregnskap.no er brukt i klimagassberegningene. For referansebygg er versjon 3 benyttet, for prosjektert bygg er versjon 4 benyttet. Ved beregning av utslipp fra lavutslippsmaterialer er eget Excel-ark benyttet. Utslippstall for materialer som ikke har krav til reduksjon av utslipp, er hentet fra versjon 4 i klimagassregnskap.no.

Energi:

Som referansebygg er det lagt til grunn et kulturbygg som har et netto energibehov iht. minimumskrav i Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK 10).

Forutsetninger energibruk i drift – referanseberegning, jfr. «Regneregler for klimagassberegninger i Future Built - Bygg og områder», datert 17.01.14:

- Spesifikt netto energibehov [kWh/m²år] tilsvarende rammekravet i teknisk forskrift

- 60 % av varmebehovet dekkes av varmepumpe (systemvirkningsgrad 2,25) og 40 % av elkjel (systemvirkningsgrad 0,86)¹.
- Dersom kjølebehov: Kjølebehovet dekkes av lokale kjølemaskiner med en systemvirkningsgrad på 2,45.

Materialer:

Referansebygget er generert fra tidligfasemodulen til klimagassregnskap.no, versjon 3, kategori «Høyskole/universitet».

For referansebygget er tidligfasemodulen til klimagassregnskap.no, versjon 3 benyttet, da dette var den gjeldende versjonen av verktøyet da kravet om 50 % reduksjon ble satt av FutureBuilt. Versjon 4 av klimagassregnskap.no ble lansert oktober 2012. I denne versjonen er utslippsdata for materialer oppdatert, slik at for en del materialer er standardutslipp lavere enn i versjon 3.

Transport:

De fleste forutsetningene er gjort ut fra anbefalinger gitt i «Regneregler for klimagassberegninger i Future Built - Bygg og områder», datert 17.01.14.

3.3.3 Som bygget (2021)

Det benyttes samme referansebygg som i forprosjektet fra 2014.

¹ Som nevnt overnfor benyttes referanser som angitt av FutureBuilt. Det betyr at det blir et lite avvik fra «Felles inndata til www.klimagassregnskap.no Bjørvika», versjon 5, datert 29.10.15, der det er angitt at fjernvarme fra Hafslund Fjernvarme skal benyttes som referanse.

4 Stasjonær energibruk

I dette kapitlet er det først redegjort for forutsetninger, grunnlag og resultater av de ulike beregningsalternativene, deretter sammenlignes alternativene og det gis en kort forklaring av årsakene til forskjellen mellom alternativene.

4.1 Prosjektfaser – forutsetninger og delresultater

4.1.1 Referansebygg

Som referansebygg er det lagt til grunn et kulturbygg som har et netto energibehov iht. minimumskrav i Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK 10).

Forutsetninger energibruk i drift – referanseberegning, jfr. . «Regneregler for klimagassberegninger i Future Built - Bygg og områder», datert 17.01.14:

- Spesifikt netto energibehov [kWh/m²år] tilsvarende rammekravet i teknisk forskrift
- 60 % av varmebehovet dekkes av varmepumpe (systemvirkningsgrad 2,25) og 40 % av elkjel (systemvirkningsgrad 0,86).
- Dersom kjølebehov: Kjølebehovet dekkes av lokale kjølemaskiner med en systemvirkningsgrad på 2,45.

Tabell 2: Oversikt over energibehov (ulike formål), energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for referansebygg

Referansebygg	Netto energibehov [kWh/m ² år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² år]
El-spesifikk energi	50	100 % el	5,2
Varme	97	60 % varmepumpe 40 % elkjel	8,0
Kjøling	19	100 % lokal kjøling	0,9
Sum	166	-	14,1

4.1.2 Prosjektert bygg

Bygget overholder alle krav i passivhusstandarden.

