

KRISTIAN AUGUST GATE 13

KLIMAGASSBEREGNING



Fase	Utarbeidet	Rev1	Rev2	Rev3
Forprosjekt «Prosjektert bygg»				
Ferdigstillelse «Som bygget»	28.10.2020			
Etter 2 års drift «I drift»				



entra

Rapport utarbeidet av:

 **asplan viak**

Innholdsfortegnelse

INNLEDNING	4
1. PROSJEKTBEKRIVELSE.....	5
1.1. BEREGNINGSPROGRAM FOR KLIMAGASSBEREGNINGER.....	5
2. HOVEDRESULTATER OG SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVER.....	6
2.1. HELE BYGGET	6
2.2. EKSISTERENDE BYGG+KJELLER	7
2.3. NYBYGG.....	8
3. STASJONÆR ENERGIBRUK.....	11
3.1. PROSJEKTFASER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	11
3.1.1. Referansebygg	11
3.1.2. Prosjektert bygg.....	11
3.1.3. «Som bygget»	14
3.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA STASJONÆR ENERGIBRUK	17
3.2.1. Hele bygget	17
3.2.2. Eksisterende bygg+kjeller	19
3.2.1. Nybygg	20
4. MATERIALER.....	21
4.1. BEREGNINGSALTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	21
4.1.1. Referansebygg	21
4.1.2. Prosjektert bygg.....	23
4.1.3. «Som bygget»	23
4.1.4. «I drift» (etter 2 år).....	25
4.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA MATERIALBRUK.....	26
4.2.1. Hele bygget	26
4.2.2. Eksisterende bygg+kjeller	27
4.2.3. Nybygg	29
TRANSPORT.....	33
4.3. BEREGNINGSALTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	33
4.3.1. Referansebygg	33
4.3.2. Prosjektert bygg.....	34
4.3.3. «Som bygget»	34
4.4. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA TRANSPORT.....	35
VEDLEGG	37
VEDLEGG 1: UNDERLAG BEREGNINGER FOR ENERGI	37
Eksisterende bygg+kjeller.....	37
Nybygg.....	38

VEDLEGG 2: UNDERLAG BEREGNINGER FOR MATERIALER	40
<i>Referansebygg</i>	40
<i>Resultater per materiale, Eksisterende bygg+kjeller</i>	46
<i>Resultater per materiale, Nybygg</i>	50

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.

Det er satt som mål at Kristian Augusts gate skal oppnå 50% reduksjon av klimagassutslipp fra materialer, transport og energi i bygget sammenlignet med et referansebygg. Det er gjennomført klimagassregnskap for:

- Eksisterende bygg og nybygg med kjeller
- eksisterende bygg med kjeller
- nybygg uten kjeller

Hele kjelleren og tilbygget over eksisterende bygg er tilordnet eksisterende bygg. Referansebyggene for klimagassutslipp fra materialbruk for bygget og kjeller finnes i vedlegg X.

Klimagassrapporten har to formål:

1. Dokumentasjon av beregninger og beregningsresultater - klimagassreduksjonene
2. Formidle kunnskap til andre prosjekter om hvilke analyser/vurderinger som er utført og hvilke tiltak som er gjennomført for å få ned klimagassutslippene til prosjektet, hvilke tiltak som ikke lot seg gjennomføre eller er valgt å ikke gjennomføre.

Kristian August Gate 13 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 August Gate 13 er utarbeidet av Asplan Viak AS

Versjon 2, datert 28.10.2020, inneholder resultatene av klimagassberegninger for bygning «som bygget»

Endringer i versjon 2.1 datert 01.12.2020:

- Lagt til prosjektdata i kapittel 1
- Lagt til tabeller i kapittel 2 som inkluderer resultater per person og per m2
- Endret tabellnummerering i kapittel 4 og 5.
- Drøfting av resultater i kapittel 4 spesifisert for ombruksprodukter
- Drøfting av resultater i kapittel 5

1. PROSJEKTBESKRIVELSE

Kristian Augusts gate 13 er et mindre kontorbygg i fra 50-tallet oppført i 8. etasjer som nå skal oppgraderes etter sirkulære prinsipper. Bygget utvides med et tilbygg med grunnflate på ca. 60 m² over 8 etasjer, etablerer teknisk rom på tak og får ny bruk med utvidelse av første etasje og kjeller. I oppføringen av tilbygget jobbes det med ombruk i stor utstrekning samtidig som tilbygget skal overholde kravene i TEK 17. Bygget oppføres i perioden 2018-2020 og første år i drift blir 2021. Utbygger er Entra.

Postnummer: 0164 Oslo

Høyde over havet: 11,6 m.o.h.

Årsgjennomsnittstemperatur: 6,3

Dimensjonerende sommertemperatur: 26,7 °C

Innen sirkulære prinsipper er det jobbet med ombruk av bygningsdeler fra det eksisterende bygget (eksempelvis bæresystem, radiatorer, tilbakeføring av innvendige overflater) samtidig som prosjektet skal ombruke bygningsdeler fra andre prosjekter (eksempelvis stål, hulldekkeelementer, sanitærutstyr, fasadeplater, radiatorer, dører, glassfasader m.m.).

Kristian Augusts gate 13 ligger svært sentralt i Oslo som en del av Tullinkvartalet. Det legges ikke opp til parkeringsmuligheter for brukerne av bygget og det legges opp til at reiser til og fra bygget gjøres kollektivt, med sykkel eller til fots.

I tillegg til ombruksambisjonene har prosjektet målsetting om å gjennomføre byggeprosessen som en utslippsfri byggeplass, oppnå 100 % avfallssortering med maksimal avfallsmengde på 20 kg/m² (ekskl. riving). Prosjektet jobber også med blågrønne løsninger på tak og takterrasser og har stort fokus på etablering av mange plantearter som får gode vekstforhold med enkel skjøtsel.

Det er gjort klimagassberegninger for følgende deler av bygget:

- Eksisterende bygg, kjeller og nybygg (hele bygget)
- Eksisterende bygg pluss kjeller
- Nybygg

Følgende inndata er brukt for å beregne indikatorer, og referanser for byggene.

Figur 1.1: Inndata brukt for å beregne indikatorer, og referanser for Kristian August gate 13.

	BRA, m²	BTA, m²	Antall personer
Hele bygget	4 050	4 762	194
Eksisterende bygg+kjeller	3 350	3 905	153
Nybygg	700	857	41

1.1. Beregningsprogram for klimagassberegninger

Beregningene for klimagassutslipp fra materialbruk er gjennomført i ByggLCA v1.1. Det er gjort egne beregninger for transport basert på RVU for Oslo og Akerhus. Beregninger for energi er basert på Futurebuilt sine utslippsfaktorer for energibruk og levert energi beregnet iht. NS 3031:2014 (Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data) og NS 3701:2012 (Kriterier for passivhus og lavenergibygninger - Yrkesbygninger).

2. HOVEDRESULTATER OG SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVER

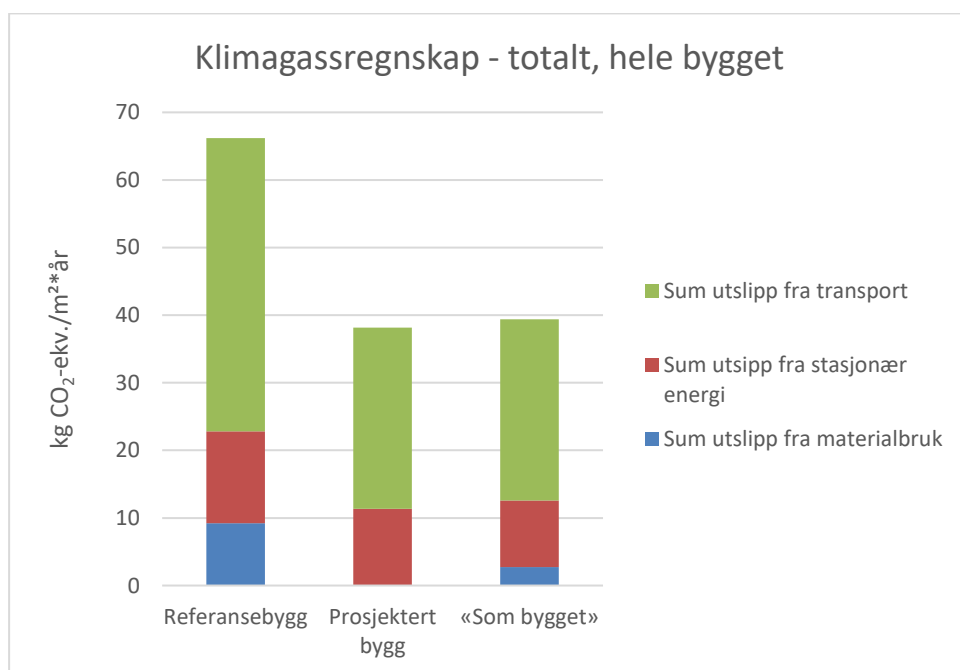
2.1. Hele bygget

Prosjektets totale klimagassutslipp er sammenlignet med referanseberegningen redusert med 40 % for "som bygget".

Klimagassutslippet for prosjektet «som bygget» er beregnet til **39,38 kg CO₂-ekv./m²*år**, og **822 kg CO₂-ekv./person*år**. Totalt for bygget utgjør dette **159 473 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.

Figur 2.1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp [kg CO₂-ekv./ m²* år] for Kristian August gate 13



Tabell 2.1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. år for Kristian August gate 13, hele bygget.

	Referansebygg	Prosjektert bygg	«Som bygget»
	[kg CO ₂ / år]	[kg CO ₂ / år]	[kg CO ₂ / år]
Materialbruk	37 277	-	11 101
Stasjonær energi	55 152	45 957	39 834
Transport	175 578	108 538	108 538
Total	268 007	154 495	159 473
Reduksjon ifht. referansebygg [%]			-40 %

Tabell 2.2: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. m²*år for Kristian August gate 13, hele bygget.

	Referansebygg	Prosjektert bygg	«Som bygget»
	[kg CO ₂ /m ² *år]	[kg CO ₂ /m ² *år]	[kg CO ₂ /m ² *år]
Materialbruk	9,20	-	2,74
Stasjonær energi	13,62	11,35	9,84
Transport	43,35	26,80	26,80
Total	66,17	38,15	39,38
Reduksjon ifht. referansebygg [%]			-40 %

Tabell 2.3: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. person*år for Kristian August gate 13, hele bygget.

	Referansebygg	Prosjektert bygg	«Som bygget»
	[kg CO ₂ / person*år]	[kg CO ₂ / person*år]	[kg CO ₂ / person*år]
Materialbruk	192	-	57
Stasjonær energi	284	237	205
Transport	905	559	559
Total	1 381	796	822
Reduksjon ifht. referansebygg [%]			-40 %

Målet for klimagassreduksjon fra materialbruk er nådd med god margin, grunnet at en stor del av eksisterende bærekonstruksjon og dekker er beholdt. Det er også benyttet høy andel ombruk i byggeprosjektet, spesielt i bæresystem og dekker som har bidratt i stor grad til klimagassreduksjon fra materialbruk.

For klimagassutslipp fra energibruk har det vært utfordrende å nå målet om reduksjon av klimagassutslipp, grunnet at eksisterende bygningskropp er bevart. Bruk av fjernvarme til oppvarming bidrar imidlertid til en reduksjon også her, selv om total energibruk er høyere enn for referansealternativet.

Byggets sentrale plassering og lave parkeringstilgjengelighet gir også gode resultater for klimagassutslipp fra transport, selv om målet om 50% reduksjon av klimagasser ikke er nådd.

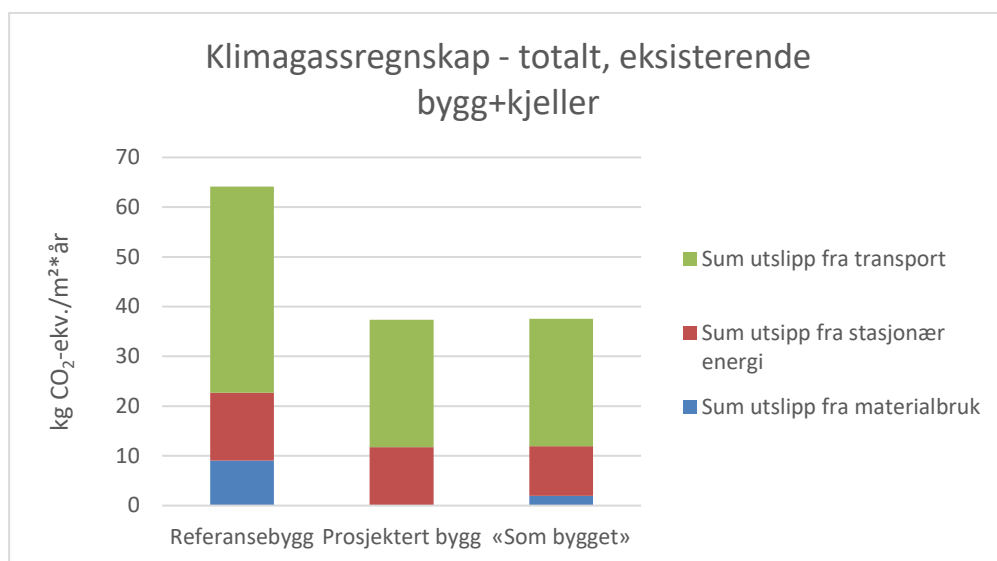
2.2. Eksisterende bygg+kjeller

Prosjektets totale klimagassutslipp er sammenlignet med referanseberegningen redusert med 41 % for "som bygget" for rehabilitering av eksisterende bygg og kjeller.

