

KLIMAGASSBEREGNING KLIMAHUSET



Fase	Utarbeidet	Rev1	Rev2	Rev3
Prosjektert bygg	21.12.2018			
Ferdigstillelse «Som bygget»	28.11.2019	24.01.2020	26.02.2020	12.05.2020
Etter 2 års drift «I drift»				

Innholdsfortegnelse

INNLEDNING	3
VIKTIG OM NYTT VERKTØY	3
1. PROSJEKTBSKRIVELSE	4
1.1. MÅL FOR REDUSERTE KLIMAGASSUTSLIPP I PROSJEKTET.	4
1.2. BEREGNINGSPROGRAM FOR KLIMAGASSBEREGNINGER.....	4
2. HOVEDRESULTATER	5
2.1. TOTALE KLIMAGASSUTSLIPP	5
2.2. ENDRINGER FRA PROSJEKTERINGSFASE TIL "SOM BYGGET"	6
3. STASJONÆR ENERGIBRUK	8
3.1. UTSLIPPSFAKTOR ELEKTRISITET	8
3.2. PROSJEKTFASER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	8
3.2.1. Referansebygg	8
3.2.2. Prosjektert bygg.....	8
3.2.3. Som bygget.....	10
3.3. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA STASJONÆR ENERGIBRUK	10
4. MATERIALER	12
4.1. BEREGNINGSLTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	12
4.1.1. Referansebygg	12
4.1.2. Prosjektert bygg.....	14
4.1.3. «Som bygget»	16
4.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA MATERIALBRUK.....	17
5. TRANSPORT	19
5.1. BEREGNINGSLTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	19
5.1.1. Referansebygg	19
5.1.2. Prosjektert bygg.....	20
5.1.3. «Som bygget»	20
5.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA TRANSPORT.....	20
VEDLEGG	22
VEDLEGG 1: UNDERLAG BEREGNINGER FOR ENERGI	23
VEDLEGG 2: UNDERLAG BEREGNINGER FOR MATERIALER	25
VEDLEGG 3: UNDERLAG BEREGNINGER FOR TRANSPORT	26
VEDLEGG 4: LAVKARBONBETONG PÅ KLIMAHUSET, INFORMASJONSSKRIV	27

INNLEDNING

Formålet med beregningen er å vurdere prosjektets livsløpsutslipp og sammenlikne dette med et tilpasset referansebygg iht. metodikken anvist i Future Built's retningslinjer for klimagassregnskap.

Future Built's prosjekter dokumenteres på Future Built's nettside. Herfra kan man skrive ut en samlerapport som redegjør for prosjektets miljøtiltak og resultater. Denne klimagassrapporten er et vedlegg til samlerapporten og går i mer detalj om forutsetninger, datagrunnlag, tiltaksvurderinger, valg av tiltak, mv. som ligger til grunn for klimagassberegningene og oppnådde klimagassreduksjoner.

Klimahuset er et Future Built-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.

I denne rapporten benyttes kun *tilpasset* referansebygg (tilpasningen er utført ifølge Future Built's retningslinjer og regneregler). Vanlig referansebygg med standard form er også beskrevet i kapittel 4 for å vise hva bygningsformen har å si for resultatene. Tilpasset referansebygg er nærmere beskrevet i kap 4.1.1.

- 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»**, oppdatert 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.

Dette er versjon 2, datert 27.11.2019, som er revidert med mindre rettelser fram til 12.05.2020.

Beregningene for er utarbeidet av Erichsen & Horgen ved Herman Myrberg Rinholm og Reidun Dahl Schlanbusch.

VIKTIG OM NYTT VERKTØY

OneClick LCA Norge versjon 01.12.2018, Database versjon 7.5 ble benyttet i versjon 1 "prosjektert bygg". Versjon 21.09.2019 ble benyttet i denne versjonen, versjon 2, av rapporten.