I reell drift må det forutsettes betydelig høyere energibehov enn de standardiserte beregningene omtalt i denne rapporten angir. Dette skyldes delvis at museet vil ha betydelig lengre åpningstid enn det energiberegningsstandardene legger opp til, og delvis at energibehovet til teknisk utstyr antagelig vil bli veldig mye høyere enn det som er forutsatt i standardene. I tillegg ser man i normerte energiberegninger bortsett fra energibehovet til avfukting og befuktning, noe som vil medføre et betydelig energibehov i et bygg som har svært strenge krav til fuktighetsinnhold i lufta i alle arealer som inneholder kunst.

Byggets netto energibehov er beregnet ved hjelp av beregningsprogrammet SIMIEN versjon 6.015, se energibudsjett i Tabell 3. Beregningene viser at byggets netto energibehov as built er redusert med 57 % i forhold til rammekravet i teknisk forskrift.

All nødvendig dokumentasjon knyttet til energiberegningene og de viktigste tiltakene for å redusere energibehovet er omtalt i energiberegningsrapporten, se KiB-4101-M-TB-0008.

For beregning av klimagassutslipp tilknyttet energibehov blir det i utgangspunktet benyttet energibehov beregnet med inndata etter NS 3031. Men for "(...) luftmengder, energibehov til belysning og utstyr skal verdier angitt i NS3700 og NS3701 benyttes som utgangspunkt. Det må dokumenteres at teknologi som ligger til grunn for disse verdiene (eks. behovsstyringssystemer) installeres i bygget."

Tabell 3: Beregnet årlig energibehov fordelt på de enkelte energiposter (med normerte inndata fra NS 3701)

Energiposter	Forprosjekt 2015 kWh/m ²	As built 2021 kWh/m ²
1a Beregnet energibehov romoppvarming	18,3	18,8
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme	3,9	6,2
2 Beregnet energibehov varmtvann	10,0	10,0
3a Beregnet energibehov vifter	8,1	8,6
3b Beregnet energibehov pumper	1,9	1,0
4 Beregnet energibehov belysning	17,2	17,2
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	2,9	2,9
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,7	1,2
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling	6,0	6,2
Totalt beregnet netto energibehov, sum 1-6	69,1	72,1

Det er forutsatt at all elektrisk energiforsyning vil skje med el fra nettet.

All oppvarming til bygget skal dekkes med fjernvarme (systemvirkningsgrad på 0,88, standardverdi i verktøyet), levert fra Fortum Varme Oslo. Det er forutsatt 8 % tap i distribusjonsnettet, noe som er standard i beregningsverktøyet.

Kjølebehovet vil dekkes 100 % av fjernkjøling, med en systemeffektfaktor på 2,21, noe som er standardverdi for fjernkjøling i verktøyet. I virkeligheten vil systemeffekt faktoren bli betydelig høyere, som en følge av at det nesten bare skal benyttes frikjøling.

Alle systemeffekt faktorer og systemvirkningsgrader omtalt ovenfor er standardverdier i www.klimagassregnskap.no. Det er altså ikke benyttet prosjekterte verdier.

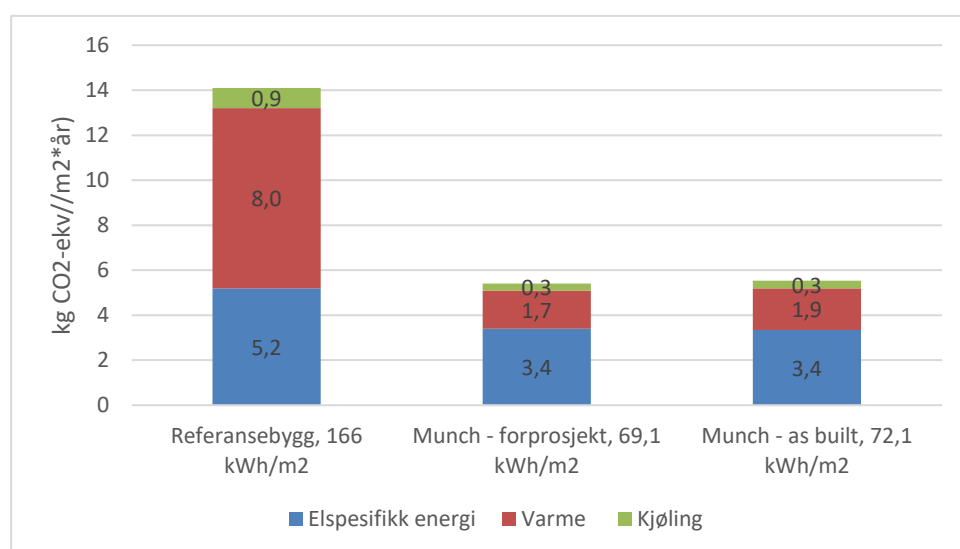
Siden klimagassregnskap.no ikke er tilgjengelig i 2021 er det for som bygget regnskapet benyttet samme utslippsfaktorer for energi som for forprosjektet. Dette for å sikre at samme beregningsmetodikk benyttes. Forskjell i klimagassutslipp fra energibruk i forprosjektet og i som bygget prosjektet vil da kun være pga. endret beregnet energibehov.