Klimagassutslippet for prosjektet «som bygget» er beregnet til **37,54 kg CO₂-ekv./m²*år**, og **822 kg CO₂-ekv./person*år**. Totalt for bygget utgjør dette **125 760 kg CO₂-ekv./år**

I tabell 2.4 er reduksjonene for alternativene vist for henholdsvis materialbruk, stasjonær energibruk til drift av bygget og person- og varetransport i driftsfasen.

Figur 2.2: Fordeling av beregnede klimagassutslipp [kg CO₂-ekv./ m²* år] for Kristian August gate 13, Kristian August gate 13, eksisterende bygg+kjeller.



Tabell 2.4: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. år for Kristian August gate 13, eksisterende bygg+kjeller.

	Referansebygg	Prosjektert bygg	«Som bygget»
	[kg CO ₂ / år]	[kg CO ₂ / år]	[kg CO ₂ / år]
Materialbruk	30 344	-	6 663
Stasjonær energi	45 620	39 359	33 238
Transport	138 890	85 859	85 859
Total	214 853	125 217	125 760
Reduksjon ifht. referansebygg [%]			-41 %

Tabell 2.5: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. m²*år for Kristian August gate 13, eksisterende bygg+kjeller.

	Referansebygg	Prosjektert bygg	«Som bygget»
	[kg CO ₂ /m ² *år]	[kg CO ₂ /m ² *år]	[kg CO ₂ /m ² *år]
Materialbruk	9,06	-	1,99
Stasjonær energi	13,62	11,75	9,92
Transport	41,46	25,63	25,63
Total	64,14	37,38	37,54
Reduksjon ifht. referansebygg [%]			-41 %

Tabell 2.6: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. person*år for Kristian August gate 13, eksisterende bygg+kjeller.

	Referansebygg	Prosjekttert bygg	«Som bygget»
	[kg CO ₂ / person*år]	[kg CO ₂ / person*år]	[kg CO ₂ / person*år]
Materialbruk	198	-	44
Stasjonær energi	298	257	217
Transport	908	561	561
Total	1 404	818	822
Reduksjon ifht. referansebygg [%]			-41 %

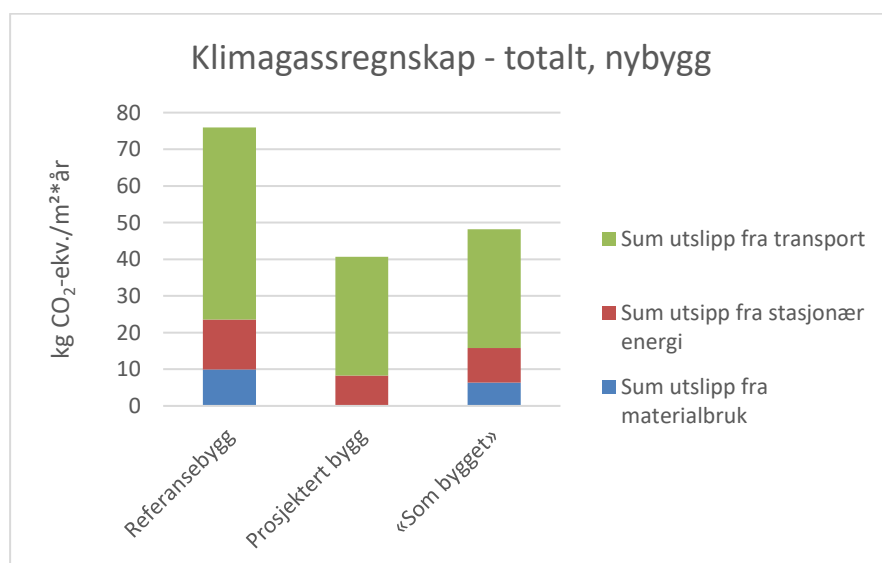
2.3. Nybygg

Prosjektets totale klimagassutslipp er sammenlignet med referanseberegningen redusert med 37 % for "som bygget".

Klimagassutslippet for prosjektet «som bygget» er beregnet til **48,16 kg CO₂-ekv./m²*år**, og **822 kg CO₂-ekv./person*år**. Totalt for bygget utgjør dette **33 714 kg CO₂-ekv./år**

I tabell 2.7 er reduksjonene for alternativene vist for henholdsvis materialbruk, stasjonær energibruk til drift av bygget og person- og varetransport i driftsfasen.

Figur 2.3: Fordeling av beregnede klimagassutslipp [kg CO₂-ekv./ m²* år] for Kristian August gate 13, nybygg.



Tabell 2.7: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. år for Kristian August gate 13, nybygg.

	Referansebygg	Prosjekttert bygg	«Som bygget»
	[kg CO ₂ / år]	[kg CO ₂ / år]	[kg CO ₂ / år]
Materialbruk	6 932	0	4 439
Stasjonær energi	9 532	5 784	6 596
Transport	36 688	22 680	22 680
Total	53 152	28 463	33 714
Reduksjon ifht. referansebygg [%]			-37 %

Tabell 2.8: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. m²*år for Kristian August gate 13, nybygg.

	Referansebygg	Prosjektert bygg	«Som bygget»
	[kg CO ₂ /m ² *år]	[kg CO ₂ /m ² *år]	[kg CO ₂ /m ² *år]
Materialbruk	9,90	-	6,34
Stasjonær energi	13,62	8,26	9,42
Transport	52,41	32,40	32,40
Total	75,93	40,66	48,16
Reduksjon ifht. referansebygg [%]			-37 %

Tabell 2.9: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. person*år for Kristian August gate 13, nybygg.

	Referansebygg	Prosjektert bygg	«Som bygget»
	[kg CO ₂ / person*år]	[kg CO ₂ / person*år]	[kg CO ₂ / person*år]
Materialbruk	169	0	108
Stasjonær energi	232	141	161
Transport	895	553	553
Total	1 296	694	822
Reduksjon ifht. referansebygg [%]			-37 %

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.

3.1. Prosjektfaser – forutsetninger og delresultater

3.1.1. Referansebygg

Som referansebygg er det lagt til grunn et kontorbygg som har et netto energibehov iht. minimumskrav i Forskrift om tekniske krav til byggverk.

Forutsetninger energibruk i drift - referanseberegning:

- Spesifikt netto energibehov [kWh/m² *år] tilsvarende rammekravet i teknisk forskrift
- 60 % av varmebehovet dekkes av elkjel (systemvirkningsgrad 0,86) og 40 % av varmebehovet dekkes av panelovner (systemvirkningsgrad 0,92).
- 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 – hele bygget

Referansebygg	Netto energibehov [kWh/m ² *år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp Scenario 1 [kg CO ₂ - ekv/m ² *år]	Klimagassutslipp Scenario 2 [kg CO ₂ - ekv/m ² *år]
Elspesifikk energi	71	100 % el	1,1	4,2
Varme	30	60 % elkjel 40 % panelovn	0,5	8,7
Kjøling	14	100 % lokal kjøling	0,1	0,7
Sum	115	-	1,8	13,6

3.1.2. Prosjektert bygg

Byggets netto energibehov er beregnet ved hjelp av beregningsprogrammet SIMIEN, se energibudsjett i tabell 3.2 Beregningene viser at byggets netto energibehov er økt med 23,8 % i forhold til rammekravet i teknisk forskrift.

Det ble i forprosjektfasen utarbeidet en energiforsyningsstudie iht. kravene i BREEAM som så på mulige energikilder og forsyningsløsninger til bygget. Anbefalingen fra studiet var å videreføre eksisterende løsning med fjernvarme og kjøleløsning basert på elektrisitet (DX eller tørrkjøler). Solenergi kunne ikke anbefales som følge av lite tilgjengelig areal og lav lønnsomhet.

Siden ombruk har høy prioritet i prosjektet er det valgt å beholde de eksisterende konstruksjonene i KA13 i så stor grad som mulig. Etterisolering av ytterveggene (betong og siporex) har i liten grad vært mulig uten å gå på kompromiss med fasadens uttrykk eller risikere frost- og fuktproblematikk på grunn av endrede temperaturforhold i vegg. Det er jobbet mye med passive tiltak og optimalisering av tekniske anlegg, men uten at det eksisterende bygget kommer ned til nivået for dagens forskriftskrav når det gjelder energi. Tilbygget innfrir energikravene i TEK 17, men har mye fasadeareal i forhold til bruksareal og det er utfordrende å optimalisere byggets behov for energi ytterligere.

Tabell 3.2: Energibudsjett for KA 13, hele bygget. Beregnet netto energibehov i henhold til NS 3031.

Energipost	Energibehov	Spesifikt Energibehov
1a Romoppvarming	119 740 kWh	30,0 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	40 060 kWh	10,0 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	27 085 kWh	6,8 kWh/m ²
3a Vifter	61 080 kWh	15,3 kWh/m ²
3b Pumper	11 733 kWh	2,9 kWh/m ²
4 Belysning	67 696 kWh	17,0 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	186 140 kWh	46,7 kWh/m ²
6a Romkjøling	32 783 kWh	8,2 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	22 917 kWh	5,7 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	569 235 kWh	142,7 kWh/m²

Tabell 3.3: Energibudsjett for KA 13, Eksisterende bygg pluss kjeller. Beregnet netto energibehov i henhold til NS 3031.

Energibudsjett reelle verdier (§14-2 (5))		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	107292 kWh	30,4 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	37538 kWh	10,6 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	24785 kWh	7,0 kWh/m ²
3a Vifter	56344 kWh	15,9 kWh/m ²
3b Pumper	10982 kWh	3,1 kWh/m ²
4 Belysning	61946 kWh	17,5 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	170329 kWh	48,2 kWh/m ²
6a Romkjøling	29683 kWh	8,4 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	21039 kWh	6,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	519938 kWh	147,1 kWh/m ²

Tabell 3.4: Energibudsjett for KA 13, tilbygg. Beregnet netto energibehov i henhold til NS 3031.

Energibudsjett reelle verdier (§14-2 (5))		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	12448 kWh	27,1 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	2522 kWh	5,5 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	2300 kWh	5,0 kWh/m ²
3a Vifter	4736 kWh	10,3 kWh/m ²
3b Pumper	751 kWh	1,6 kWh/m ²
4 Belysning	5750 kWh	12,5 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	15811 kWh	34,4 kWh/m ²
6a Romkjøling	3100 kWh	6,8 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	1878 kWh	4,1 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	49297 kWh	107,4 kWh/m ²

Følgende forutsetninger gjelder for klimagassberegningene.

- Det er forutsatt at all elektrisk energiforsyning vil skje med el fra nettet
- Videre er det forutsatt at all varmforsyning gjøres med fjernvarme, med en systemvirkningsgrad på 0,88
- Kjølebehovet dekkes 100% av kjølebatterier med en systemvirkningsgrad på 2,45

Det er gjennomført beregninger for to scenarier for strøm:

- Scenario 1, norsk forbruksmiks på 16,2 g CO₂ ekv/kWh
- Scenario 2, Europeisk (EU28+NO), 60 years forecasted average på 123 g CO₂ ekv/kWh
- Scenario 2 er hovedscenario

For fjernvarme er det benyttet en utslippsfaktor på 11 g CO₂ ekv./kWh som tilsvarer Hafslund sin fjernvarmemiks i Oslo. Klimagassutslipp fra avfallsforbrenning er ikke inkludert.

Byggets beregnede klimagassutslipp som prosjektert er for scenario 2, 11,3 kg CO₂-ekv/m²*år, se tabell 3.5. Dette utgjør en reduksjon på 16,9% i forhold til referansebygget.

Tabell 3.5: Oversikt over energibehov, energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for prosjektert bygg. Hele bygget

Prosjektert bygg, hele bygget	Netto energibehov [kWh/m ² *år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år] Scenario 1	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år] Scenario 2
Elspesifikk energi	46,0	32%	1,3	10,1
Varme	83,1	58%	0,6	0,6
Kjøling	14,4	10%	0,1	0,7
Sum	143,5	-	2,0	11,3

Tabell 3.6: Oversikt over energibehov, energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for prosjektert bygg. Eksisterende bygg+kjeller

Prosjektert bygg, eksisterende+kjeller	Netto energibehov [kWh/m ² *år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år] Scenario 1	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år] Scenario 2
Elspesifikk energi	84,7	57 %	1,4	10,4
Varme	48,1	33 %	0,6	0,6
Kjøling	14,4	10 %	0,1	0,7
Sum	147,1	-	2,1	11,7

Tabell 3.7: Oversikt over energibehov, energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for prosjektert bygg. nybygg

Prosjektert bygg, nybygg	Netto energibehov [kWh/m ² *år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år] Scenario 1	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år] Scenario 2
Elspesifikk energi	58,9	55 %	1,0	7,2
Varme	37,6	35 %	0,5	0,5
Kjøling	10,8	10 %	0,1	0,5
Sum	107,3	-	1,5	8,3

3.1.3. «Som bygget»

Byggets beregnede energibehov er korrigert i henhold til byggeprosjektets utførelse.

Tabell 3.8: Energibudsjett for KA 13, hele bygget. Beregnet netto energibehov i henhold til NS 3031.

