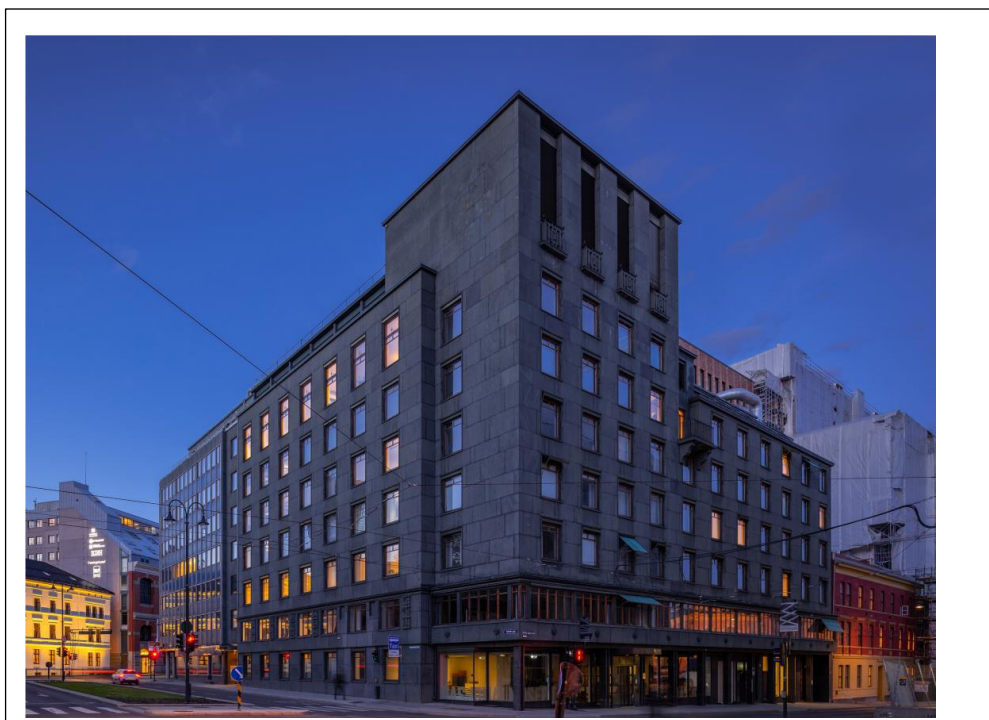


KRISTIAN AUGUSTS GATE 23

KLIMAGASSBEREGNING



Fase	Utarbeidet	Rev1	Rev2	Rev3
Forprosjekt «Prosjektert bygg»	06.05.21	08.06.21		
Ferdigstillelse «Som bygget»	27.01.22	04.03.22		
Etter 2 års drift «I drift»				

Innholdsfortegnelse

INNLEDNING	3
1. PROSJEKTBEKRIVELSE.....	4
1.1. BEREKNINGSPROGRAM FOR KLIMAGASSBEREGNINGER.....	4
2. HOVEDRESULTATER OG SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVER.....	5
3. STASJONÆR ENERGIBRUK	7
3.1. PROSJEKTFASER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	7
3.1.1. Referansebygg	7
3.1.2. Prosjektert bygg.....	7
3.1.3. «Som bygget»	8
3.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA STASJONÆR ENERGIBRUK	9
4. MATERIALER	11
4.1. BEREKNINGSALTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	11
4.1.1. Referansebygg	11
4.1.2. Prosjektert bygg.....	12
4.1.3. «Som bygget»	13
4.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA MATERIALBRUK.....	15
5. TRANSPORT	17
5.1. BEREKNINGSALTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	17
5.1.1. Referansebygg	17
5.1.2. Prosjektert bygg.....	17
5.1.3. «Som bygget»	18
5.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA TRANSPORT.....	18
VEDLEGG	20
VEDLEGG 1: UNDERLAG BEREGNINGER FOR ENERGI	20
VEDLEGG 2: UNDERLAG BEREGNINGER FOR MATERIALER	21
VEDLEGG 3: UNDERLAG BEREGNINGER FOR TRANSPORT	22

INNLEDNING

FutureBuilts prosjekter dokumenteres på FutureBuilts nettside. Her får man en samlerapport som redegjør for prosjektets miljøtiltak og resultater. Denne klimagassrapporten er et vedlegg til øvrig dokumentasjon på nettsiden og går i mer detalj om forutsetninger, datagrunnlag, tiltaksvurderinger, valg av tiltak, mv. som ligger til grunn for klimagassberegningene og oppnådde klimagassreduksjoner.

Kristian Augusts gate 23 er et FutureBuilt-prosjekt og foreliggende rapport er dokumentasjon av klimagassberegninger, oppnådde klimagassreduksjoner og foreslåtte og gjennomførte tiltak. Rapporten utarbeides og revideres tre ganger gjennom planlegging/prosjektering, etter bygging og etter 2 års drift.

I versjon 1 av rapporten presenteres:

- et **referansebygg** av samme byggkategori og størrelse, bygget etter minimumskrav i Forskrift om tekniske krav til byggverk, materialvalg uten spesiell tanke på miljø og med gjennomsnittlig lokalisering uten transporttiltak.
- den **prosjekterte bygningen**, med beregnet energibruk (netto iht. NS 3031), planlagt energiforsyning, planlagt materialbruk og faktisk beliggenhet med gjennomsnittlige reisevaner for denne beliggenheten.

Versjon 2 av rapporten suppleres med beregningen for:

- **bygningen «Som bygget»**, fortsatt med beregnet energibruk (netto iht. NS 3031), men med faktiske utslippsdata for valgte bygningsprodukter (fra EPD'er) og med transportutslipp iht. mobilitetsplan for prosjektet.

Versjon 3 av rapporten suppleres ytterligere med beregningen for:

- **bygningen etter 2 års drift «I drift»**, med målt energi fordelt på ulike energiposter og med transportutslipp iht. gjennomført reisevaneundersøkelse for brukerne i bygget.