Utslippsfaktoren til el er avhengig av valgt startår i klimagassregnskap.no. Det er benyttet faktoren "Alternativ 1. 2-graders målet = ZEB-funksjon = EU-mål.", som reduseres lineært mot null over en femtiårsperiode. Ved startår 2010 er verdien 132 g CO₂-ekv/kWh, for 2013 er den 118 g CO₂-ekv/kWh, mens for 2014 gjelder 113 g CO₂-ekv/kWh. 113 g CO₂-ekv/kWh eler benyttet i beregningene for referansebygg og prosjektert bygg.

Byggets beregnede klimagassutslipp for energibruk as built er 5,53 kg CO₂-ekv/m²år, se Tabell 4. Dette utgjør en reduksjon på 61 % i forhold til referansebygget. Reduksjonen skyldes hovedsakelig at bygget er prosjektert som passivhus, samt at det er forutsatt 100 % varmepumpebasert fjernvarme (nærvärme).

Tabell 4: Oversikt over energibehov, energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for prosjektert bygg

Prosjektert bygg	Netto energibehov [kWh/m ² år]		Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² år]	
	Forprosjekt (2015)	As built (2021)		Forprosjekt (2015)	As built (2021)
Elspesifikk energi	30,1	29,7	100 % el	3,4	3,35
Varme	32,2	35,0	100 % fjernvarme basert på 100 % VP	1,7	1,85
Kjøling	6,7	7,4	100 % fjernkjøling	0,3	0,33
Sum	69,0	72,1		5,5	5,53



Figur 3: Klimagassutslipp knyttet til stasjonær energi. For energiforbruk i driftsfasen er det beregnet en reduksjon av klimagassutslipp for as built på 61 % i forhold til referansebygget.

5 Materialer

I dette kapitlet er det først redegjort for forutsetninger, grunnlag og resultater av de ulike beregningsalternativene, deretter sammenlignes alternativene og det gis en kort forklaring av årsakene til forskjellen mellom alternativene. Referansebygget er sammenlignet med prosjektert bygg med generiske utslippsdata fra materialer, og med prosjektert bygg der prosjektets krav til miljøvennlig materialvalg er lagt til grunn (basert på egne utslippsdata for lavutslippsmaterialer).

Verktøyet inkluderer ikke klimagassutslipp fra tekniske installasjoner som ventilasjonsanlegg, belysning, rulletrapper osv, så utslippene er ikke absolutte, men relative i forhold til referansebygget og til andre bygg som er beregnet ved hjelp av verktøyet.

5.1 Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater

5.1.1 Referansebygg

Referansebygget er generert fra tidligfasemodulen til klimagassregnskap.no, versjon 3.

For referansebygget er tidligfasemodulen til klimagassregnskap.no, versjon 3 benyttet, da dette var den gjeldende versjonen av verktøyet da kravet om 50 % reduksjon ble satt av FutureBuilt. Versjon 4 av klimagassregnskap.no ble lansert oktober 2012. I denne versjonen er utslippsdata for materialer oppdatert, slik at for en del materialer er standardutslipp lavere enn i versjon 3.