Energipost	Energibehov	Spesifikt Energibehov
1a Romoppvarming	119 740 kWh	30,0 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	40 060 kWh	10,0 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	27 085 kWh	6,8 kWh/m ²
3a Vifter	61 080 kWh	15,3 kWh/m ²
3b Pumper	11 733 kWh	2,9 kWh/m ²
4 Belysning	67 696 kWh	17,0 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	186 140 kWh	46,7 kWh/m ²
6a Romkjøling	32 783 kWh	8,2 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	22 917 kWh	5,7 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	569 235 kWh	142,7 kWh/m²

Tabell 3.9: Energibudsjett for KA 13, eksisterende bygg+kjeller. Beregnet netto energibehov i henhold til NS 3031.

Energipost	Energibehov	Spesifikt Energibehov
1a Romoppvarming	130 650 kWh	39,0 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	36 515 kWh	10,9 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	16 750 kWh	5,0 kWh/m ²
3a Vifter	39 865 kWh	11,9 kWh/m ²
3b Pumper	12 060 kWh	3,6 kWh/m ²
4 Belysning	67 000 kWh	20,0 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	115 575 kWh	34,5 kWh/m ²
6a Romkjøling	24 790 kWh	7,4 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	16 415 kWh	4,9 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	459 620 kWh	137,2 kWh/m²

Tabell 3.10: Energibudsjett for KA 13, nybygg. Beregnet netto energibehov i henhold til NS 3031.

Energipost	Energibehov	Spesifikt Energibehov
1a Romoppvarming	13 720 kWh	19,6 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	7 000 kWh	10,0 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	3 500 kWh	5,0 kWh/m ²
3a Vifter	8 750 kWh	12,5 kWh/m ²
3b Pumper	1 190 kWh	1,7 kWh/m ²
4 Belysning	14 000 kWh	20,0 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	24 080 kWh	34,4 kWh/m ²
6a Romkjøling	4 200 kWh	6,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	3 430 kWh	4,9 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	79 870 kWh	114,1 kWh/m²

Tabell 3.11: Oversikt over energibehov, energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for prosjektet «som bygget», hele bygget

Som bygget, hele bygget	Netto energibehov [kWh/m ² *år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år] Scenario 1	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år] Scenario 2
Elspesifikk energi	69,8	52 %	1,1	8,6
Varme	51,4	39 %	0,5	0,6
Kjøling	12,1	9 %	0,1	0,6
Sum	133,2	-	1,8	9,8

Tabell 3.12: Oversikt over energibehov, energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for prosjektet «som bygget»

Som bygget, eksisterende+kjeller	Netto energibehov [kWh/m ² *år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år] Scenario 1	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år] Scenario 2
Elspesifikk energi	70,0	51 %	1,1	8,6
Varme	54,9	40 %	0,5	0,7
Kjøling	12,3	9 %	0,1	0,6
Sum	137,2	-	1,8	9,9

Tabell 3.13: Oversikt over energibehov, energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for prosjektet «som bygget»

Som bygget, nybygg	Netto energibehov [kWh/m ² *år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år] Scenario 1	Klimagassutslipp [kg CO ₂ - ekv/m ² *år] Scenario 2
Elspesifikk energi	68,6	60 %	1,1	8,4
Varme	34,6	30 %	0,4	0,4
Kjøling	10,9	10 %	0,1	0,5
Sum	114,1	-	1,6	9,4

3.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra stasjonær energibruk

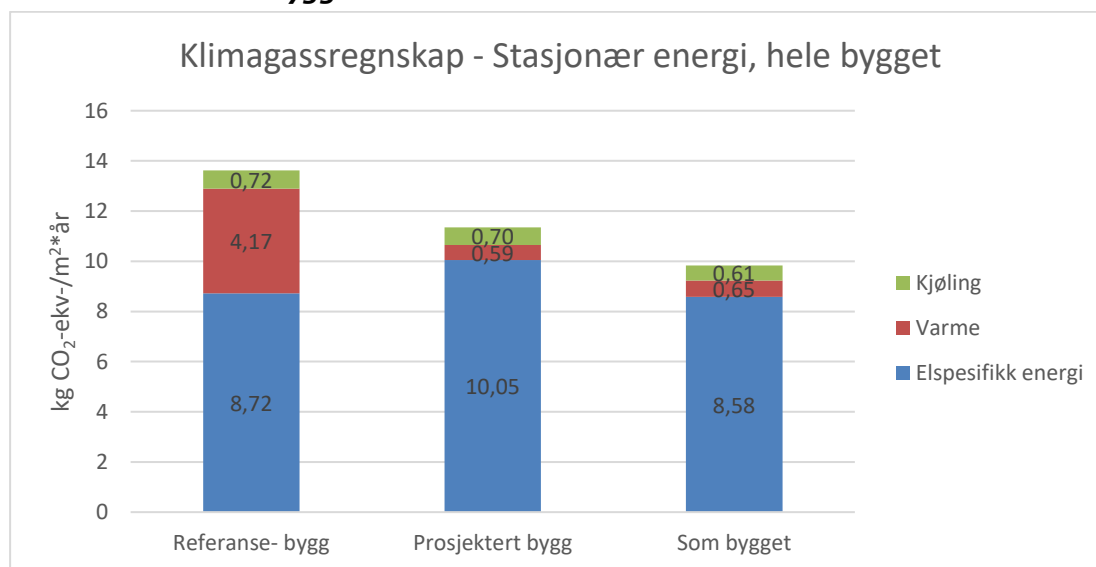
Klimagassreduksjonen er 27,8% fra referansebygget til «som bygget», hvorav hovedårsaken til nedgang i klimagassutslipp er utnyttelse av fjernvarme i stedet for strøm til oppvarming. Tilbygget har også lavere energibehov enn rehabiliteringen, som bidrar til lavere klimagassutslipp.

Følgende kan trekkes fram som hovedgrep for lavest mulig energibehov:

- Godt isolert klimaskjerm, lavt lekkasjetall (målt til 0,9 h⁻¹) for nybygg.
- Høy varmegjenvinning. Roterende varmegjenvinner med temperaturvirkningsgrad
- >80 %
- Automatisk utvendig solavskjerming for solutsatte fasader
- Behovsstyring av belysning og ventilasjon
- Energieffektive vifter, pumper, varme-/kjølemaskiner og belysning

Rehabiliteringen beholder det originale klimaskallet og det har derfor ikke vært mulig å oppnå 50% reduksjon i energibruk i dette prosjektet.

3.2.1. Hele bygget



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

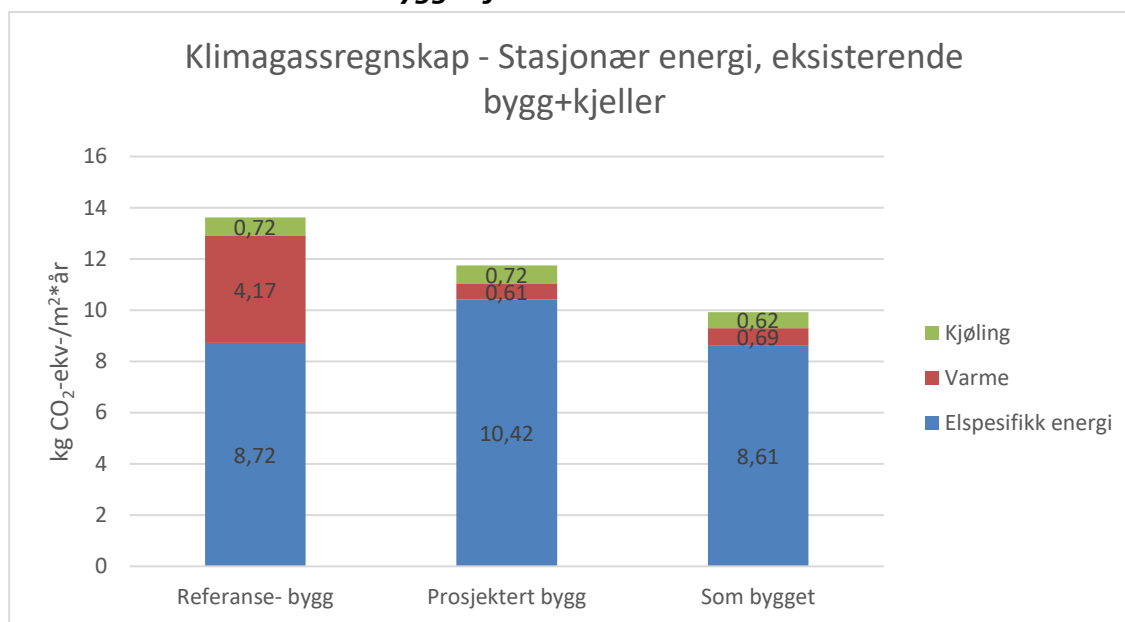
Tabell 3.14: Fordeling av klimagassutslipp pr. energikategori for ulike prosjektfaser, hele bygget:

	Referanse- bygg	Prosjektert bygg		Som bygget		
	kg CO ₂ -ekv. /år	kg CO ₂ - ekv./år	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv./år Scenario 2	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv./år Scenario 1
Elspecifikk energi	35 319	40 718	15,3 %	34 750	-1,6 %	4 576
Varme	16 906	2 400	-85,8 %	2 632	-84,4 %	2 148
Kjøling	2 928	2 839	-3,0 %	2 452	-16,3 %	369
Total	55 152	45 957	-16,7 %	39 834	-27,8 %	7 093

Tabell 3.15: Fordeling av klimagassutslipp pr. person pr. energikategori for ulike prosjektfaser, hele bygget:

	Referanse- bygg	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 Scenario 2	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv./person/ år Scenario 1
Elspesifikk energi	182,1	209,9	15,3 %	179,1	-1,6 %	23,6
Varme	87,1	12,4	-85,8 %	13,6	-84,4 %	11,1
Kjøling	15,1	14,6	-3,0 %	12,6	-16,3 %	1,9
Total	284,3	236,9	-16,7 %	205,3	-27,8 %	36,6

3.2.2. Eksisterende bygg+kjeller



Figur 3.2: Beregnede klimagassutslipp for energi, fordelt på formål; varme, kjøling og elspesifikk, Eksisterende bygg+kjeller

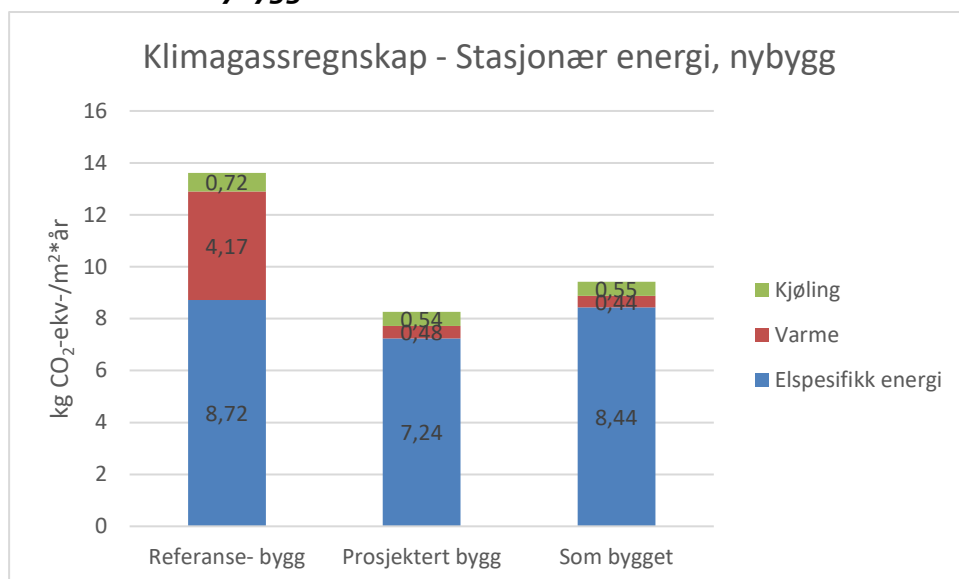
Tabell 3.16: Fordeling av klimagassutslipp pr. energikategori for ulike prosjektfaser, Eksisterende bygg+kjeller:

	Referanse-bygg	Prosjektet bygg		Som bygget		
	kg CO ₂ -ekv./år	kg CO ₂ -ekv./år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./år Scenario 2	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./år Scenario 1
Elspesifikk energi	29 214	34 905	19,5 %	28 844	-1,3 %	3 798
Varme	13 984	2 036	-85,4 %	2 326	-83,4 %	1 841
Kjøling	2 422	2 417	-0,2 %	2 069	-14,6 %	319
Total	45 620	39 359	-13,7 %	33 238	-27,1 %	5 959

Tabell 3.17: Fordeling av klimagassutslipp pr. person pr. energikategori for ulike prosjektfaser, Eksisterende bygg+kjeller:

	Referanse-bygg	Prosjektet 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 Scenario 2	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./person/år Scenario 1
Elspesifikk energi	190,4	227,5	19,5 %	188,0	-1,3 %	24,8
Varme	91,1	13,3	-85,4 %	15,2	-83,4 %	12,0
Kjøling	15,8	15,8	-0,2 %	13,5	-14,6 %	2,1
Total	297,3	256,5	-13,7 %	216,6	-27,1 %	38,8

3.2.1. Nybygg



Figur 3.3: Beregnede klimagassutslipp for energi, fordelt på formål; varme, kjøling og elspesifikk, nybygg.