Beregningene for Kristian Augusts gate 23 er utarbeidet av Multiconsult.

Versjon 1, datert 06.05.21 og revidert 08.06.21, inneholder resultatene av klimagassberegninger for referansebygg og den prosjekterte bygningen.

Versjon 2, datert 27.01.2022 og revidert 04.03.22, inneholder i tillegg resultatene av klimagassberegninger for bygning «som bygget».

1. PROSJEKTBESKRIVELSE

Kristian Augusts gate 23 er et kontorbygg som er rehabilitert av Höegh Eiendom. Prosjektperioden går fra 2020 til 2022. Prosjektet har som mål å bli et sirkulært bygg iht. FutureBuilt's kriterier.

Bygget består av over 50 % ombrukte og ombrukbare materialer og komponenter. Fasaden til bygget er vernet, og eksisterende fundamenter, bærekonstruksjoner, yttervegger, karmen, dekker, bæresystem, trapperom, heiser, deler av innervegger og noe teknisk utstyr er beholdt. Det er også bygget et påbygg i nye materialer.

Bygget er sykkelvennlig med 120 innendørs sykkelparkeringsplasser og har ingen egne parkeringsplasser, kun en bildelingsordning med 2-4 tilhørende parkeringsplasser (FutureBuilt, 2021). Energiklassen er løftet fra D til C vha. energieffektiviseringstiltak.

Bygget inkludert påbygget har et bruttoareal (BTA) på 8 962 m², hvorav påbygget utgjør 226 m², og et oppvarmet bruksareal (oppvarmet BRA) på 8 721 m². Det er planlagt 413 ansatte som faste brukere av kontorbygget.

Kristian Augusts gate 23 ligger 13 moh. På Tullinløkka i Oslo med postnummer 0164 og 20 m til sentrum. Oslo har en middeltemperatur på 5,7 °C for året som helhet og 16,4 °C for juli (Dannevig, 2019).

Formålet med klimagassberegningen er å belyse miljøeffekten av ombruk av materialer, valg av nye materialer med lave klimagassutslipp, mobilitetsløsninger med lave klimagassutslipp og energieffektivisering, og å beregne klimagassreduksjon for prosjektet sammenlignet med referansebygg. Beregningen er iht. NS 3720:2018 (Standard Norge, 2018) og inkluderer klimagassutslipp fra materialbruk, transport og stasjonær energibruk.

1.1. Beregningsprogram for klimagassberegninger

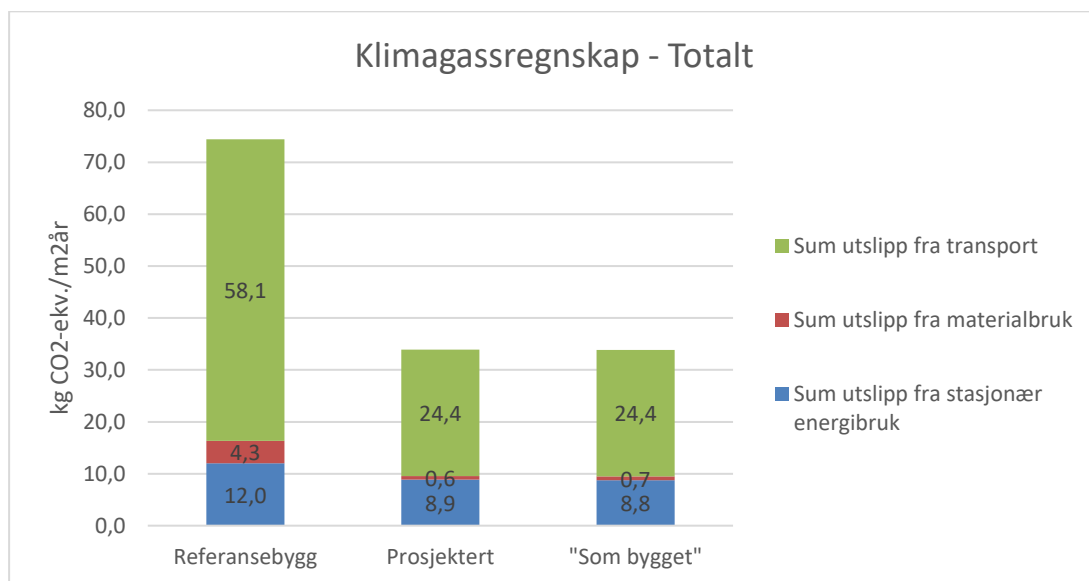
Det nettbaserte programmet One Click LCA (Bionova Ltd, 2021) er benyttet for klimagassberegninger. Eget regneark er benyttet for mellomberegninger som ikke kan utføres i One Click LCA. Disse mellomberegningene omfatter omgjøring mellom enheter i datagrunnlag og enheter som skulle benyttes i One Click LCA, eksempelvis for materialmengder i innervegger, og beregning av antall besøkende basert på antall ansatte.

2. HOVEDRESULTATER OG SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVER

Prosjektets totale klimagassutslipp er sammenlignet med referanseberegningen redusert med 54 % for prosjektert bygg og 55 % for «som bygget».

Klimagassutslippet for prosjektet «som bygget» er beregnet til **34 kg CO₂-ekv./m² BRA*år**, og **420 kg CO₂-ekv./person*år**. Totalt for bygget utgjør dette **295 125 kg CO₂-ekv./år**.

I tabell 2.1 er reduksjonene for alternativene vist for henholdsvis materialbruk, stasjonær energibruk til drift av bygget og person- og varetransport i driftsfasen. Transport i driftsfasen er ikke endret fra prosjektert bygg til «som bygget».