Følgende størrelser er lagt til grunn:

- BYA: 3977
- BTA: 25691
- BTK: 0

Tabell 5: Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for referansebygg.

Bygningsdel	Oppbygging (hovedelementer)	Klimagassutslipp [kg CO ₂ - ekv/m ² /år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	Tilsvarende <i>grunn og fundamenter</i> som for forprosjekt Munch	5,0	27 %
Bæresystemer	Forutsetninger for referansebygg i kategori «Høyskole/universitet» i tidligfase, klimagassregnskap versjon 3	0,5	3 %
Yttervegger	Som over	1,1	6 %
Innervegg	Som over	8,2	44 %
Dekker	Som over	3,5	19 %
Yttertak	Som over	0,3	2 %
Trapper og balkonger	Som over	0,0	0 %
Malerarbeider	Som over	0,1	1 %
SUM		18,7	

Verktøyet har ikke definert noe referansebygg for kulturbygg. Det er derfor valgt kategorien «Høyskole/universitet». Dette tilsvarer vurderingen som ble gjort i samråd med Bygganalyse (som har laget referansebyggene i klimagassregnskap.no) for Deichmanske hovedbibliotek.

Munch-museet er planlagt på en tomt som krever mye fundamentering. Iht. «*Regneregler klimagassberegninger i Future Built*» er det for referansebygget benyttet tilsvarende materialbruk for grunn og fundamenter som i det prosjekterte bygget, med generiske utslippsdata (som forutsetning som i kap. 5.1.2).

Referansebygget er ikke endret i som bygget beregningene.

5.1.2 Forprosjekt

Materialmengder oppgitt fra Bygganalyse er brukt som underlag for klimagassberegningene. Klimagassberegningene for prosjektert bygg er gjennomført i klimagassregnskap.no, versjon 4, med generiske utslippsdata i programmet.

Det prosjekterte bygget avviker i stor grad fra referansebygget med tanke på materialmengder mm. Dette er naturlig da referansebygget er en høyskole/universitet med en svært enkel utforming, mens det prosjekterte bygget er et kulturbygg med betydelig mer spennende arkitektonisk utforming.

I tillegg til beregningen i klimagassregnskap.no, der det kun kan benyttes generiske utslippsdata fra materialer, er det gjort en beregning som viser hvilke utslipp som vil være knyttet til materialvalg etter at kravene som er til miljøvennlig materialvalg som er satt i prosjektet er oppfylt. For beregninger gjort med lavutslippsmaterialer er utslippsdata fra miljødeklarasjoner (EPD) benyttet for aktuelle materialgrupper. De viktigste materialtiltakene som er forutsatt er som følger:

- Isolasjon
 - o Utslippskrav til mineralull
 - o Benytte skumglass/lettklinker istedenfor trykkfast isolasjon av plast(XPS/EPS) der dette er mulig
- Betong
 - o Det skal benyttes betong med så lave klimagassutslipp pr m³ som mulig. Krav til maksimale utslipp pr m³ betong spesifiseres i beskrivelsene.
- Gipsplater
 - o Det skal i størst mulig grad benyttes alternative plater istedenfor gipsplater. Blant annet kan det være aktuelt med leireplater som veggplater i galleriene.
- Stål
 - o Krav om 100 % resirkulert armeringsstål
 - o Minimum 80 % resirkulert stål i konstruksjonsstål
- Aluminiumprofiler
 - o Minimum 80 % resirkulert aluminium i fasade

Detaljert forslag til materialkrav finnes i dokumentet KiB-4101-M-TB-0010. Materialkravene vil bli spesifisert videre i detaljprosjekt.

5.1.3 Som bygget

Det er bekreftet at levetider som ble benyttet i detaljprosjektet er gjeldende for som bygget beregningene.

I utgangspunktet er materialmengder og materialtyper for forprosjektet gjeldende for som bygget beregningene. Unntaket er for følgende materialer:

- Konstruksjonsstål: økt mengde stålplater og h-bjelker med 50 tonn stål pga. økt mengde ved kai vest

Det er innhentet EPDer for følgende produkter:

Tabell 6: Oversikt over betong EPDer og utslippstall som er innhentet i prosjektet.