Tabell 3.18: Fordeling av klimagassutslipp pr. energikategori for ulike prosjektfaser, nybygg:

	Referanse-bygg	Prosjekttert bygg		Som bygget		
	kg CO ₂ -ekv./år	kg CO ₂ -ekv./år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./år Scenario 2	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./år Scenario 1
Elspesifikk energi	6 104	5 070	-16,9 %	5 906	-3,2 %	778
Varme	2 922	333	-88,6 %	306	-89,5 %	306
Kjøling	506	381	-24,7 %	383	-24,3 %	50
Total	9 532	5 784	-39,3 %	6 596	-30,8 %	1 135

Tabell 3.19: Fordeling av klimagassutslipp pr. person pr. energikategori for ulike prosjektfaser, nybygg:

	Referanse-bygg	Prosjekttert 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 Scenario 2	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./person/år Scenario 1
Elspesifikk energi	150,6	125,1	-16,9 %	145,7	-3,2 %	19,2
Varme	72,1	8,2	-88,6 %	7,6	-89,5 %	7,6
Kjøling	12,5	9,4	-24,7 %	9,4	-24,3 %	1,2
Total	235,2	142,7	-39,3 %	162,7	-30,8 %	28,0

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 i carbon designer i OneClick LCA og tilpasset til å være mer representativt gjennom Enova-rapporten «Potensial og barrierer for bruk av klimavennlige materialer». For en fullstendig dokumentasjon av referansebygget, med utslippsfaktorer, levetider og løsninger se vedlegg 2. Følgende arealer er lagt til grunn for å generere referansebyggene.

Tabell 4.1: Grunnleggende parametere for generering av referansebygg.

	Hele bygget	Eksisterende+kjeller	Nybygg
BRA, m ²	4050	3 350	700
BTA (over bakken), m ²	4 054	3 197	857
BTA kjeller, m ²	708	708	0
BTA, totalt	4762	3905	857
Bebygd areal, m ²	705	500	205
Dybde til fjell, m	29,5	29,5	29,5

Tabell 4.2: Referansebygg, hele bygget.

Bygningsdel	Klimagassutslipp, kontorbygg over bakken [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]	Klimagassutslipp, oppvarmet kjeller [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]	Klimagassutslipp, hele bygget [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	2,3	0,4	2,6	29 %
Bæresystemer	0,8	0,1	0,9	9 %
Yttervegger	1,2	0,1	1,4	15 %
Innervegg	0,6	0,1	0,8	8 %
Dekker	2,4	0,5	2,9	32 %
Yttertak	0,6	0,0	0,6	7 %
Trapper og balkonger	0,0	0,0	0,0	0 %
Sum	8,0	1,2	9,2	100 %

Tabell 4.3: Referansebygg, eksisterende bygg+kjeller.

Bygningsdel	Klimagassutslipp, kontorbygg over bakken [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]	Klimagassutslipp, oppvarmet kjeller [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]	Klimagassutslipp, Eksisterende+kjeller [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	2,1	0,4	2,58	29 %
Bæresystemer	0,8	0,1	0,85	9 %
Yttervegger	1,2	0,2	1,33	15 %
Innervegg	0,6	0,1	0,75	8 %
Dekker	2,3	0,6	2,90	32 %
Yttertak	0,6	0,0	0,62	7 %
Trapper og balkonger	0,0	0,0	0,03	0 %
Sum	7,6	1,4	9,06	100 %

Tabell 4.4: Referansebygg, nybygg.

Bygningsdel	Klimagassutslipp, nybygg [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	2,9	29 %
Bæresystemer	1,0	10 %
Yttervegger	1,5	15 %
Innervegg	0,8	8 %
Dekker	3,0	30 %
Yttertak	0,8	8 %
Trapper og balkonger	0,0	0 %
Sum	9,9	100 %

4.1.2. Prosjektert bygg

Det er ikke utarbeidet klimaregnskap for prosjektert bygg.

4.1.3. «Som bygget»

Bygget ble ferdigstilt i 2020. Det er benyttet faktiske materialmengder fra prosjektet, hentet fra BIM-modell, datert 16.09.2020. Dette er kombinert med arbeidstegninger fra ARK og RIB for å sikre riktig oppbygning av vegger, himlinger og dekker. Inkluderte faser er A1-A3 og fase B4-B5 (utskifting av materialer).

Der det har vært tilgjengelig er det benyttet produktspesifikke utslippsdata, spesielt for ombrukelementer gjennomført i masteroppgave av Høydahl og Walther, «Ombruk av byggematerialer og -produkter i et bærekraftsperspektiv» våren 2020. Der det ikke har vært tilgjengelig utslippsdata for ombruksmaterialer er det i stedet benyttet en standard reduksjon på 80% i fase A1-A3.

For en fullstendig oversikt over materialer hentet ut og benyttet i beregningene se vedlegg 2.

Tabell 4.5: Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for bygget slik det ble oppført, hele bygget

Bygningsdel	Klimagassutslipp [kg CO ₂ - ekv/m ² *år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	0,40	14 %
Bæresystemer	0,11	4 %
Yttervegger	0,52	19 %
Innervegg	0,34	12 %
Dekker	1,13	41 %
Yttertak	0,21	8 %
Trapper og balkonger	0,04	1 %
Sum	2,74	100 %

Tabell 4.6: Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for bygget slik det ble oppført, eksisterende bygg+kjeller

Bygningsdel	Oppbygging	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	Eksisterende fundamentering	0,00	0 %
Bæresystemer	Eksisterende søyler i betong og stål. Tilbygg på plan 9 er utført med stålsøyler og bjelker.	0,05	3 %
Yttervegger	Eksisterende betongvegger og kledning er bevart. Trevinduer med aluminiumskledning.	0,39	20 %
Innervegg	Bindingsverksvegg, mineralull, gips hver side. Stålstendere. Systemvegger i glass. Keramisk flis med membran i våtrom. TEWO systemvegger i noen kontorer.	0,39	20 %
Dekker	Eksisterende betongdekker er bevart, unntatt i kjeller, hvor det er nytt betongdekke mot grunn. Påstøp og rehabilitering av noen dekker. Teppeflis i store deler av kontorarealer. Kjeramisk flis med membran i våtrom. Himlingsplater, og mineralull i himling. Sonaspray i himling for akustisk demping.	0,94	47 %
Yttertak	Blågrønne tak. Sedumtak med isolasjon. Eksisterende betongtak er bevart. Terassegulv på balkonger.	0,21	11 %
Trapper og balkonger	Betongramper og innvendig trapp i betong. Eksisterende trapper er bevart. Tretrapp fra 1. etg. Til kjeller.	0,00	0 %
Sum		1,99	100 %

Tabell 4.7: Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for bygget slik det ble oppført, nybygg

Bygningsdel	Oppbygging	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	Pelefundamentering med stålkjernerpeler.	2,29	36 %
Bæresystemer	Stålsøyler og bjelker. Eksisterende betongsøyler i 1.etg er bevart.	0,39	6 %
Yttervegger	Klimavegg m/utvendig vindsperre (GU-X), bindingsverk med trestender og mineralull, dampsperre, innvendig gips Vinduer er i stor grad gjenbrukt. Trevinduer med aluminiumskledning. Ombrukte fasadeplater i metall og fibersement.	1,10	17 %
Innervegg	Liten grad av innervegger Bindingsverksvegg, mineralull, gips hver side. Stålstendere. Systemvegger i glass. Keramisk flis med membran i våtrom. TEWO systemvegger i noen kontorer.	0,06	1 %
Dekker	Hulldykker Ombrukte hulldykker Himlingsplater, og mineralull i himling. Sonaspray for akustisk demping.	2,07	33 %
Yttertak	Blågrønne tak. Sedumtak med isolasjon. Eksisterende betongtak er bevart.	0,23	4 %
Trapper og balkonger	Ståltrapp langs nybygg Betongtrapp opp til bakgård.	0,20	3 %
	Sum	6,34	100%

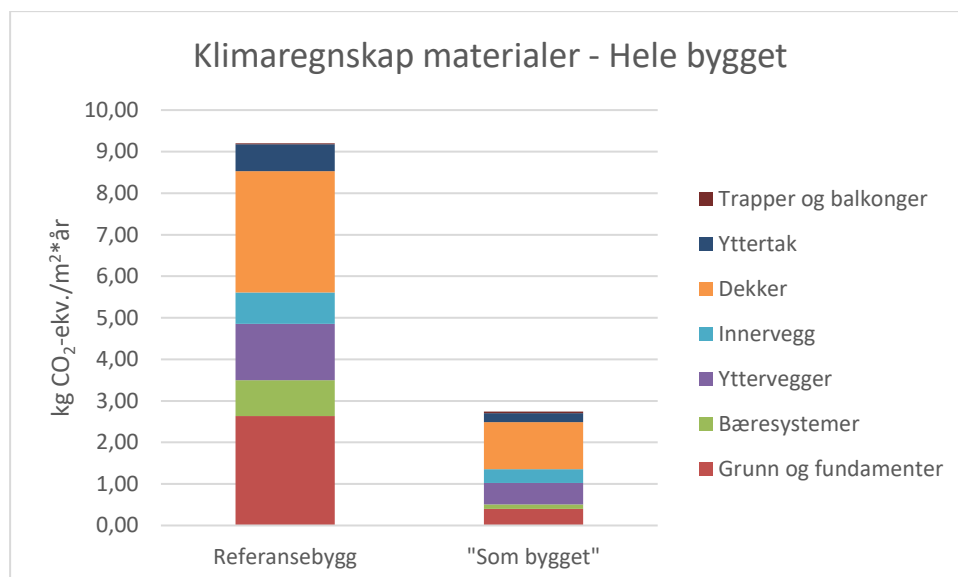
4.1.4. «I drift» (etter 2 år)

For materialbruk vil klimagassutslipp «i drift» være det samme som «som bygget»

4.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra materialbruk

4.2.1. Hele bygget

Beregningene viser at for prosjektet sammenlignet med referanseberegningen oppnås utslippsreduksjoner på 70% % for «som bygget». Det er ingen endringer i materialbruk fra "som bygget" til "i drift".



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

Tabell 4.8: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel for ulike prosjektfaser:

	Referansebygg	"Som bygget"	
	kg CO ₂ -ekv./år	kg CO ₂ -ekv./år	% red saml. med ref
Grunn og fundamenter	10 656	1 605	-85 %
Bæresystemer	3 524	450	-87 %
Yttervegger	5 483	2 089	-62 %
Innervegg	3 068	1 359	-56 %
Dekker	11 815	4 586	-61 %
Yttertak	2 623	864	-67 %
Trapper og balkonger	109	148	36 %
Total	37 277	11 101	-70 %

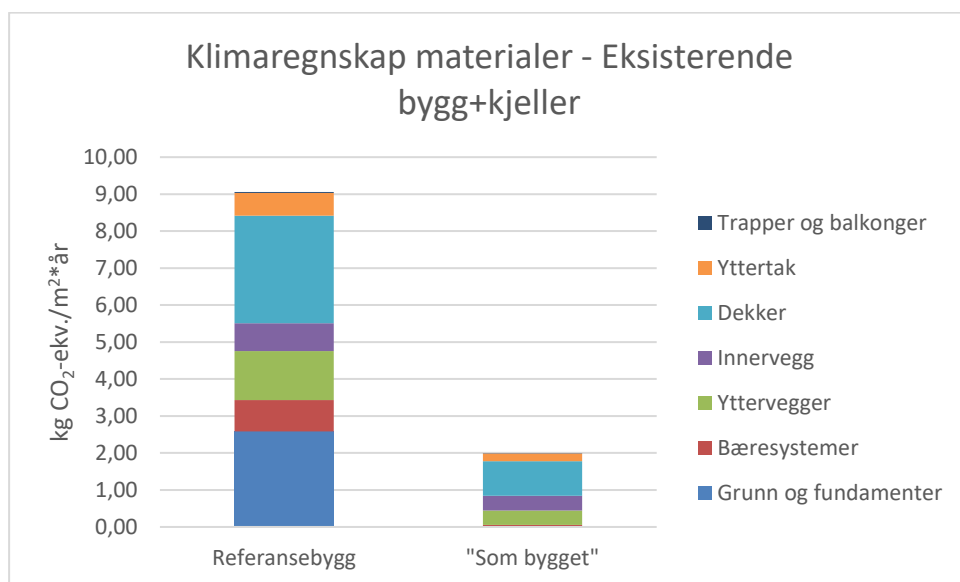
Tabell 4.9: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel pr. person for ulike prosjektfaser:

	Referansebygg	"Som bygget"	
	kg CO ₂ -ekv./person*år	kg CO ₂ -ekv./person*år	% red saml. med ref
Grunn og fundamenter	54,9	8,3	-85 %
Bæresystemer	18,2	2,3	-87 %
Yttervegger	28,3	10,8	-62 %
Innervegg	15,8	7,0	-56 %
Dekker	60,9	23,6	-61 %
Yttertak	13,5	4,5	-67 %
Trapper og balkonger	0,6	0,8	36 %
Total	192,1	57,2	-70 %

Hovedårsaken til reduksjon i klimagassutslipp er at eksisterende bygningskropp og bæresystemer er bevart. Det er også høy grad av ombruk i nybygg som medfører reduksjon i klimagassutslipp.

4.2.2. Eksisterende bygg+kjeller

Beregningene viser at for prosjektet sammenlignet med referanseberegningen oppnås utslippsreduksjoner på 78 % for som bygget. Det er ingen endringer i materialbruk fra "som bygget" til "i drift".