Figur 2.1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp [kg CO₂-ekv./ m²* år] for Kristian Augusts gate 23

Tabell 2.1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. år for Kristian Augusts gate 23

	Referansebygg	Prosjektert bygg	«Som bygget»	«i drift»
	[kg CO ₂ / år]	[kg CO ₂ / år]	[kg CO ₂ / år]	[kg CO ₂ / år]
Materialbruk	37 476	5 453	6 323	
Stasjonær energi	104 960	77 622	76 337	
Transport	506 645	212 465	212 465	
Total	649 081	295 541	295 125	
Reduksjon ifht. Referansebygg [%]		54 %	55 %	

Tabell 2.2: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. person¹ pr. år for Kristian Augusts gate 23

	Referansebygg	Prosjektert bygg	«Som bygget»	«i drift»
	[kg CO ₂ - ekv./person*år]	[kg CO ₂ - ekv./person*år]	[kg CO ₂ - ekv./person*år]	[kg CO ₂ - ekv./person*år]
Materialbruk	53	8	9	
Stasjonær energi	150	111	109	
Transport	722	303	303	
Total	925	421	420	
Reduksjon ifht. Referansebygg [%]		54 %	55 %	

Tabell 2.3: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. areal pr. år for Kristian Augusts gate 23

	Referansebygg	Prosjektert bygg	«Som bygget»	«i drift»
	[kg CO ₂ -ekv./m ² BTA*år]	[kg CO ₂ -ekv./m ² BTA*år]	[kg CO ₂ -ekv./m ² BTA*år]	[kg CO ₂ -ekv./m ² BTA*år]
Materialbruk	4	1	1	
Stasjonær energi	12	9	9	
Transport	57	24	24	
Total	72	33	33	
Reduksjon ifht. Referansebygg [%]		54 %	55 %	

Kristian Augusts gate 23 oppnår en klimagassreduksjon på 55 % sammenlignet med referansebygg. Ombruk av materialer, bruk av materialer med lave klimagassutslipp, redusert energibruk, bruk av fjernvarme, sentral beliggenhet og ingen parkering bidrar til å redusere klimagassutslippene i prosjektet.

¹ Antall personer er alle som er oppgitt som brukere av bygget, dvs. ansatte/bosatte, elever/studenter og andre brukere samt besøkende.

3. 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.

Utslippsfaktor for elektrisitet i One Click LCA er 0,12 kg CO₂-ekv./kWh levert elektrisitet, og denne representerer forventet gjennomsnitt for EU23 og Norge over de neste 60 årene. Utslippsfaktor for fjernvarme i One Click LCA er 0,0138 kg CO₂-ekv./kWh levert varme, og denne er spesifikk for Oslo.

3.1. Prosjektfaser – forutsetninger og delresultater

3.1.1. Referansebygg

Som referansebygg er det lagt til grunn et bygg med samme oppvarmede BRA som det faktiske bygget, og som har et netto energibehov iht. minimumskrav i Forskrift om tekniske krav til byggverk. Levert energi beregnes automatisk i One Click LCA basert på oppvarmet BRA, rammekrav i TEK17 og en normalfordeling av energikilder i verktøyet.

Forutsetninger energibruk i drift – referanseberegning:

- Spesifikt netto energibehov [kWh/m² *år] tilsvarende rammekravet i teknisk forskrift
- 65 % av varmebehovet dekkes av elkjel (systemvirkningsgrad 0,86) og 35 % av varmebehovet dekkes av varmepumpe
- Dersom kjølebehov: Kjølebehovet dekkes av lokale kjølemaskiner med en systemvirkningsgrad på 2,45.

Tabell 3.1: 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]
Elspesifikk energi	70	100 % el fra nett	8,6
Varme	30	65 % elkjel** 35 % varmepumpe**	2,6
Kjøling	15	100 % lokal kjøling	0,8
Sum	115	-	12,0

* Netto energibehov er hentet fra Vedlegg 2 i FutureBuilt's regneregler, disse er standardverdier benyttet i One Click LCA.

** Prosentandelene av varmebehovet som dekkes av elkjel og varmepumpe er beregnet basert på levert energi og ikke energibehov.

3.1.2. Prosjektet bygg

Det prosjekterte bygget er planlagt oppført med energiklasse C.

Byggets netto energibehov er beregnet ved hjelp av beregningsprogrammet SIMIEN, se energibudsjett i tabell 3.2. Beregningene viser at byggets netto energibehov er 2,7 % høyere enn rammekravet i teknisk forskrift.

De viktigste tiltakene for å redusere byggets energibehov omfatter totalrehabilitering av ventilasjonsaggregat og varme- og kjølesystem, romregulering med sekvensstyring, utbygging av vindusglass og tetting rundt karmen for å redusere varmetap samt etterisolering av tak. Til tross for disse tiltakene er likevel byggets energibehov noe høyere enn rammekravet fordi den vernede fasaden medførte at tiltak ikke kunne gjøres på vegger eller fasade.

Prosjekter skal beskrive to mulige alternative elektrisitetsscenarier. Scenariene skal være "Scenario 1 Norsk forbruksmiks" og "Scenario 2 Europeisk (EU28+NO), 60 years forecasted average". Hovedscenario for FutureBuilt-prosjekter skal være Scenario 2.

Tabell 3.2: Energibudsjett. Beregnet netto energibehov i henhold til NS 3031

Energibudsjett (NS 3701)		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	454239 kWh	52,1 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	73990 kWh	8,5 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	43705 kWh	5,0 kWh/m ²
3a Vifter	75100 kWh	8,6 kWh/m ²
3b Pumper	27767 kWh	3,2 kWh/m ²
4 Belysning	109252 kWh	12,5 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	163902 kWh	18,8 kWh/m ²
6a Romkjøling	44645 kWh	5,1 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	36941 kWh	4,2 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	1029541 kWh	118,1 kWh/m ²

Hele byggets varmebehov dekkes av fjernvarme. Eksisterende fjernvarmesentral beholdes, og varmeanlegget bygges om til et mengderegulert system for energioptimalisering (FutureBuilt, 2021). Kjølebehovet dekkes av lokal kjøling i form av eksisterende kjølemaskiner ombygget til et mengderegulert anlegg. Temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner er 82 %, estimert virkningsgrad for gjenvinner justert for frostsikring er 81,5 %, og systemvirkningsgrad for oppvarmingsanlegg er 0,89. Det er ingen eksport av energi.