Produsent:	Produkt:	kg CO ₂ e/m ³ A1-A3	Benyttet:
Norbetong	B45 M45 D16 ANL-FA+FA, 99301030	233,8	Glid
Norbetong	B45 M40 D16 ANL FA 35%FA, 453050035, Vibrerbar betong	213,28	Snitt resterende betong
Norbetong	B45 M40 D16 25%RED ANL-FA 35%FA, 453250035, Vibrerbar betong	218,01	
Norbetong	B45 M40 D22 ANL-FA 35%FA, 455050035, Vibrerbar betong	214,84	
Norbetong	B45 M40 D22 ANL-FA 35%FA SKB K2, 455759235, Selvkomprimerende betong	221,93	
Norbetong	B45 M40 D16 ANL-FA 35%FA SKB K2, 453759235, Selvkomprimerende betong	221,93	
Norbetong	B45 M40 D22 Lavkarbon, 455050030, Vibrerbar betong	220,75	
Norbetong	B45 M45 D16 revidert, 993010303, Vibrerbar betong	251,77	Toppen av gliden, 340 m ³
Norbetong	B45 M40 D16 ANL-FA SKB, 453759300, Selvkomprimerbar betong	301,36	Trappehus, eksponerte vegger
Blokk Berge Bygg	Trappeelement (betong pluss armering)	141,73 kg CO ₂ e/tonn	Trappeelement, prefab
Blokk Berge Bygg	Trapperepo (betong pluss armering)	142,61 kg CO ₂ e/tonn	Trapperepo, prefab

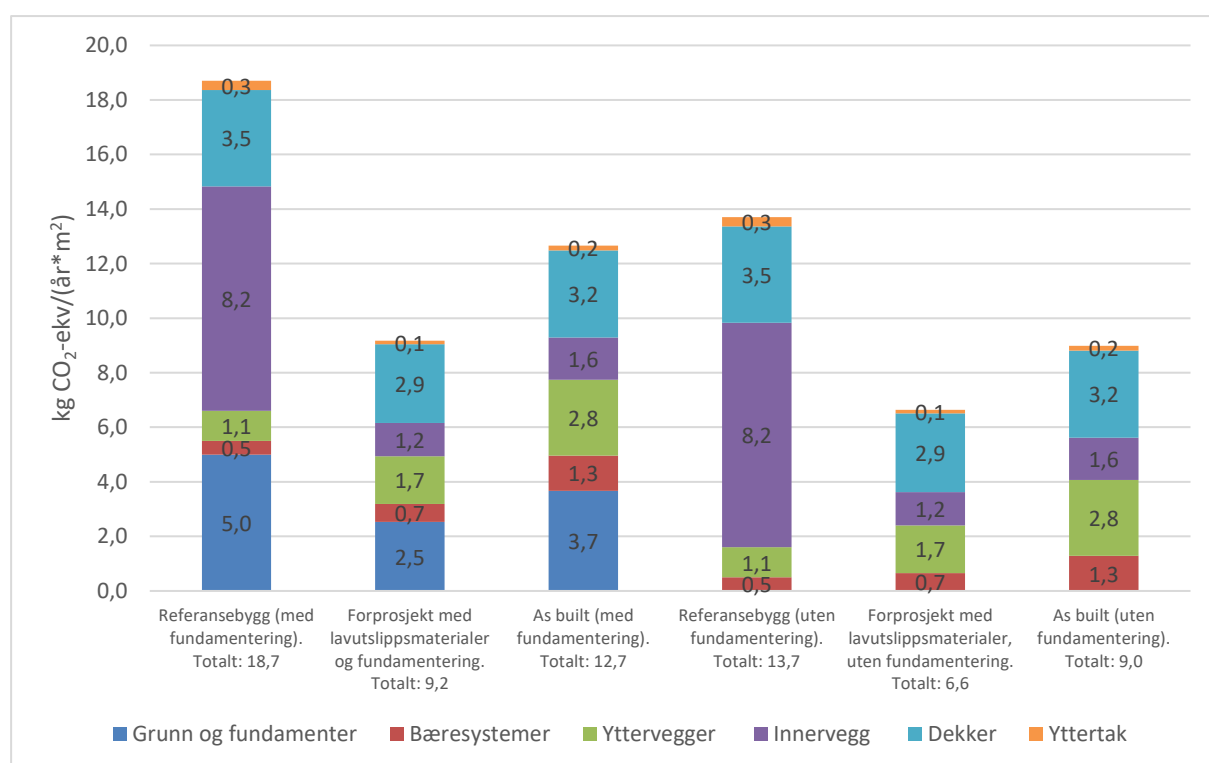
Tabell 7: Oversikt over stål EPDer og utslippstall som er innhentet i prosjektet.