Klimagassberegningene til dette prosjektet ble påbegynt på et tidspunkt (høst 2018) der OneClick LCA Norge (NS 3720) nylig har tatt over rollen som verktøyet klimagassregnskap.no har hatt. Det er sannsynlig at dette prosjektet var et av de første prosjektene som tok i bruk det nye verktøyet. Verktøyet var under utvikling. Future Built hadde på dette tidspunktet ikke oppdatert sine maler og retningslinjer (ble oppdatert på nyåret 2019).

I mangel på retningslinjer og maler ble versjon 1 av denne rapporten utført etter beste skjønnsmessige vurdering på tidspunktet. I versjon 2 velger vi å følge dette selv om det kan avvike litt fra nye retningslinjer og maler. Avvikene i forhold til mal og regneregler av 2019 er ikke store.

1. PROSJEKTBEKRIVELSE

I Botanisk hage på Tøyen bygger Universitetet i Oslo Nordens første klimahus. Klimahuset skal formidle kunnskap om klimaendringer og jordens klima, særlig rettet mot barn og unge. Det vil gi rom til utstillinger, opplevelser og debatt om klima og klimaendringer. Utstillingen vil være basert på den siste forskningen og vil gi forståelse både for de naturlige variasjonene i klimaet og de menneskeskapt klimaendringene. Klimahuset skal fylles med aktivitet fra morgen til kveld, blant annet i et amfi til 140 personer.

Klimahuset er prosjektert med innovative løsninger for energiforsyning, lavt energibehov, redusert materialbruk og valg av miljøvennlige materialer. Bygget er formet for optimal solinnstråling til solcellepanelene på taket, og som gjennom innovativ materialbruk, samspill mellom høyteknologi og lavteknologi og med en stor andel treverk, skal være et forbilde for klimavennlige bygg.

Det prosjekterte bygget er planlagt oppført som ZEB-O minus EQ. Det betyr at egenprodusert fornybar strøm kompenserer for klimagassutslippet fra levert energi til bygget, sett bort i fra levert energi til teknisk utstyr.

Universitet i Oslo (UiO) vil være eier av bygget. Eiendomsavdelingen ved UiO er byggherre. Arkitektur og utstillingsdesign er ved Lund Hagem, Atelier Oslo og SixSides. Seby AS leder byggeprosjektet.

Nøkkelopplysninger:

Bygningskategori	Museum/Kulturbygg
Adresse	Monrads gate 12, Oslo. Botanisk Hage på Tøyen. Tøyen er et kollektivknutepunkt midt i Oslo med et T-banestopp der nesten alle linjer stopper.
Etasjer	1
BTA	701,2
Oppvarmet BRA	610,8
Antall ansatte	10
Estimert antall besøkende årlig	100 000
Byggeperiode	Oktober 2018 – mars 2020

1.1. Mål for reduserte klimagassutslipp i prosjektet.

Forbildeprosjekter i Future Built skal ha

- God lokalisering nær høyfrekvent kollektivknutepunkt
- minimum 50% redusert klimagassutslipp totalt, fra transport, energi- og materialbruk.

1.2. Beregningsprogram for klimagassberegninger

Versjon 1: OneClick LCA Norge versjon 01.12.2018, Database versjon 7.5 er benyttet sammen med egne verktøy implementert i Microsoft Excel.

Versjon 2: OneClick LCA Norge versjon 21.09.2019, Database versjon 7.5 er benyttet sammen med egne verktøy implementert i Microsoft Excel.

OneClick LCA Norge er oppdatert og forbedret flere ganger mellom rapport versjon 1 og 2. Vi har ikke funnet at våre beregninger er påvirket av dette i særlig grad.