Byggets beregnede klimagassutslipp fra stasjonær energi som prosjektert er 9 kg CO₂-ekv/m²*år, se tabell 3.3. Dette utgjør en reduksjon på 26 % i forhold til referansebygget. Med elektrisitetsscenario 1 blir byggets beregnede klimagassutslipp fra stasjonær energi 2 kg CO₂-ekv./m²*år.

Tabell 3.3: 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]
Elspesifikk energi	31	100 % el fra nett	6,2
Varme	77	100 % fjernvarme	0,9
Kjøling	9	100 % lokal kjøling	1,8
Sum	118	-	8,9

3.1.3. «Som bygget»

Bygget har oppnådd energimerke C.

Byggets netto energibehov er beregnet ved hjelp av beregningsprogrammet SIMIEN, se energibudsjett i tabell 3.4. Beregningene viser at byggets netto energibehov er 11 % høyere enn rammekravet i teknisk forskrift, og 8 % høyere enn beregnet energibehov til prosjektert bygg. Dette skyldes at den vernede fasaden begrenset hvilke tiltak som kunne gjennomføres for energieffektivisering.

Se vedlegg 1c for energiberegninger inkludert tetthetsmålinger.

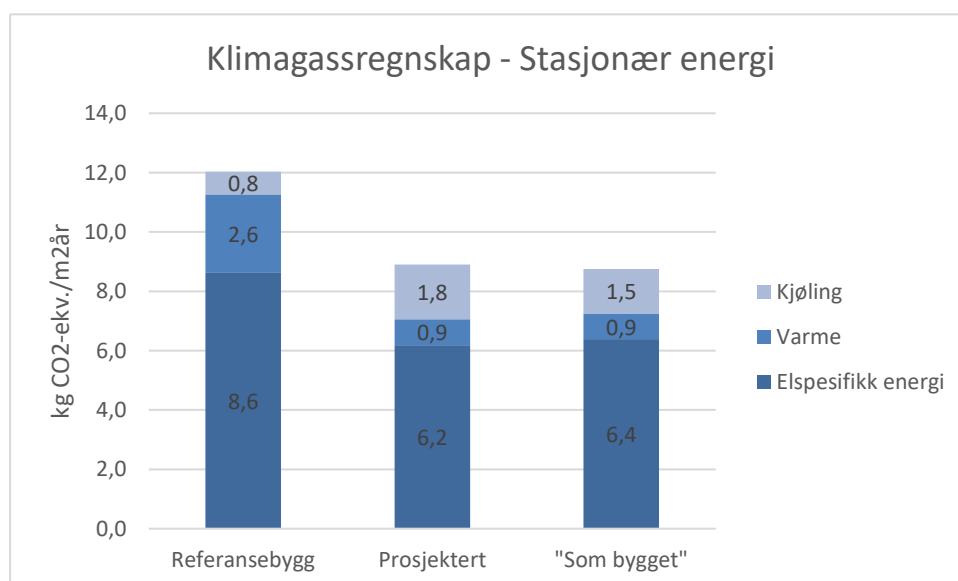
Tabell 3.4: Energibudsjett. Beregnet netto energibehov i henhold til NS 3031

Energibudsjett		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	369246 kWh	42,3 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	70738 kWh	8,1 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	43754 kWh	5,0 kWh/m ²
3a Vifter	75185 kWh	8,6 kWh/m ²
3b Pumper	23930 kWh	2,7 kWh/m ²
4 Belysning	109375 kWh	12,5 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	300831 kWh	34,5 kWh/m ²
6a Romkjøling	83304 kWh	9,5 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	36983 kWh	4,2 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	1113345 kWh	127,5 kWh/m ²

Tabell 3.5: Oversikt over energibehov, energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for prosjektet «som bygget».

Som bygget	Netto energibehov [kWh/m ² *år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [Kg CO ₂ -ekv/m ² *år]
Elspesifikk energi	58	100 % el	6,4
Varme	55	100 % fjernvarme	0,9
Kjøling	14	100 % lokal kjøling	1,5
Sum	128	-	8,8

3.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra stasjonær energibruk



Figur 3.1: Beregnede klimagassutslipp for energi, fordelt på formål; varme, kjøling og elspesifikt.

Tabell 3.4: Fordeling av klimagassutslipp pr. energikategori for ulike prosjektfaser:

	Referansebygg	Prosjektet bygg		Som bygget		I drift	
	kg CO ₂ -ekv./år	kg CO ₂ -ekv./år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./år	% red saml. med ref
Elspesifikk energi	75 151	53 970	28 %	55 721	26 %		
Varme	23 100	7 617	67 %	7 544	67 %		
Kjøling	6 710	16 036	-139 %	13 072	-95 %		
Total	104 960	77 622	26 %	76 337	27 %		

Tabell 3.5: Fordeling av klimagassutslipp pr. person pr. energikategori for ulike prosjektfaser:

	Referansebygg	Prosjektet bygg		Som bygget		I drift	
	kg CO ₂ -ekv./person/år	kg CO ₂ -ekv./person/år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./person/år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./person/år	% red saml. med ref
Elspesifikk energi	107	77	28 %	79	26 %		
Varme	33	11	67 %	11	67 %		
Kjøling	10	23	-139 %	19	-95 %		
Total	150	111	26 %	109	27 %		

Klimagassreduksjonen for stasjonær energi er 27 % fra referansebygget til «som bygget», hvorav hovedårsakene til nedgang i klimagassutslipp er bruk av fjernvarme til å dekke varmebehovet istedenfor elektrisitet samt redusert energiforbruk.