Figur 4.2: Fordeling av klimagassutslipp pr konstruksjon for de enkelte prosjektfasene

Tabell 4.10: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel for ulike prosjektfaser:

	Referansebygg	"Som bygget"	
	kg CO ₂ -ekv./år	kg CO ₂ -ekv./år	% red saml. med ref
Grunn og fundamenter	8 652	0	-100 %
Bæresystemer	2 847	177	-94 %
Yttervegger	4 447	1 321	-70 %
Innervegg	2 524	1 315	-48 %
Dekker	9 718	3 139	-68 %
Yttertak	2 068	705	-66 %
Trapper og balkonger	87	6	-93 %
Total	30 344	6 663	-78 %

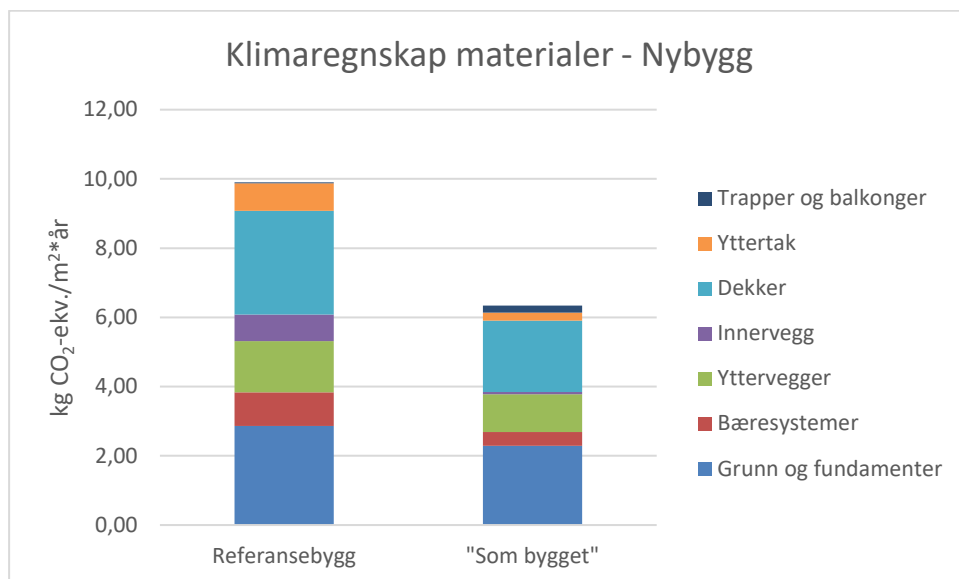
Tabell 4.11: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel pr. person for ulike prosjektfaser:

	Referansebygg	"Som bygget"	
	kg CO ₂ -ekv./person*år	kg CO ₂ -ekv./person*år	% red saml. med ref
Grunn og fundamenter	56,6	0,0	-100 %
Bæresystemer	18,6	1,2	-94 %
Yttervegger	29,1	8,6	-70 %
Innervegg	16,5	8,6	-48 %
Dekker	63,5	20,5	-68 %
Yttertak	13,5	4,6	-66 %
Trapper og balkonger	0,6	0,0	-93 %
Total	198,3	43,5	-78 %

For det eksisterende bygget er mye av bygningskroppen bevart, som gir store reduksjoner for bæresystemer, yttervegger, dekker og yttertak. Eksisterende fundamentering er også bevart, bortsett fra gulv mot grunn som er inkludert i dekker. Dette gjør at nybygget får svært lave klimagassutslipp sammenlignet med referansebygget.

4.2.3. Nybygg

Beregningene viser at for prosjektet sammenlignet med referanseberegningen oppnås utslippsreduksjoner på 36 % for som bygget. Det er ingen endringer i materialbruk fra "som bygget" til "i drift".



Figur 4.3: Fordeling av klimagassutslipp pr konstruksjon for de enkelte prosjektfasene

Tabell 4.11: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel for ulike prosjektfaser:

	Referansebygg	"Som bygget"	
	kg CO ₂ -ekv./år	kg CO ₂ -ekv./år	% red saml. med ref
Grunn og fundamenter	2 004	1 605	-20 %
Bæresystemer	677	273	-60 %
Yttervegger	1 036	768	-26 %
Innervegg	543	44	-92 %
Dekker	2 097	1 447	-31 %
Yttertak	554	159	-71 %
Trapper og balkonger	21	143	581 %
Total	6 932	4 439	-36 %

Tabell 4.12: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel pr. person for ulike prosjektfaser:

	Referansebygg	"Som bygget"	
	kg CO ₂ -ekv./ person*år	kg CO ₂ -ekv./ person*år	% red saml. med ref
Grunn og fundamenter	48,9	39,1	-20 %
Bæresystemer	16,5	6,7	-60 %
Yttervegger	25,3	18,7	-26 %
Innervegg	13,3	1,1	-92 %
Dekker	51,1	35,3	-31 %
Yttertak	13,5	3,9	-71 %
Trapper og balkonger	0,5	3,5	581 %
Total	169,1	108,3	-36 %

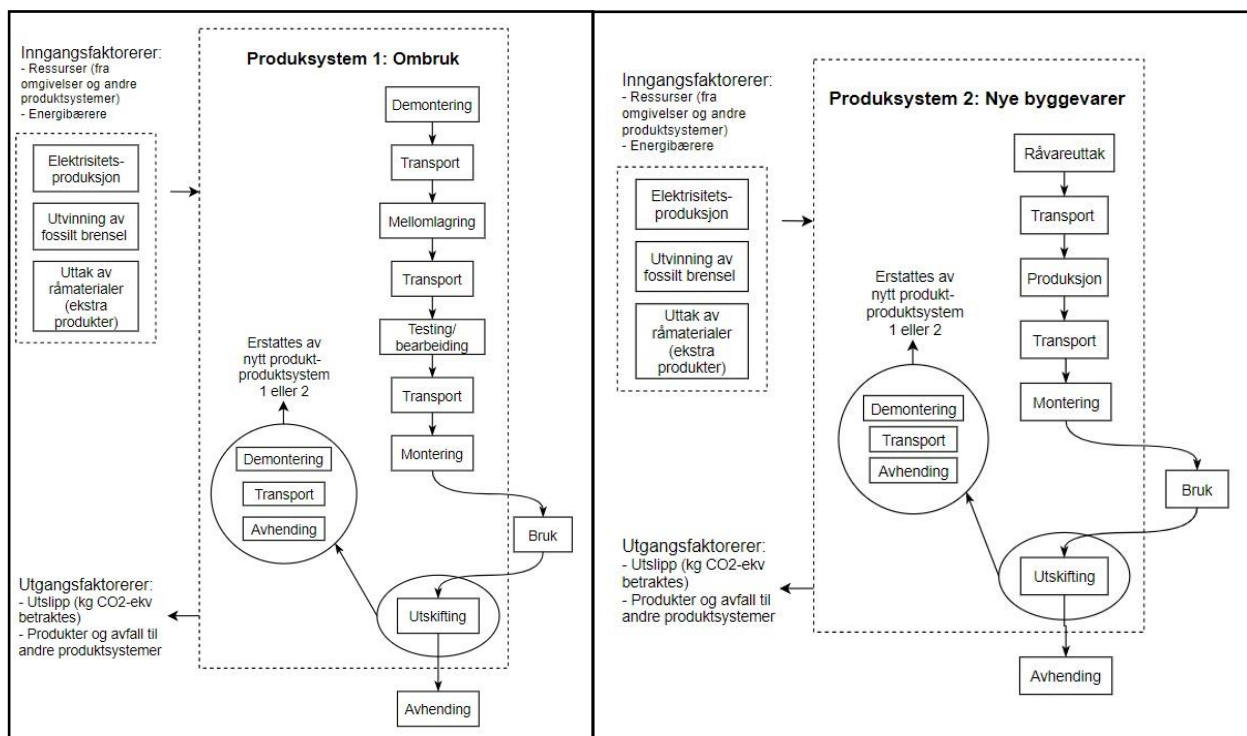
For nybygget benytter bærekonstruksjonen i stål stor grad av ombrukte materialer. Det er også brukt ombrukte hulldekker og fasadeplater som bidrar til reduksjon. Byggets planløsning gjør at det er lite behov for innervegger, noe som gjør at denne posten avviker mest fra referansebygget. For en fullstendig liste over ombrukte elementer brukt i klimagassberegningene, se vedlegg 2.

4.3. Drøfting av resultater

Prosjektet har gjort en betydelig innsats i å finne og bruke ombruksmaterialer. Blant materialer som er ombrukt er stålkonstruksjon, hulldekker, vinduer og himlingsplater.

To masterstudenter på NTNU (Vilde Vår Høydahl og Hanna Walter) har – samtidig med byggeprosessen i 2020 - beregnet miljøeffekter for seks ombrukte elementer: Stålkonstruksjoner, hulldekker, vinduer, kjølebafler, himlingsplater og fasadeplater. Fagrådgivere for de ulike bygningsdelene har gitt innspill til grunnlaget for vurderingene. Resultater fra miljøanalysene er oppgitt under de aktuelle avsnitt, og i tabellene under.

For de materialene det er gjort utslippsberegninger for i masteroppgaven, er resultatene benyttet direkte for å estimere utslippene for ombruksmaterialer. For resterende materialer som innervegger, gipsplater og fliser er det ikke gjort egne beregninger. Her er det benyttet et konservativt estimat på 80% reduksjon i forhold til nytt materiale, etter samråd med Futurebuilt og fagfolk internt i Asplan Viak og fra NTNU.

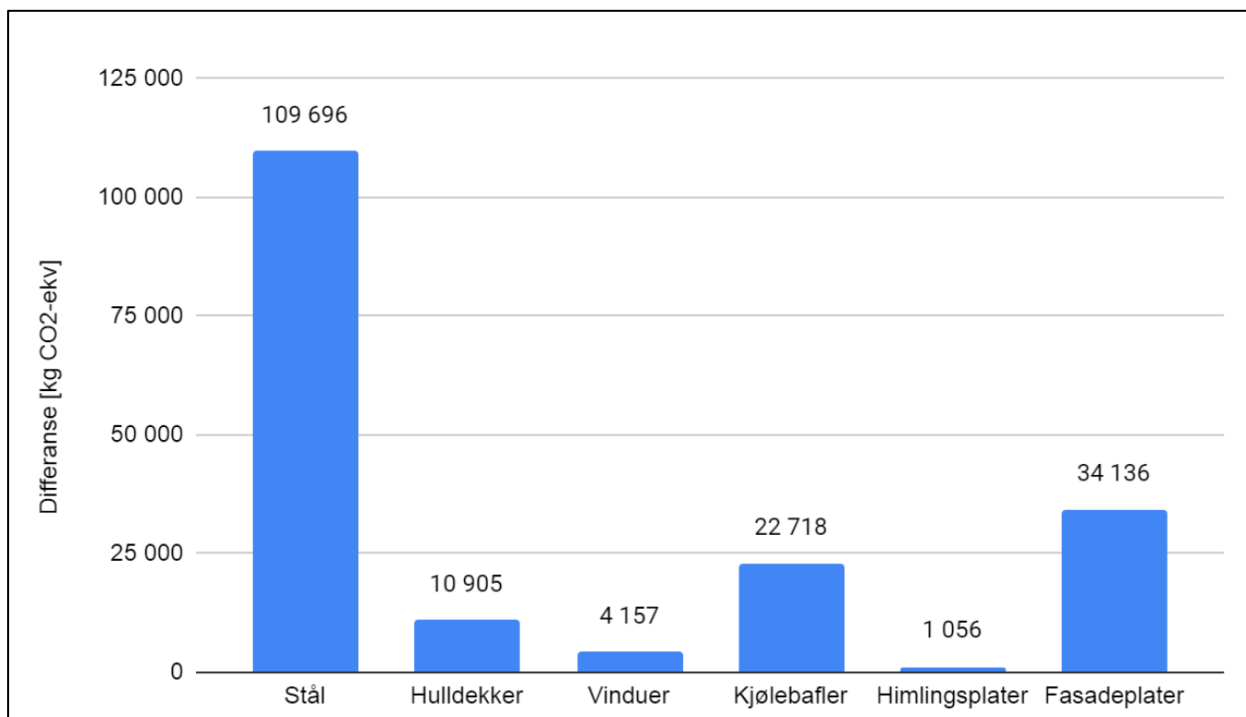


Figur 4.4: Sammenligning av systemgrenser for ombrukte byggeprodukter og nye byggevarer. (Høydahl og Walter 2020).

Den største klimanytten for prosjektet kommer fra ombrukt stålkonstruksjon, hulldekker og vinduer. Spesielt stålfiler, fasadeplater og hulldekker har lang levetid og trenger dermed ikke å byttes ut med nye materialer i løpet av byggets levetid. Ombruk av vinduer er også relativt enkelt hvis de kan demonteres hele og tilpasses til prosjektet, som er tilfelle for Kristian August gate 13. Ombruk av stålfiler, hulldekker og fasadeplater bidrar i seg selv til en besparelse på 155 tonn CO₂ ekvivalenter i løpet av byggets levetid.