Produsent:	Produkt:	kg CO ₂ e/kg A1-A3	Benyttet:
Smith Stål	Ribbed bars made from reinforcement steel, armeringsstål (rutenett, rette, forma)	0,52	Alt av armeringsstål
SSAB	Cold-formed tube products, steel sections and piles	2,47	Alt av stålsøyler/stålkjernepeler
SSAB	Hot rolled steel plates, sheets and coils	2,28	Alt av konstruksjonsstål som ikke er bjelker og søyler
bauforumsta hl e.V.	Structural Steel: Sections and Plates (structural sections, merchant bars and heavy plates)	1,735	96% Bjelker og søyler
Celca	Structural section steel	0,632	3% Bjelker og søyler

Vallourec	Structural hollow sections	2,61	1% Bjelker og søyler
-----------	----------------------------	------	----------------------

Tabell 8: Oversikt over andre EPDer og utslippstall som er innhentet i prosjektet.

Produsent:	Produkt:	A1-A3	Benyttet:
Lindner	Aluminium i fasade. Ikke EPD iht EN15804, beskriver kun 45% resirkulert aluminium	4,98 kg CO2e/kg	Regnet ut fra ecoinvent, 45% scrap Al. All aluminium i fasade
Isover	Isover FireProtect 150	8,02 kg CO2e/m3	Brannisolasjon av stål
Paroc	Paroc AST T and AST L fire proof panels	23,7 kg CO2e/m2	Yttervegg. 6101 m2
Guardian Europe	Flat glass, toughened safety glass and laminated safety glass	3 570 kg CO2e/m3	Alt glass



Figur 4: Klimagassutslipp knyttet til materialbruk

Regner man med lavutslippsmaterialer og fundamentering er det i forprosjektet oppnådd en reduksjon på 51 % reduksjon i forhold til referansebygget. Regner man uten fundamentering er det oppnådd en reduksjon på 52 % reduksjon i forhold til referansebygget. For som bygget beregninger er reduksjonen hhv på 32% og 34% hvis det regnes med og uten fundamentering.

Det er i som bygget regnskapet forutsatt at det for materialer som ikke har innlevert EPD (ref Tabell 6, Tabell 7 og Tabell 8) er benyttet generiske utslippsdata fra klimagassregnskap.no

6 Transport

6.1 Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater

Forutsetninger for hvert av beregningsalternativene er gitt i de påfølgende avsnittene. De fleste forutsetningene er gjort ut fra anbefalinger gitt i «*Regneregler klimagassberegninger i Future Built*». Det er imidlertid gjort noen små justeringer. Disse endringene er diskutert med Civitas som er forfatter for det relevante kapittelet i «*Regneregler...*» og har utarbeidet verktøyet klimagassregnskap.no. Det er forutsatt samme regneregler for Deichman som for Munch slik at begge Kulturbyggene i Bjørvika har samme referanse.