Utslippsreduksjon på 50 % er ikke oppnådd. Byggets vernestatus har gjort det vanskelig å optimalisere energiforbruket nok til å oppnå dette målet. Tiltak kunne ikke gjøres på vegg eller fasade pga. vernestatusen. I tillegg ble U-verdier i vinduer noe dårligere pga. ombruk av vinduskarmer.

4. 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.

4.1. Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater

4.1.1. Referansebygg

Referansebygget er generert fra Carbon designer i One Click LCA. Følgende opplysninger er lagt til grunn:

- Byggtype: 31 - Kontorbygning
- Antall etasjer totalt: 9
- Antall oppvarmede etasjer under bakken: 1
- Antall etasjer over bakken: 8
- Oppvarmet bruksareal (BRA): 8 721 m²
- Totalt bruttoareal (BTA): 8 961,5 m²

Tilpasset referansebygg ble utarbeidet i april 2020, basert på IFC-modell lastet ned 16.03.20. På dette tidspunktet var ikke påbygg prosjektert. Tilpasset referansebygg er derfor oppdatert med å inkludere påbygg, og modellen for eksisterende referansebygg er justert slik at det passer med påbygget. Påbygg-delen av referansebygget er basert på IFC-modell lastet ned 07.04.21. Tilpasset referansebygg er også justert ved at eksisterende fundament er lagt til, da dette ikke var inkludert i IFC-modell. Dette medførte en økning i utslippene for referansebygget på 26 %. Fundament i tilpasset referansebygg er estimert basert på byggets BTA, og er modellert som stålkjernepeler med 20 m dybde.

Klimagassutslipp er rapportert kun for livsløpsfaser A1-A3 og B4 for å sikre sammenlignbarhet mellom FutureBuilt-prosjekter.

Tabell 4.1: 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	Stålpeler, 20 m dybde.	0,93	22 %
Bæresystemer	Søyler og bjelker er av betong og stål.	0,21	5 %
Yttervegger	Yttervegger er isolerte bindingsverksvegger av tre, betongvegger og LECA-vegger med naturstein som fasade og gips og fliser som innvendig kledning. Det er i tillegg noen glassfasader.	1,07	25 %
Innervegg	Innervegger er glassull-isolerte bindingsverksvegger av stål med gips og fliser som kledning. Noen gipsvegger har kryssfiner.	0,30	7 %
Dekker	Dekker består av hulldekker og plasstøpt betong. Gulvoverflate er kebony, vinyl, gulvteppe, terrazzoflis, parkett, murpuss og linoleum. Himling er treull og gips.	1,63	38 %
Yttertak	Yttertaket består av komptakttak av betong, glass, stålplater, aluminium, isolasjon og bitumenpolymer membrantekking.	0,11	3 %
Trapper og balkonger	Trapper og balkonger er av betong.	0,05	1 %

Dekker, yttervegger og grunn og fundamenter er de bygningsdelene som fører til de høyeste klimagassutslippene for tilpasset referansebygg. Betong, stål og glassvegger er de mest medvirkende materialene.

4.1.2. Prosjektert bygg

Prosjekterte mengder av materialer for dette prosjektet er benyttet i beregningene. Kun nye materialer bidrar betydelig til prosjektets klimagassutslipp, ombrukte materialer har ingen klimagassutslipp i beregningen iht. FutureBuilt's regneregler. Det er hovedsakelig internt ombruk i prosjektet, dvs. at materialene som allerede var i bygget ble beholdt. Mange ble værende der de var, og det som ble gjort av behandling skjedde på stedet. Kun noen små materialmengder ble ombrukt fra andre bygg, og disse byggene ligger innenfor 1 km fra prosjektet. Transport ifm. ombruk blir derfor neglisjerbart i det totale klimagassregnskapet.

I tidlig fase av prosjektet ble det gjennomført både ombrukskartlegging og materialvurderinger mht. klimagassutslipp for å legge til rette for klimagassreduksjon for materialer i prosjektet. Det prosjekterte bygget har mange ombrukte bygningsdeler og materialer og avviker derfor betydelig fra referansebygget. I beregningen for prosjektert bygg er det også benyttet prosjektspesifikke EPDer der disse er hentet inn, mens i referansebygget er generiske data/proxy-data benyttet. Beregningen for prosjektert bygg er basert på IFC-modell nedlastet 07.04.21 og materialdata mottatt i perioden 19.04.21-26.05.21, mens referansebygget i hovedsak er basert på data fra et tidligere tidspunkt i prosjekteringen (med unntak av påbygget).

Tiltak som er vurdert og forkastet omfatter påbygg i massivtre, påbygg i ombrukte materialer og påbygg med pusset fasade istedenfor glassfasade. Disse måtte forkastes pga. stramt tidsskjema i prosjektet.

Tiltak som er gjennomført for å redusere klimagassutslipp fra materialer omfatter bruk av ombrukte materialer istedenfor nye, gulvtepper av resirkulert materiale, lavkarbonbetong av klasse B, fibergips istedenfor standardgips og stålsøyler med lavere klimagassutslipp fra produksjon enn referansen. I tillegg er det høyt fokus på ombrukbarhet og fleksible løsninger samt forsvarlig avhending.

Programvaren One Click LCA er benyttet for klimagassberegningene.

Utslippsdataene for materialer er generiske eller proxy-data fra programvaren der spesifikke produkter ikke er valgt, og produktspesifikke EPDer for de materialene der det er samlet inn gyldig EPD. Produktspesifikke EPDer er benyttet for stålsøyler, betong, fibergips, glassvegger, steinull og gulvteppe. Disse ligger vedlagt denne rapporten.

Tabell 4.2: Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for prosjektert bygg.