Tabell 4.12: Besparelse i kg CO₂-ekv/enhet for de analyserte materialkategoriene i fase A1-A4. (Høydahl og Walter 2020):

Materialkategori	Utslipp per enhet ombruk [kg CO ₂ -ekv/enhet]	Utslipp per enhet nytt [kg CO ₂ -ekv/enhet]	Enhet	Besparelse
Stål	0,07	2,5	kg	97%
Hulldekker	13,9	124,9	tonn	89%
Vinduer	13	161,5	stk	92%
Kjølebafler	8,9	173,4	stk	95%
Himlingsplater	0,01	0,65	m ²	98%
Fasadeplater	1,4	50,7	m ²	97%



Figur 4.5: Oversikt over utslippsbesparelser av ombrukte produkter i KA13 sammenlignet med nye alternativer, fase A1-A4. (Høydahl og Walter 2020)

Siden klimagassregnskapet ikke inkluderer tekniske installasjoner og inventar er det også sannsynligvis større besparelser enn det som er avdekket i klimaregnskapet. En rekke VVS-produkter er gjenbrukt, blant annet kjølebafler, radiatorer og sanitærutstyr, i tillegg til en stor mengde inventar som kjøkkeninnredning, hyller, sittebåser og benker.

Kjølebafler i seg selv viser å ha en besparelse på 22 tonn CO₂ ekvivalenter som ikke er vist i klimagassregnskapet, da disse bygningsdelene ikke er medregnet. Resterende bygningsdeler er ikke beregnet i masteroppgaven til Høydahl og Walter, men sannsynligvis vil disse også samlet bidra til en betydelig reduksjon i klimagassutslipp.

Datainnsamling og livsløpsanalyser for ombruksmaterialer er tidkrevende, først og fremst fordi det eksisterer lite erfaringstall og aktivitetsdata beregnes per materialtype. Erfaringstall fra dette prosjektet kan brukes videre, men også i dette prosjektet er det benyttet mange ombruksmaterialer det ikke har vært ressurser og tid til å beregne utslippseffekt av.

I fremtidige prosjekt bør det gjøres vurderinger for flere bygningsdeler, med fokus på de største materialmengdene, og de som ellers bidrar til store klimagassutslipp. Dette gjelder først og fremst betongkonstruksjoner og stålkonstruksjoner, men er også relevant for veggelementer og vinduer. Etter hvert som ombruksmarkedet blir mer etablert er det naturlig at det lages miljøvaredeklarasjoner (EPD) for ombrukte materialer på lik linje med nye materialer. Dette eksisterer allerede blant annet for fasadeplater av gjenbrukt tegl.¹ Sannsynligvis kan resultater fra EPD'er av ombruksprodukter tilpasses tilsvarende produkter, hvis dette blir mer utbredt i markedet. Erfaringene fra prosjektet viser at de store besparelsene gjøres spesielt for bygningsdeler som har lang levetid, som bærekonstruksjonen i stål, men også fasadeplater og hulldekker bidrar med store klimagassbesparelser.

¹ <https://www.epd-norge.no/bygningsplater/gamle-mursten-vagsystemer-facadesystem-med-murstenskaller-skaret-af-genbrugsmursten-article1997-318.html>

5. TRANSPORT

5.1. Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater

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

5.1.1. Referansebygg

Forutsetninger for referansebygg er som følger

For beregninger av transportutslipp for referansebygget tas det utgangspunkt i reisevaneundersøkelse med tilhørende transportmiddelfordeling for Akershus og Oslo. Dette gir en vilkårlig plassering av et kontorbygg i området. Nedenfor listes forutsetninger og antagelser opp for referansebygget. Det eneste som skiller de tre scenariene er antall m2 bygg som inkluderes.

Forutsetninger:

- Antall ansatte: 194 personer (antas at brukerdekningen er 100% året rundt)
- BRA: 4050 m2, 3 350 m2 eller 700 m2
- Tidsperspektiv: 60 år
- Antall dager med kontordrift: 230 dager
- Antall reiser per ansatt (til og fra jobb): 2 reiser per dag.
- Som en justering for besøkende, tjenestereiser varetransport og annet forutsettes 2 reiser per dag med kontordrift per ansatt for andre brukere. Dette er noe under kontor, publikumsattraktivt i tabell 5.1 i regnereglene for Futurebuilt. I sum gir dette 4 reiser per ansatt per dag med kontordrift.
- For referansebygg antas det en transportmiddelfordeling fra RVU i Akershus og Oslo
- Beregninger gjort i egenutviklede modeller basert på reiselengder, turer per dag, reisemiddelfordelinger samt utslippsfaktorer
- Det er tatt utgangspunkt i reiselengder per tur for kontorbygg i henhold til RVU for Akershus og Oslo
- Ingen begrensninger knyttet til parkering i referansebygget, og følgelig ingen påvirkning av reisemiddelfordeling ved parkeringstilgang
- For sammensetningen av bilparken er det lagt til grunn TØI sin trendbane, som viser en gradvis økning i andelen elbiler
- Både veiinfrastruktur allokert til hver kjørt kilometer samt utslipp forbundet med produksjon av kjøretøy er regnet med både for kollektivtransport og personbiler
- Byggets funksjon og type virksomhet: Kontorbygg
- Beregninger gjort i egenutviklede modeller (OmrådeLCA, Asplan Viak)
- Europeisk strømmiks ligger til grunn for utslippsfaktorer tilknyttet elektriske kjøretøy

Tabell 5.1: Transportmiddelfordeling for referansebygg.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	21 %	32 %	48 %

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

Klimagassutslipp	kg CO2-ekv/m ² /år
Bil	31,1
Kollektiv – buss	4,4
Kollektiv – skinnegående	7,9
Sum	43,4

5.1.2. Prosjektert bygg

Det er antatt samme antall reiser per ansatt og andre reiser for prosjektert bygg som for referansen.

Endrede forutsetninger i forhold til referansen:

- Iht. «Regneregler klimagassberegninger i Future Built» er det benyttet tall fra reisevaneundersøkelser for «kontor lokalisert i sentrum, Oslo» i stedet for mer generelle «bolig, kontor, handel i 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 lav parkeringsmulighet «Avgiftsbelagt offentlig» (verdi 0,4), da det er flere p-hus i området som kan benyttes.
 - Dette medfører at 60% av bilreisene til og fra jobb blir erstattet med flere kollektivreiser (75 %), flere gående og syklende (15 %) og økt bilbelegg (samkjøring, 10 %).

Klimagassutslipp for eksisterende bygg+kjeller og nybygg er fordelt på antall reisende. Beregningene forutsetter antall ansatte på 194 personer for hele bygget, som for referansen.

Tabell 5.3: Transportmiddelfordeling når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/syssel	Kollektiv	Bil
Arbeid	30 %	67 %	3 %

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

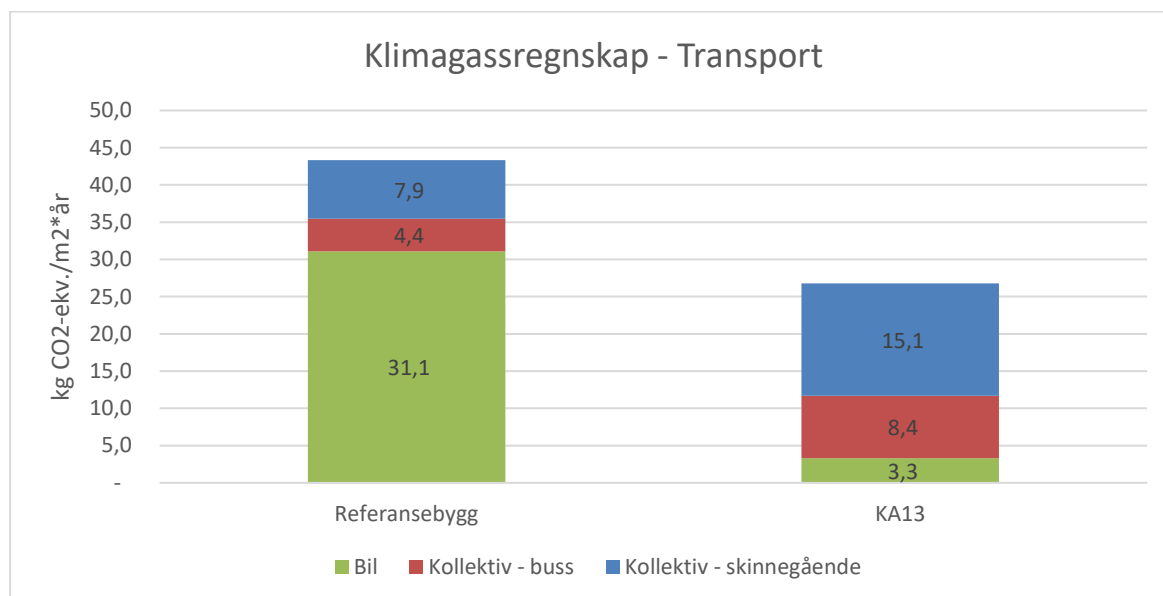
Klimagassutslipp	Arealspesifikt utslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]
Bil	3,3
Kollektiv – buss	8,4
Kollektiv – skinnegående	15,1
Sum	26,8

5.1.3. «Som bygget»

Ingen endringer i forhold til prosjektert løsning.

5.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra transport

Beregningen viser at man oppnår en reduksjon av klimagassutslipp på 38 % ved de tiltak som er gjennomført for transport.



Figur 5.1 Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport Kristian August Gate 13

Tabell 5.5: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport for Kristian August Gate, hele bygget.

	Referansebygg	Hele bygget		Referansebygg	Hele bygget
	kg CO ₂ -ekv./år	kg CO ₂ -ekv./år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./person*år	kg CO ₂ -ekv./person*år
Bil	125 914	13 484	-89 %	649	70
Kollektiv – buss	17 702	33 881	+91 %	91	175
Kollektiv – skinnegående	31 962	61 173	+91 %	165	315
Sum	175 578	108 538	-38 %	905	560

Tabell 5.6: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport for Kristian August Gate, eksisterende bygg+kjeller.

	Referansebygg	Eksist.+kjeller		Referansebygg	Eksist.+kjeller
	kg CO ₂ -ekv./år	kg CO ₂ -ekv./år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./person*år	kg CO ₂ -ekv./person*år
Bil	99 604	10 667	-89 %	649	70
Kollektiv – buss	14 003	26 801	+91 %	91	175
Kollektiv – skinnegående	25 283	48 391	+91 %	165	315
Sum	138 890	85 859	-38 %	905	560

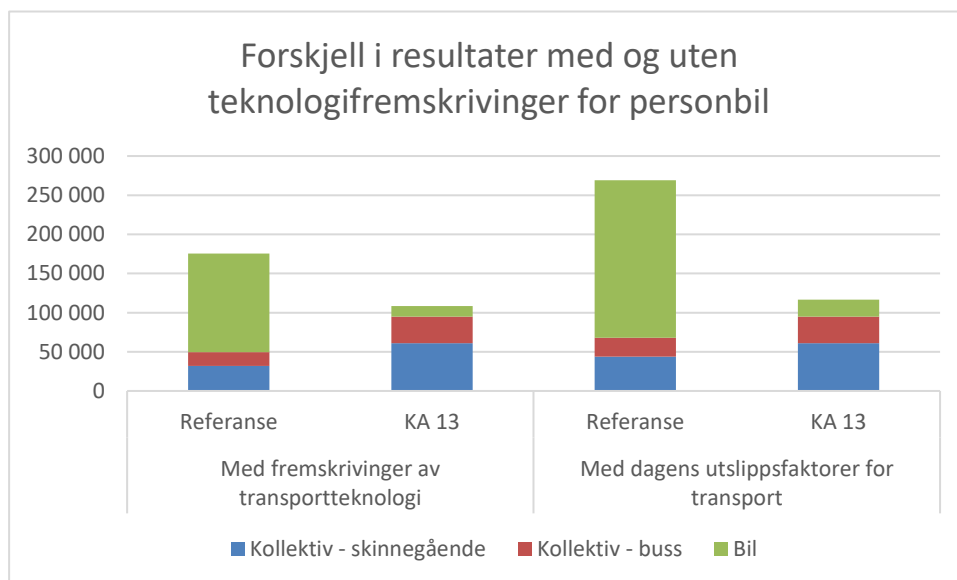
Tabell 5.7: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport for Kristian August Gate, nybygg.

	Referansebygg	Nybygg		Referansebygg	Nybygg
	kg CO ₂ -ekv./år	kg CO ₂ -ekv./år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./person*år	kg CO ₂ -ekv./person*år
Bil	26 310	2 818	-89 %	649	70
Kollektiv – buss	3 699	7 080	+91 %	91	175
Kollektiv – skinnegående	6 679	12 782	+91 %	165	315
Sum	36 688	22 680	-38 %	905	560

Byggets sentrale plassering, samt lav tilgang på parkeringsplasser gjør at bilbruken for bygget reduseres i stor grad sammenlignet med en gjennomsnittlig plassering i Oslo og Akershus. Dette er hovedårsaken til reduksjon i klimagassutslipp fra transport.

5.3. Drøfting av resultater

Beregningene viser at byggets sentrale plassering gir en betydelig økning i antall personer som reiser med kollektivtransport sammenlignet med referansebygget. Andelen kollektivreiser er mer enn doblet fra 32% i referansen til 67% i Kristian August gate 13. Likevel viser ikke resultatene like stor reduksjon i klimagassutslipp. Dette skyldes først og fremst at elbilandelen i referansealternativet også er forventet å øke, som gjør at klimagassutslipp fra personbiltrafikk reduseres betraktelig i referansealternativet. Dette slår ikke like mye ut i utbyggingsalternativet siden personbilandelen er så lav. Fra figur 5.2 ser vi at referansen øker veldig mye hvis vi antar en utslippsfaktor for personbiler lik dagens utslipp fra transport. Reduksjon i klimagassutslipp for Kristian August gate 13 blir 57 % med dagens utslippsfaktor for personbiler.