6.1.1 Referansebygg

Følgende forutsetninger er gjort i beregningen:

- Antall ansatte (gjennomsnitt per virkedag): 120 knyttet til museumsdrift, 30 knyttet til sikkerhet, vaktmestertjenester mm, samt ca. 15 knyttet til restaurantdrift. Dette utgjør til sammen 165 ansatte
- Antall besøkende: Det legges opp til 500 000 besøkende per år, dvs. 1370 per dag.
- Antall daglige reiser, ansatte: Det er brukt de forhåndsdefinerte tallene for kontorbygg i transportmodulen. Disse tallene er basert på reisevaneundersøkelser. 1,6 reiser til og fra jobb, 0,6 tjenestereiser, 0,2 private ærend, 0,1 service utenfra og 0,2 varetransportreiser per dag.
- Antall daglige reiser, besøkende: 2 turer (til og fra museet)
- Reisemiddelfordeling: Iht. «Regneregler for klimagassberegninger i FutureBuilt» er det benyttet tall fra reisevaneundersøkelser for «byområdet Oslo og Akershus»
- Skinneandelen av kollektivtransporten er satt til 60 % av personkilometrene (jfr. «Felles inndata til www.klimagassregnskap.no Bjørvika, versjon 5, datert 29.10.15»). For besøkende er det anatt en noe lavere skinneandel, fordi mange besøkende vil ankomme med turistbuss.
- Gjennomsnittlig reiselengde er satt til 14,2 km for de som kommer med bil og 13,8 for de som kjører tog.
- Andre forutsetninger knyttet til reisemidler, som reiselengde, hastigheter og andel skinnegående kollektivtransport er hentet fra den nasjonale reisevaneundersøkelsen (tall for Oslo). Dette er standardverdier i verktøyet.
- Parkering: Ingen begrensninger knyttet til parkering i referansebygget, og følgelig ingen påvirkning av reisemiddelfordeling ved parkeringstilgang

Tabell 9: Transportmiddelfordeling for referansebygg

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	15	39	46
Tjeneste	12	23	65
Innkjøp og service	32	15	53
Annet	36	19	44
Besøkende	36	19	44

Tabell 10: Klimagassutslipp fra transport, fordelt på transportmidler, for referansebygg.

Klimagassutslipp	kg CO ₂ - ekv/m ² år
Bil	12,3
Kollektiv – buss	1,0
Kollektiv – skinnegående	0,6
Varetransport	1,1
Sum	15,0

6.1.2 Prosjektert bygg

Endrede forutsetninger i forhold til referansen:

- Reisemiddelfordeling: Iht. «Regneregler for klimagassberegninger i FutureBuilt» er det benyttet tall fra reisevaneundersøkelser for «kontor lokalisert i sentrum, Oslo» i stedet for det mer generelle «byområdet Oslo og Akershus». Dette medfører en betydelig reduksjon av bilbruken, noe som kompenseres ved økt kollektivandel og høyere andel som går/sykler.
- Parkering: Det er forutsatt «ingen parkeringsmulighet».
 - Dette medfører at 90 % av bilreisene til og fra jobb blir erstattet med flere kollektivreiser (75 %), flere gående og syklende (15 %) og økt bilbelegg (samkjøring, 10 %).
 - For reiser knyttet til innkjøp og service og andre reiser er det forutsatt tilsvarende justering. Dette er gjort manuelt under «lokal RVU», ettersom justering av P-faktoren i verktøyet ikke gir slik virkning. Dette er diskutert med Civitas. Det understrekes at dette er en antagelse, som ikke er basert på empiri fra nasjonal RVU.
 - Videre er det forutsatt at den manglende parkeringsmuligheten også gir tilsvarende påvirkning av reisene til de besøkende. Verktøyet legger i utgangspunktet opp at P-faktoren også påvirker denne typen reiser, men endringene er bare 25 % av tilsvarende endring ved arbeidsreiser. Civitas har informert oss om at de ikke egentlig har empiri for dette, men de har antatt at endringen er mindre for andre brukere fordi det vil være snakk om korttidsparkering og ikke langtids som ved arbeidsreiser. Ettersom det vil være svært dårlige parkeringsmuligheter i Bjørvika, har vi imidlertid valgt å gjøre samme forutsetning for besøksreiser som for arbeidsreiser. Se Tabell 11.
- Skinneandelen av kollektivtransporten for er nå uendret fra referansen (etter at skinneandelen i referansen ble økt, jfr. «Felles inndata til [www.klimagassregnskap.no Bjørvika](http://www.klimagassregnskap.no/Bjørvika)»).
- Reiselengde for de besøkende er endret til 6,9 km for både bil og kollektivreiser, jfr. «Reiselengder for besøks- og fritidsreiser i Oslo og Akershus i 2002» utarbeidet av PROSAM. Denne endringen er gjort i samråd med Civitas.
- Bussbelegget er økt fra 19,4 (fra reisevaneundersøkelse for Oslo sentrum) til 20 personer, jfr. «Felles inndata til [www.klimagassregnskap.no Bjørvika](http://www.klimagassregnskap.no/Bjørvika)».