Bygningsdel	Oppbygging	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	Omrørt fra eksisterende bygg.	0,00	0 %
Bæresystemer	Noe omrørt fra eksisterende bygg, noe nytt av stål.	0,05	8 %
Yttervegger	Hovedsakelig omrørt fra eksisterende bygg, vindusglass er nye.	0,06	10 %
Innervegg	Nye gipsvegger, glassfronter og innerdører. Gipsveggene har stålstendere og steinullisolasjon, og enten fibergips eller standardgips. Noen gipsvegger har OSB eller kryssfiner. Noen nye fliser. Ellers ombruk.	0,28	45 %
Dekker	Hovedsakelig omrørt fra eksisterende bygg. Nytt betongdekke i påbygg, noe himling (treull) og gulvbelegg (teppe, terrazzoflis, linoleum og parkett) er nytt.	0,16	26 %
Yttertak	Hovedsakelig omrørt fra eksisterende bygg. Nytt galvanisert ståltak, grønt tak og kebony.	0,02	3 %
Trapper og balkonger	Hovedsakelig omrørt fra eksisterende bygg, ny ståltrapp under veksthus og nytt spilerekkverk av stål på påbygg.	0,05	8 %

Innervegger er den bygningsdelen som fører til høyest klimagassutslipp for prosjektert bygg. Dette kan forklares med at det er en relativt stor mengde nye innervegger, da alle de innvendige gipsveggene i prosjektet er nye og det også er nye innvendige glassfronter. Gulvoverflate utgjør også en stor andel av de nye materialene i prosjektet, og dekker er den nest største bidragsyteren til klimagassutslipp. Glassveggene er materialet som bidrar mest til klimagassutslipp fra produksjonsfasen, etterfulgt av galvanisert stål og stålbjelker.

4.1.3. «Som bygget»

Kristian Augusts gate 23 ble ferdigstilt i desember 2021. Det er benyttet faktiske materialmengder fra prosjektet. Det er utført noen justeringer i materialer sammenlignet med prosjektert bygg, disse inkluderer i all hovedsak økte mengder himlingsplater, parkett, LECA-vegger, betong, isolasjon, epoxybelegg og glassfasade og reduserte mengder gulvteppe og innervegger. De samme prosjektspesifikke EPDene som ble samlet inn for prosjektert bygg er fortsatt gjeldende. 45 % av klimagassutslippene fra materialer er knyttet til materialene som er dokumentert med EPD. Endringer i materialtyper omfatter at terrassoflis er endret til terrassostøp, og MøreRoyal er benyttet istedenfor kebony. Se vedlegg 2I for fullstendig oversikt over materialmengder.

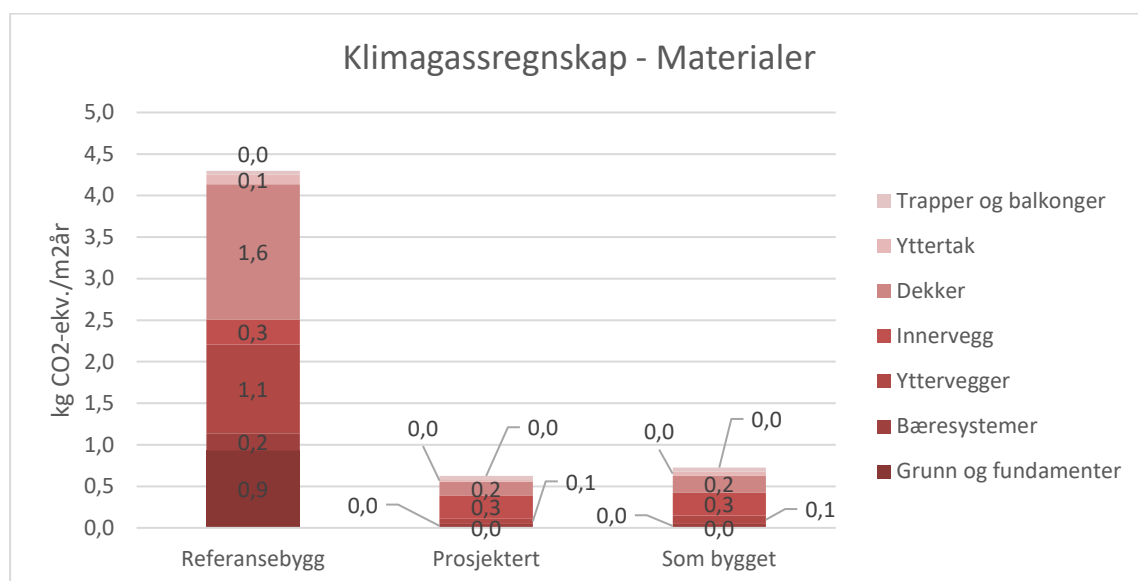
Det er beregnet at 66 909 kg CO₂-ekv biogent karbon er lagret i materialene, noe som tilsvarer 1 115 kg CO₂-ekv./m²*år.

Tabell 4.3: Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for bygget slik det ble oppført.

Bygningsdel	Oppbygging	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	Ombrukt fra eksisterende bygg.	0,00	0 %
Bæresystemer	Noe ombrukt fra eksisterende bygg, noe nytt av stål.	0,05	7 %
Yttervegger	Hovedsakelig ombrukt fra eksisterende bygg, vindusglass, noen glassfasader og noen LECA-vegger er nye.	0,10	14 %
Innervegg	Nye gipsvegger, glassfronter og innerdører. Gipsveggene har stålstendere og steinullisolasjon, og enten fibergips eller standardgips. Noen gipsvegger har OSB eller kryssfiner. Noen nye fliser. Ellers ombruk.	0,27	38 %
Dekker	Hovedsakelig ombrukt fra eksisterende bygg. Nytt betongdekke i påbygg, noe himling (treull) og gulvbelegg (teppe, terrazzostøp, linoleum, parkett og epoxy) er nytt.	0,21	28 %
Yttertak	Hovedsakelig ombrukt fra eksisterende bygg. Nytt galvanisert ståltak, grønt tak og møre royal. Etterisolering av eksisterende tak og nytt tak i påbygg.	0,05	7 %
Trapper og balkonger	Hovedsakelig ombrukt fra eksisterende bygg, ny ståltrapp under veksthus og nytt spilerekkverk av stål på påbygg.	0,05	7 %

4.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra materialbruk

Beregningene viser at for prosjektet sammenlignet med referanseberegningen oppnås utslippsreduksjon på 85 % for prosjektert og 83 % for «som bygget».