Figur 5.2: Forskjell i resultater med og uten teknologifremskrivninger for personbil. Med dagens utslippsfaktorer for transport blir reduksjon i klimagassutslipp fra transport 57% sammenlignet med referansen.

Det er forutsatt totalt 4 reiser per arbeidsdag per antall ansatte, som er noe under kontorbygg, publikumsattraktivt. Dette skyldes at Spaces er et ukonvensjonelt kontorbygg som leier ut kontorplasser, og det kan derfor forventes flere reisende enn for et vanlig kontorbygg. Det bør gjennomføres en reisevaneundersøkelse i drift, basert på antall besøkende per dag for å justere betydningen av denne antagelsen.

VEDLEGG

Vedlegg 1: Underlag beregninger for energi

Her presenteres sentrale inndata for energiberegningene «Som bygget».

Eksisterende bygg+kjeller

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	1488	
Areal tak [m ²]:	464	
Areal gulv [m ²]:	663	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	300	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	3353	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	9075	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,75	10 cm porebetong (siporex) innvendig i ytterfasaden.
U-verdi tak [W/m ² K]	0,31	10 cm siporex i tak over kjeller. Nytt yttertak U-verdi 0,20
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,22	Betongdekke inkl. varmemotstand i grunnen
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	0,83	Nye vinduer
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	8,9	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,09	Antatt verdi fra Norconsult-rapport 2011 med tilsvarende veggoppbygning
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	53	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,90	Målt til 0,9 h-1 av Energibbygg
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	83	Nye aggregat

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	83,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,50	Nye aggregat
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	7,00	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	2,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	0,88	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	800	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,0	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	33	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,60	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,60	
Driftstid oppvarming (timer)	12,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	12,0	
Driftstid belysning (timer)	12,0	
Driftstid utstyr (timer)	12,0	
Oppholdstid personer (timer)	12,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]	6,40	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	6,40	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	11,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	11,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	0,80	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	4,00	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,20	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,15	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	1,00/0,63/0,96/0,96	

Nybygg

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	444	
Areal tak [m ²]:	182	
Areal gulv [m ²]:	0	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	173	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	642	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	1795	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,16	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,11	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,00	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	0,97	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	27,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,08	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	77	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,90	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	83	

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	83,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	7,00	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	2,84	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	0,89	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	40	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,0	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	21	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,60	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,60	
Driftstid oppvarming (timer)	12,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	12,0	
Driftstid belysning (timer)	12,0	
Driftstid utstyr (timer)	12,0	
Oppholdstid personer (timer)	12,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m²]	6,40	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m²]	6,40	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m²]	11,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m²]	11,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m²]	0,80	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m²]	4,00	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,20	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,16	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	1,00/0,78/0,91/1,00	

Vedlegg 2: Underlag beregninger for materialer

Referansebygg

Referansebyggene er laget i Carbon Designer i OneClick LCA og det er gjort tilpasninger som beskrevet i tabellene nedenfor, for kontor og oppvarmet kjeller.

Kontor		Løsningsvalg, One Click LCA og valgte løsninger			Kommentar til løsningsvalg for referansenivå
		Element	One Click LCA	Valgte løsninger	
Bære-systemer	Søyler	Stålsøyler (hulprofil)	80 %	37 %	Betongsøyler og -bjelker i 1 etg, resten stålsøyler og -bjelker. Betongbjelker i 1 etg pga. betongsøyler. Blir 33%/67% betong og stål, siden bygget har tre etasjer
		Betongsøyler	20 %	33 %	
	Bjelker	Stålbjelker (valseprofil)	100 %	67 %	
		Betongbjelker	0 %	33 %	
Ytter-vegger	Bærende yttervegg	Betongvegg 200mm, mineralull, utvendig vindspærre (GU-X), utlekting, maling på innside	250 mm glassull 12% av YOM	250 mm steinull 12% av YOM	Beholdt størrelse på betongvegg konstant selv om glassfasade er lagt inn, så glassfasaden spiser kun av stenderverksvegg
		Lettklinker 200 mm, mineralull, utvendig vindspærre (GU-X), utlekting, dampspærre, mørtel mellom lettklinker, mørtel og maling på innside	250 mm glassull 6 % av YOM	250 mm steinull 6 % av YOM	Beholdt størrelse på lettklinkervegg konstant selv om glassfasade er lagt inn, så glassfasaden spiser kun av stenderverksvegg
	Ikke-bærende yttervegg	Klimavegg m/utvendig vindspærre (GU-X), bindingsverk med trestender og mineralull, dampspærre, 1 lag innvendig gips	250 mm glassull 43 % av YOM	250 mm steinull 33 % av YOM	Litt mindre areal i vår referanse, fordi vi har glassfasader. Byttet glassull til steinull.
	Glassfasader/vinduer	Glassfasade	0 %	6% av YOM	Glassfasade benyttes ved inngangsparti/1. etg.
		Trevinduer med alukledning, 3 lag	39% av YOM	42% av YOM	25% av BRA = 42 % av YOM
	Utvendig kledning	Tegl, inkl mørtel	43 % av YOM (70% av tettfelt)	35 % av YOM (70% av tettfelt)	Tegl, inkl. mørtel mellom murstein. 0,02 m3 tørr mørtel / m2 murvegg. Isolasjon er ikke med her, dette er med i klimavegg
		Fibersementplate	18 % av YOM (30% av tettfelt)	15 % av YOM (30% av tettfelt)	
	Dører	Ytterdører i stål	1% av YOM	1% av YOM	

Inner- vegger	Bærende innervegger	Betongvegg 150mm	15% av INV	13% av INV	
		Betongvegg 250mm	0% av INV	2% av INV	Betongvegg heissjakt
		Lettklinker	0% av INV	0% av INV	
	Ikke-bærende innervegger	100mm bindingsverksvegg , mineralull, 1 lag gips hver side, stålstender	100 mm glassull 60% av INV	100 mm steinull 60% av INV	Steinull mer vanlig enn glassull.
	Systemvegger , glassfelt	Glass front systemvegg	20% av INV	20% av INV	Som i Isy Calcus. Har lagt inn glass front systemvegg.
	Kledning og overflate	Maling på gips	100% av gipsvegg	100 % av gipsvegg	Sparkel på gipsvegg er ikke inkludert
		Murpuss + maling på betong og lettklinker	100% av betongvegg	100% av betongvegg	
		Kermaisk flis, flislim og membran	8,5% av INV	8,5% av INV	Keramisk flis på toaletter.
	Dører	Tredører	5% av INV	5% av INV	Tredører
	Frittbærende dekker	265mm betong hulldekke	100% av (BTA-BYA)	100% av (BTA-BYA)	Ekstra lag 20 mm glassull lås inne i One Click, dette er fjernet
Dekker	Gulv på grunn	Betong, dampsperre/radon sperre	300mm betong + 250mm EPS 100% av BYA	100mm betong + 200mm EPS 100% av BYA	Benyttet 100 mm bunnplate og 200 mm EPS når det ikke er behov for ekstra fundamentering.
	Påstøp	50 mm armert påstøp + 20 mm avrettingsmasse	100% av BTA	100% av (BTA-BYA)	Endret til å ikke inkluderer avretting og påstøp på gulv på grunn.
	Gulv-overflate	Teppe	70 % av BRA	70 % av BRA	Uendret
		Parkett	15 % av BRA	15 % av BRA	Uendret
		Vinyl	10 % av BRA	10% av BRA	
		Kermaisk fli, flislim og membran	5 % av BRA	5 % av BRA	
	Faste himlinger og overflate- behandling	Fast gipshimling, malt	50 % av BRA	50 % av BRA	Fast gipshimling, malt
	System- himlinger	Systemhimling + stålprofiler	20 mm mineralullpl ater 50% av BRA	20 mm mineralullpl ater 50% av BRA	

Yttertak	Primær-konstruksjon	265 mm betong hulldekke, dampsperre	300 mm EPS 100% av BYA	250 mm EPS, 50 mm trykkfast steinull 100% av BYA	Endret til 250 mm EPS, 50 mm trykkfast steinull
	Taktekking	Asfalttekking, to lag	100% av BYA	100% av BYA	Asfalttekking, to lag
Trapper og balkonger	Trapper	Betongtrapp			Uendret mengde
	Heissjakt	Betongsjakt	Betong, 250mm	0	Heissjakt er inkludert i innervegger.

Kjeller		Løsningsvalg, One Click LCA og valgte løsninger		
		Element	One Click LCA	Valgte løsninger oppvarmet
Bæresystemer	Søyler	Stålsøyler (hulprofil)	80 %	100 %
		Betongsøyler	20 %	0 %
	Bjelker	Stålbjelker (valseprofil)	100 %	100 %
		Betongbjelker	0 %	0 %
Yttervegger	Bærende yttervegg	Betongvegg, sandwich, 90mm+80mm, vanntett bitumenplate, 190 mm EPS	100% av YUM	100% av YUM
Innervegger	Innervegger	Betongvegg 150mm	0 %	1750 m2 INV
	Kledning og overflate	Maling på gips	100% av gipsvegg	100 % av gipsvegg
		Murpuss + maling på betongvegg	100% av betongvegg	100% av betongvegg
Dekker	Frittbærende dekker	265mm betong hulldekke	100% av (BTA-BYA)	100% av (BTA-BYA)
	Gulv på grunn	Betong, dampsperre/radonsperre	ikke inkludert	ikke inkludert
	Påstøp	50 mm armert påstøp + 20 mm avrettingsmasse	100% av dekker	100% av dekker
	Gulv-overflate	Teppe	70 % av BRA	70 % av BRA
		Parkett	15 % av BRA	15 % av BRA
		Vinyl	10 % av BRA	10% av BRA

		Kermaisk fli, flislim og membran	5 % av BRA	5 % av BRA
		Ubehandlet betong	0 %	0 %
	Faste himlinger og overflatebehandling	Fast gipshimling, malt	50 % av BRA	50 % av BRA
	System-himlinger	Systemhimling + stålprofiler	20 mm mineralullplater 50% av BRA	20 mm mineralullplater 50% av BRA

Utslippsfaktorer benyttet i beregninger for modellbygg

Materiale	Referanse	Enhet	Kommentar
Armering, spenn	2,68	kg CO ₂ ekv/kg	
Armeringsstål	0,62	kg CO ₂ ekv/kg	
Avrettingsmasse	0,47	kg CO ₂ e/kg	
Betong, B35	330	kg CO ₂ ekv/m ³	Bransjereferanse
Betong, B45	360	kg CO ₂ ekv/m ³	Bransjereferanse
Betong, hulldekke, B35	330	kg CO ₂ ekv/m ³	Bransjereferanse
EPS, 80, 16 kg/m ³	71,0	kg CO ₂ e/m ³	EPS 80, 16 kg/m ³
Flislim	0,47	kg CO ₂ e/kg	
Gipsplate, gulv, 13 mm	2,89	kg CO ₂ ekv/m ²	
Gipsplate, standard	2,89	kg CO ₂ ekv/m ²	
Hulldekke	63,7	kg CO ₂ ekv/m ²	Bransjeref, standard spennarm
Innerdør	30,0	kg CO ₂ e/m ²	
Kjeramisk flis	16,9	kg CO ₂ e/m ²	
Konstruksjonsstål, hulprofil	3,62	kg CO ₂ ekv/kg	
Konstruksjonsstål, valseprofil	2,08	kg CO ₂ ekv/kg	
Limtre	43,4	kg CO ₂ e/m ³	
Linoleum	2,89	kg CO ₂ e/m ²	
Massivtre	172	kg CO ₂ e/m ³	
Mineralull, innervegg	35,0	kg CO ₂ ekv/m ³	Snitt av Paroc og Rockwool
Mineralull, trykkfast tak	222	kg CO ₂ ekv/m ³	Steinull, 80 kg/m ³

Mineralull, yttervegg	50,0	kg CO ₂ ekv/m ³	<i>Stenull, 50 kg/m³</i>
Mørtel, tegl	17,3	kg CO ₂ e/m ²	
OSB plate	5,04	kg CO ₂ e/m ²	
Parkett	9,18	kg CO ₂ e/m ²	
Pukk	3,13E-03	kg CO ₂ e/kg	
Sponplater, 667 kg/m ³	4,31	kg CO ₂ e/m ³	<i>Antar 22 mm tykkelse</i>
Takstein	11,1	kg CO ₂ e/m ²	
Tegl	31,1	kg CO ₂ e/m ²	
Teppe	9,08	kg CO ₂ e/m ²	
Trinnlydsplate, glassull, 20 mm	1,76	kg CO ₂ e/m ²	
Utvendig GU-X	1,71	kg CO ₂ ekv/m ²	
Utvendig kledning, maling	0,61	kg CO ₂ e/m ²	
Utvendig kledning, tre	5,42	kg CO ₂ e/m ²	<i>Antar 21 mm tykkelse</i>
Vindu	1,99	kg CO ₂ e/kg	
Vinyl	6,75	kg CO ₂ e/m ²	

Følgende levetider er benyttet for referansebygget. Tilsvarende levetider er brukt for beregning av klimagassutslipp fra utskifting.