Tabell 11: Transportmiddelfordeling. Første tall gjelder uten begrensningen i parkeringsmuligheter, Andre tall gjelder når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

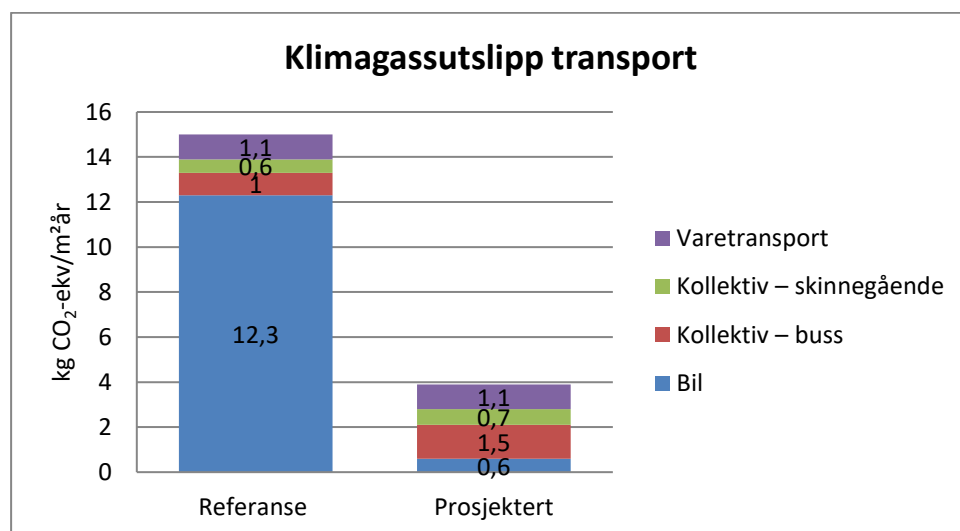
Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	16 / 18	67 / 79	16 / 3
Tjeneste	26 / 32	33 / 60	41 / 8
Innkjøp og service	59 / 61	22 / 35	19 / 4
Annet	50 / 53	29 / 43	21 / 4
Besøkende	50 / 53	29 / 43	21 / 4

Tabell 12: Klimagassutslipp «som prosjektert» når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

Klimagassutslipp	kg CO ₂ - ekv/m ² år
Bil	0,6
Kollektiv – buss	1,5
Kollektiv – skinnegående	0,7
Varetransport	1,1
Sum	3,9

6.2 Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra transport

Beregningen viser at man oppnår en reduksjon av klimagassutslipp på 74 % ved de tiltak som er gjennomført for transport. Dette er godt over målet om 50 % reduksjon.



Figur 5: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport, fordelt mellom ulike transportmidler

Tabell 13: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport, fordelt mellom ulike transportmidler, sammenlignet med referansen

	Referansebygg	Prosjektert bygg	
	kg CO ₂ - ekv/m ² år	kg CO ₂ - ekv/m ² år	% red saml. med ref
Bil	12,3	0,6	95 %
Kollektiv – buss	1,0	1,5	-50 %
Kollektiv – skinnegående	0,6	0,7	-17 %
Varetransport	1,1	1,1	0 %
Sum	15,1	4,0	74 %