Figur 4.1: Fordeling av klimagassutslipp pr konstruksjon for de enkelte prosjektfasene

Tabell 4.3: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel for ulike prosjektfaser:

	Referansebygg	Prosjektert bygg		"Som bygget"	
	kg CO ₂ -ekv./år	kg CO ₂ -ekv./år	% red saml. med ref	kg CO ₂ ekv./år	% red saml. med ref
Grunn og fundamenter	8 118	0	100 %	0	100 %
Bæresystemer	1 795	413	77 %	413	77 %
Yttervegger	9 319	543	94 %	892	90 %
Innervegg	2 610	2 463	6 %	2 382	9 %
Dekker	14 230	1 438	90 %	1 796	87 %
Yttertak	997	177	82 %	421	58 %
Trapper og balkonger	407	419	-3 %	419	-3 %
Total	37 476	5 453	85 %	6 323	83 %
Total inkl. biogent karbon	42 113	6 420	85 %	7 438	82 %

Tabell 4.4: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel pr. person for ulike prosjektfaser:

	Referansebygg	Prosjektert bygg		"Som bygget"	
	kg CO ₂ -ekv./ person*år	kg CO ₂ -ekv./ person*år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./ person*år	% red saml. med ref
Grunn og fundamenter	12	0	100 %	0	100 %
Bæresystemer	3	1	77 %	1	77 %
Yttervegger	13	1	94 %	1	90 %
Innervegg	4	4	6 %	3	9 %
Dekker	20	2	90 %	3	87 %
Yttertak	1	0	82 %	1	58 %
Trapper og balkonger	1	1	-3 %	1	-3 %
Total	53	8	85 %	9	83 %
Total inkl. biogent karbon	60	9	85 %	11	82 %

Klimagassutslippene fra materialer er redusert fra referansebygg til prosjektert bygg og «som bygget» grunnet stor grad av ombruk og bevaring av materialer samt bruk av materialer med lavere klimagassutslipp enn referanseverdiene. De største reduksjonene oppnås for grunn og fundamenter, yttervegger, dekker og bæresystemer, og for disse bygningsdelene er det høy grad av ombruk i prosjektet. For innervegger er ikke reduksjonen i klimagassutslipp så stor pga. den betydelige mengden nye innervegger i prosjektet. Klimagassutslipp er noe økt for trapper og balkonger hovedsakelig grunnet ståltrappen under veksthuset, som i referansebygget er modellert som betong.

5. TRANSPORT

5.1. Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater

Forutsetninger for hvert av beregningsalternativene er gitt i de påfølgende avsnittene.

5.1.1. Referansebygg

Hvis det er flere bygg, eller flere formål lokalisert i ett bygg, må hvert bygg beskrives for seg da de vil ha ulike forutsetninger om antall ansatte, bosatte, andre brukere samt resulterende transportmiddelfordeling (for prosjektert, som bygget og i drift)

Forutsetninger:

- 413 ansatte (tilsvarende prosjektert bygg)
- 289 besøkende/kunder (tilsvarende prosjektert bygg)
- 260 åpningsdager og reisedager for besøkende
- Oslo og Akershus fylke er benyttet som geografisk område
- Standard turproduksjon og transportmiddelfordeling, hastigheter og andel skinnegående kollektivtransport for valgte kommune
- Ingen påvirkning av reisemiddelfordeling ved parkeringstilgang
- Varetransport for kontor og andre arbeidsplasser

Tabell 5.1: Transportmiddelfordeling for referansebygg.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	15,0	39,0	46,0
Tjeneste	12,0	23,0	65,0
Private turer	34,0	17,5	48,5
Besøkende og andre brukere	34,0	17,5	48,5

Tabell 5.2: Klimagassutslipp fra transport, fordelt på transportmidler, for referansebygg.

Klimagassutslipp	kg CO ₂ -ekv/m ² /år
Bil	41
Kollektiv – buss	1
Kollektiv – skinnegående	0
Varetransport	16
Sum	58

5.1.2. Prosjektert bygg

Forutsetninger (de som skiller seg fra referansebygg er markert med fet skrift):

- 413 ansatte
- 289 besøkende/kunder (beregnet basert på antall ansatte og FutureBuilt's regneregler for ikke-publikumsattraktive kontorbygg)
- 260 åpningsdager og reisedager for besøkende
- **Oslo sentrum er benyttet som geografisk område**
- Standard turproduksjon og transportmiddelfordeling, hastigheter og andel skinnegående kollektivtransport for valgte kommune
- **Parkeringstilgjengelighet: Ingen P-mulighet / Maksimumsnorm 3 P-plasser per 1000 m² (0.1)**
- Varetransport for kontor og andre arbeidsplasser

Tabell 5.3: Transportmiddelfordeling når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	18,7	79,67	1,6
Tjeneste	30,1	38,2	31,8
Private turer	57,6	26,9	15,5
Besøkende og andre brukere	57,6	26,9	15,5

Fra tabellen kommer det fram at endringene fra referansen omfatter høyere andel gang/sykkel og kollektiv, og lavere andel bil.