Bygningskomponent	Levetid (år)		
	Teknisk	Kommersiell	Brukt i beregninger
Asfaltpapp på tak	20	10	20
Fasadeplater	60	35	60
Keramisk flis	30	25	25
Innerdør (klimadør)	40	25	40
Dampsperre i plast	30	20	60
Murpuss	60	45	60
Gipsplater i vegg og himling, generisk	60	40	40
Høvellast, tre	60	40	60
Mørtel	60	45	60
Tregulv/parkett	60	40	40
Ytterdør (ståldør)	30	25	30
Vinduer inkl rammer, karm og beslag	35	12	35
Avrettingsmasse over dekker	60	45	60
Terrassebord og utvendig kledning av trevirke,	60	40	40
Flislim	60	45	25
Vindsperre av gips, (GU-X)	60	40	60
Vinyl gulvbelegg	25	20	20
Vinylbelegg, vegg, bad	25	20	20
Linoleum gulvbelegg	25	20	20
Innvendig maling	15	15	12
Utvendig maling	15	6	10
Membran, plast	20	15	25
Gulvteppe	15	8	8
Glassfasade	30	30	30

Resultater per materiale, Eksisterende bygg+kjeller

Bygningsdel	Materiale	Mengde	Enhet	A1-A3, kg CO2 ekv	B4-B5, kg CO2 ekv.	Sum
Bæresystemer	Stålbjelke, L, U og I profil	819,00	kg	1 012,12	0,00	1 012,12
	Stålbjelke, L, U og I profil, ombruk	9 368,00	kg	347,31	0,00	347,31
	Stålbjelke hulprofil	3 462,00	kg	8 931,96	0,00	8 931,96
	Stålbjelke, hulprofil ombruk	2 945,00	kg	235,89	0,00	235,89
	Betongsøyle	0,31	m ³	89,06	0,00	89,06
	Armeringsstål til søyle	31,40	kg	16,30	0,00	16,30
Yttervegger	Betongvegg, bærende	96,24	m ³	27 297,00	0,00	27 297,00
	Armeringsstål, til betongvegg	9 624,00	kg	3 464,64	0,00	3 464,64
	13 mm gips	173,89	m ²	295,61	201,97	497,59
	15 mm branngips	10,24	m ²	26,62	17,38	44,00
	48 mm isolasjon	5,22	m ³	112,20	0,00	112,20
	148 mm isolasjon	28,27	m ³	1 636,57	0,00	1 636,57
	98 mm isolasjon	10,65	m ³	351,60	0,00	351,60
	9 mm GU plate	108,72	m ²	184,82	0,00	184,82
	23+48 mm lekt	10,87	m ³	576,22	0,00	576,22
	118 mm Lecavegg	0,63	m ³	73,95	0,00	73,95
	70 mm stenderverk	18,38	kg	16,92	0,00	16,92
	70 mm isolasjon	0,04	m ³	1,45	0,00	1,45
	Dampsperre	108,72	m ²	46,21	148,40	194,61
	250mm isoblokk	16,51	m ²	835,56	0,00	835,56
	Glassfasade, ombruk	11,00	m ²	113,87	175,59	289,46
	Glassfasade	15,00	m ²	1 725,34	1 966,51	3 691,85
	Vinduer	231,83	m ²	14 914,09	15 465,72	30 379,81
	Ytterdør, aluminium med glass	10,00	stk	1 830,00	0,00	1 830,00
	Ytterdør, tre	1,00	stk	96,20	70,26	166,46

	Fasadeplater, ombruk	223,78	m ²	354,59	6 070,19	6 424,77
Inner-vegger	13mm gips	2 099,20	m ²	3 568,64	0,00	3 568,64
	70 mm stenderverk	1 662,78	kg	1 530,47	0,00	1 530,47
	70mm isolasjon	11,32	m ³	373,50	0,00	373,50
	100 mm isolasjon	18,67	m ³	616,21	0,00	616,21
	200 mm TEWO	88,67	m ²	3 449,13	0,00	3 449,13
	innerdør, tre	32,00	stk	2 137,60	1 337,92	3 475,52
	innerdør, tre med glass	8,00	stk	448,00	377,34	825,34
	innerdør,metall	14,00	stk	296,80	771,19	1 067,99
	maling, innervegger med gips	1 292,32	m ²	563,70	2 255,79	2 819,49
	15 mm branngips	485,71	m ²	1 262,85	0,00	1 262,85
	118 mm Lecablokk	0,02	m ³	1,93	0,00	1,93
	100 mm Lecablokk	2,68	m ³	312,76	0,00	312,76
	150 mm Lecablokk	14,02	m ³	1 638,93	0,00	1 638,93
	100mm stender	329,56	kg	303,34	0,00	303,34
	Flis	80,00	m ²	840,00	1 597,62	2 437,62
	Flislim	288,00	m ²	721,46	1 158,30	1 879,76
	Membran	80,00	m ²	85,60	0,00	85,60
	50 mm slisset stålstender	477,30	kg	439,32	0,00	439,32
	15 mm finer	450,00	m ²	1 036,80	0,00	1 036,80
	13 mm gips, ombruk	750,88	m ²	255,30	0,00	255,30
	15 mm branngips, ombruk	62,04	m ²	32,26	0,00	32,26
	70 mm isolasjon, ombruk	7,56	m ³	49,90	0,00	49,90
	100 mm isolasjon, ombruk	2,00	m ³	13,20	0,00	13,20
	70 mm stender, ombruk	400,96	kg	73,81	0,00	73,81
	100 mm stender, ombruk	61,60	kg	11,34	0,00	11,34

	15 mm finer, ombruk	275,54	m ²	126,97	0,00	126,97
	Flis, ombruk	106,00	m ²	222,60	870,29	1 092,89
	Flislim	381,60	m ²	955,93	1 534,75	2 490,68
	Membran	106,00	m ²	113,42	0,00	113,42
	Glassfelt	255,00	m ²	23 151,45	24 356,58	47 508,03
Dekker	Avrettingsmasse	0,06	m ³	17,40	0,00	17,40
	Betong, påstøp på hulldekker	8,31	m ³	1 924,44	0,00	1 924,44
	Plasstøpt dekke	91,42	m ³	25 930,45	0,00	25 930,45
	Tregulv	41,69	m ²	9,01	779,72	788,72
	Teppeflis	1 622,00	m ²	21 086,00	130 327,70	151 413,70
	Flis, 5mm	87,50	m ²	918,75	249,63	1 168,38
	Flislim	87,50	m ²	219,19	0,00	219,19
	Membran	87,50	m ²	93,63	0,00	93,63
	Akustiske himlingsplater, 25 mm	4,75	m ³	338,97	111,92	450,89
	Glassull himlingsplater, 50 mm	9,51	m ³	845,21	0,00	845,21
	Akustiske himlingsplater, 25 mm, ombruk	36,57	m ³	443,37	384,86	828,23
	Glassull himlingsplater, 50 mm, ombruk	73,14	m ³	1 105,51	0,00	1 105,51
	SonaSpray	392,34	m ²	1 059,32	1 904,97	2 964,29
	Armeringsstål, plasstøpt dekke	5,50	kg	1,98	0,00	1,98
Yttertak	30 mm brannisolasjon	4,15	m ³	805,28	226,71	1 031,98
	225 mm isolasjon	31,11	m ³	1 801,28	0,00	1 801,28
	30 mm brannisolasjon	4,15	m ³	805,28	226,71	1 031,98
	Isolasjon 100 mm	131,67	m ³	7 623,00	0,00	7 623,00
	Isolasjon TR 100 mm	131,67	m ³	7 623,00	0,00	7 623,00

	Korrugerte stålplater 10kg/m2	1 380,00	kg	3 513,20	0,00	3 513,20
	Dampsperre	131,67	m ²	55,96	0,00	55,96
	Sedumtak plan 10	172,00	m ²	732,72	0,00	732,72
	Taktekking	400,25	m ²	2 037,27	12 177,53	14 214,80
	Terassegulv, 28 mm	192,01	m ²	1 411,82	0,00	1 411,82
	Overlys	13,51	m ²	942,52	0,00	942,52
	Beslag, parapet	7,81	m ²	421,54	453,88	875,41
Trapper og balkonger	betongtrapp	0,98	m ³	342,21	0,00	342,21

Resultater per materiale, Nybygg

Bygnings-del	Materiale	Mengde	Enhet	A1-A3, kg CO2 ekv	B4-B5, kg CO2 ekv.	Sum
Grunn og fundamenter	Stålkjernepeler	75 600,00	kg	93 744,00	0,00	93 744,00
	Betong, gysemasse	9,00	m ³	2 552,71	0,00	2 552,71
Bære- systemer	Stålbjelke, L, U og I profil	7 480,00	kg	9 243,78	0,00	9 243,78
	Stålbjelke, L, U og I profil, ombruk	2 371,00	kg	87,90	0,00	87,90
	Stålbjelke hulprofil	2 061,00	kg	5 317,38	0,00	5 317,38
	Stålbjelke, hulprofil ombruk	21 458,00	kg	1 718,79	0,00	1 718,79
Yttervegger	standard gips yttervegger	130,00	m ²	221,00	151,00	372,00
	branngips, yttervegger	143,00	m ²	371,80	242,67	614,47
	48 mm isolasjon	13,06	m ³	280,70	0,00	280,70
	148 mm isolasjon	13,06	m ³	755,87	0,00	755,87
	98 mm isolasjon	26,66	m ³	879,65	0,00	879,65
	9 mm GU plate	2,45	m ²	4,16	0,00	4,16
	23+48 mm lekt	2,72	m ³	144,16	0,00	144,16
	250 mm Lecavegg	36,25	m ³	4 238,35	0,00	4 238,35
	250 mm isoblokk	10,71	m ²	542,10	0,00	542,10
	250mm tegl ombruk	34,00	m ³	2 652,00	0,00	2 652,00
	250mm murplate ombruk	34,00	m ³	306,00	0,00	306,00
	250mm murplate	36,25	m ³	1 631,25	0,00	1 631,25
	dampsperre	272,00	m ²	115,60	371,28	486,88
	300mm isoblokk	36,00	m ²	1 821,46	0,00	1 821,46
	200mm isolasjon	7,80	m ³	451,58	0,00	451,58
	430mm betongvegg	16,77	m ³	4 756,55	0,00	4 756,55
	Armeringsstål, 200 kg/m ³	3 354,00	kg	1 740,73	0,00	1 740,73
	Innside yttervegger med gips	272,00	m ²	118,64	474,78	593,43

	Vindu, to fags, ombruk	87,00	m ²	628,12	0,00	628,12
	Vindu, to fags	104,00	m ²	8 342,86	0,00	8 342,86
	Ytterdør aluminium	6,00	stk	127,20	330,51	457,71
	Fasadeplater, ombruk	472,22	m ²	1 723,00	12 140,37	13 863,37
Inner-vegger	13mm gips	102,04	m ²	173,47	118,52	291,99
	70 mm stenderverk	56,63	kg	52,13	0,00	52,13
	70mm isolasjon	1,82	m ³	60,06	0,00	60,06
	100 mm isolasjon	1,20	m ³	39,60	0,00	39,60
	200mm i stedet for 300mm	8,19	m ²	318,72	0,00	318,72
	innerdør, tre	4,00	stk	267,20	0,00	267,20
	innerdør, tre med glass	2,00	stk	112,00	94,34	206,34
	innerdør, aluminum, med glass	6,00	stk	1 247,76	0,00	1 247,76
	Innervegger med gips	37,80	m ²	16,49	65,98	82,47
Dekker	Hulldykker ombruk	127,83	m ²	1 200,27	0,00	1 200,27
	Hulldykker	254,43	m ²	21 717,88	0,00	21 717,88
	Avrettingsmasse	1,58	m ³	499,83	0,00	499,83
	Betong, påstøp på hulldykker	12,92	m ³	2 990,36	0,00	2 990,36
	Plasstøpt dekke	4,57	m ³	1 295,08	0,00	1 295,08
	Tregulv	45,42	m ²	9,81	424,74	434,55
	Tregulv, eik	42,92	m ²	9,27	401,36	410,63
	Teppeflis	541,00	m ²	7 033,00	43 469,35	50 502,35
	Teglstein, gårdsrom	8,84	m ³	3 447,34	0,00	3 447,34
	Membran, gårdsrom	142,57	m ²	152,55	0,00	152,55
	Isolasjon 90mm, trykkfast	12,83	m ³	742,86	0,00	742,86
	Isolasjon 40mm, trykkfast	5,70	m ³	330,16	0,00	330,16
	Akustiske himlingsplater, 25 mm	8,36	m ³	596,17	196,84	793,01
	Glassull himlingsplater, 50 mm	16,72	m ³	1 486,51	0,00	1 486,51

	Akustiske himlingsplater, 25 mm, ombruk	1,36	m ³	16,47	14,30	30,77
	Glassull himlingsplater, 50 mm, ombruk	2,72	m ³	48,32	0,00	48,32
	SonaSpray	113,32	m ²	305,96	0,00	305,96
	Armeringsstål, plasstøpt dekke	883,93	kg	318,22	0,00	318,22
Yttertak	30 mm brannisolasjon	1,47	m ³	285,47	80,37	365,84
	225 mm isolasjon	11,03	m ³	638,55	0,00	638,55
	30 mm brannisolasjon	1,47	m ³	285,47	80,37	365,84
	Hulldেকে B45/H40	80,22	m ²	6 847,49	0,00	6 847,49
	Isolasjon 90 mm	12,83	m ³	742,86	0,00	742,86
	Isolasjon 40 mm	5,70	m ³	330,16	0,00	330,16
	Stein, skiferheller, ombruk	1,70	m ³	53,46	0,00	53,46
	Sedumtak plan 10	49,02	m ²	208,83	0,00	208,83
Trapper og balkonger	ståltrapp	2 922,00	kg	7 830,96	0,00	7 830,96
	betongtrapp	2,11	m ³	736,80	0,00	736,80