Tabell 5.4: Klimagassutslipp «som prosjektert» når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

Klimagassutslipp	Arealspesifikt utslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]
Bil	9
Kollektiv – buss	1
Kollektiv – skinnegående	0
Varetransport	14
Sum	24

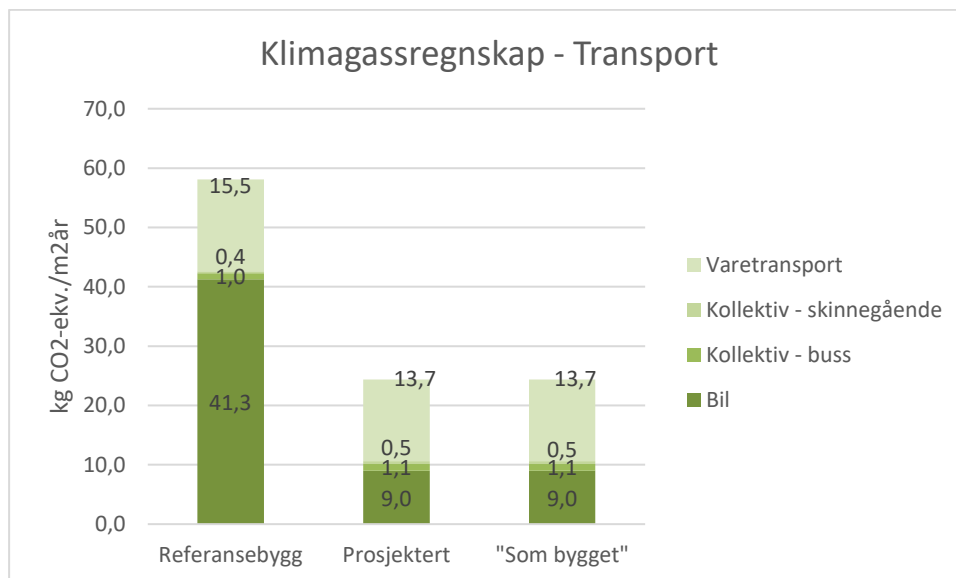
Materialtransport (livsløpsfase A4) er ikke inkludert i systemgrensene iht. FutureBUILTs regneregler. På Kristian Augusts gate 23 ble det gjort tiltak for å redusere materialtransporten. Transport ble nesten halvert pga. optimalisering av last og begrensning mtp. trikkelinjer og ring 1. Effekten av dette kommer imidlertid ikke frem i klimagassregnskapet pga. systemgrensene.

5.1.3. «Som bygget»

Det er ingen endring i forhold til prosjektert løsning. Se transportmiddelfordeling i tabell 5.3 og klimagassutslipp i tabell 5.4 for transport i drift.

5.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra transport

Beregningen viser at man oppnår en reduksjon av klimagassutslipp på 58 % ved de tiltak som er gjennomført for transport.



Figur 5.1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport for Kristian Augusts gate 23.

Tabell 5.5: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport for Kristian Augusts gate 23.

	Referansebygg	Prosjekttert bygg		"Som bygget"		"i drift"	
	kg CO ₂ -ekv./år	kg CO ₂ -ekv./år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./år	% red saml. med ref
Bil	360 009	78 712	78 %	78 712	78 %		
Kollektiv – buss	8 686	9 666	-11 %	9 666	-11 %		
Kollektiv – skinnegående	3 072	4 196	-37 %	4 196	-37 %		
Varetransport	134 878	119 892	11 %	119 892	11 %		
Sum	506 645	212 465	58 %	212 465	58 %		

Tabell 5.6: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport for Kristian Augusts gate 23.

	Referansebygg	Prosjekttert bygg		"Som bygget"		"i drift"	
	kg CO ₂ -ekv./person*år	kg CO ₂ -ekv./person*år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./person*år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./person*år	% red saml. med ref
Bil	513	112	78 %	112	78 %		
Kollektiv – buss	12	14	-11 %	14	-11 %		
Kollektiv – skinnegående	4	6	-37 %	6	-37 %		
Varetransport	192	171	11 %	171	11 %		
Sum	722	303	58 %	303	58 %		

Klimagassutslipp er redusert fra referansebygg til prosjekttert bygg grunnet en mer sentral lokalisering og ingen vanlige parkeringsplasser (kun 2-4 bildelingsplasser). Mer sentral lokalisering reduserer klimagassutslipp fordi det i urbane områder er kortere avstander, som er gunstig for gange og sykkel, og bedre kollektivtilbud, og dermed en større andel av byggets brukere som reiser kollektivt. Det at prosjekttert bygg ikke har noen vanlige parkeringsplasser «tvinger» byggets brukere til å gå, sykle eller reise kollektivt istedenfor å kjøre bil, hvilket bidrar til å redusere klimagassutslipp.

VEDLEGG

Vedlegg 1: Underlag beregninger for energi

Vedlegg 1a: Beregning for energimerke

Vedlegg 1b: Energiberegninger inkl. energibudsjett

Vedlegg 1c: Energiberegninger inkl. tetthetsmålinger

Vedlegg 2: Underlag beregninger for materialer

Vedlegg 2a: EPD fibergips

Vedlegg 2b: EPD glassvegger

Vedlegg 2c: EPD gulvteppe

Vedlegg 2d: EPD isolasjon

Vedlegg 2e: EPD betong

Vedlegg 2f: EPD stålsøyler

Vedlegg 2g: Byggematerialer prosjektert bygg

Vedlegg 2h: Byggematerialer referansebygg påbygg

Vedlegg 2i: Byggematerialer referansebygg eksisterende bygg

Vedlegg 2j: Utfyllende resultater for prosjektert bygg

Vedlegg 2k: Utfyllende resultater for referansebygg

Vedlegg 2l: Byggematerialer som bygget

Vedlegg 3: Underlag beregninger for transport

Vedlegg 3a: Transport referansebygg

Vedlegg 3b: Transport som bygget