2. HOVEDRESULTATER

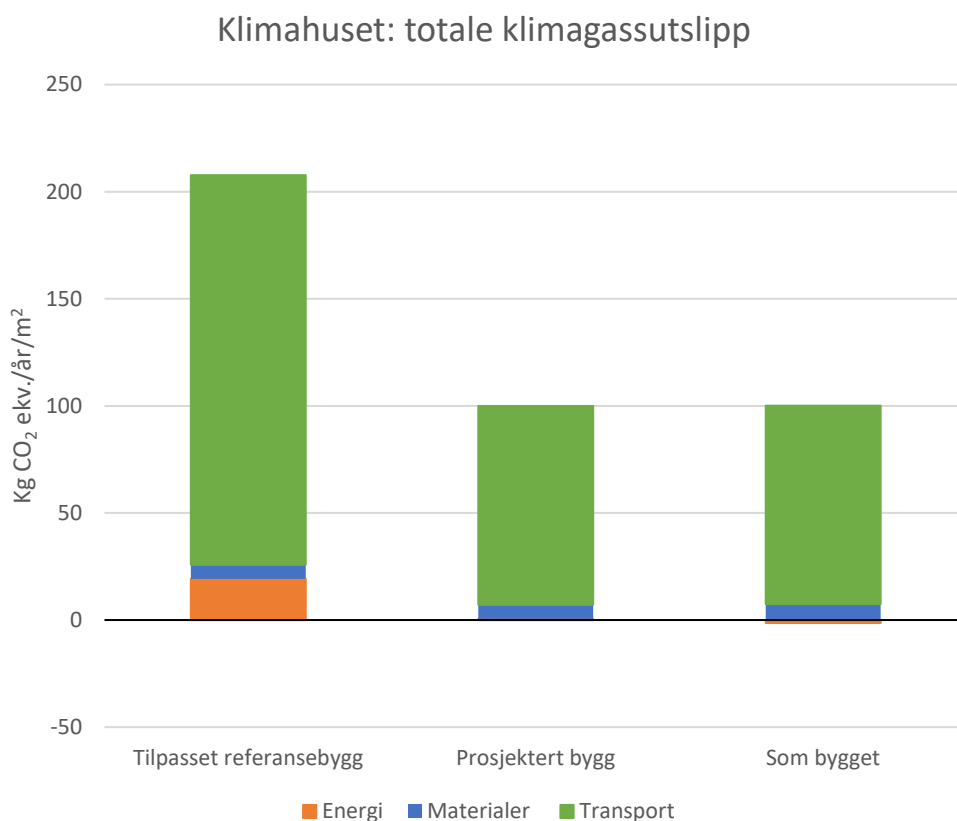
2.1. Totale klimagassutslipp

Dette kapitlet oppsummerer hovedresultatene. Beskrivelse av beregninger, forutsetninger og modeller er nærmere beskrevet i de påfølgende kapitlene.

Prosjektets totale klimagassutslipp er sammenlignet med referanseberegningen redusert med 52 % for prosjektert bygg og som bygget. Endringen fra prosjektert bygg til "som bygget" er neglisjerbar i totalbildet.

Klimagassutslippet for "som bygget" er beregnet til ca. **99 kg CO₂-ekv./år/m²** og **0,603 kg CO₂-ekv./år/person¹**. Totalt for bygget utgjør dette **60 349 kg CO₂-ekv./år**.

I tabell 2.1 er klimagassutslipp per år vist for henholdsvis materialbruk, stasjonær energibruk til drift av bygget og person- og varetransport i driftsfasen, for referansebygget, det prosjekterte bygget og "som bygget".



Figur 2.1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp [kg CO₂-ekv./år/m²] for Klimahuset.

Tabell 2.1. Viser resultatene i tabellform. Det ligger inne to alternativer for materialbruk, med og uten solceller. Det er ikke et reelt alternativ å bygge uten solceller, men tallene er tatt med for å illustrere at det har blitt oppnådd en betydelig besparelse i materialregnskapet som blir "spist opp" av solcellene som har høyt utslipp på materialsiden, men som gir stor gevinst på energisiden.

¹ Fordi dette er et publikumsattraktivt museumsbygg med mange besøkende, blir resultatene veldig små per bruker. Denne måten å uttrykke resultatene på er uten spesiell interesse i dette prosjektet og vi har valgt å ikke ta det med videre i rapporten.

Tabell 2.1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. år for klimahuset.

	Referansebygg	Prosjektert bygg	«Som bygget»	«i drift»
	[kg CO ₂ ekv. /m ² /år]	[kg CO ₂ ekv. /m ² /år]	[kg CO ₂ ekv. /m ² /år]	[kg CO ₂ ekv. /m ² /år]
Materialbruk	6,6	6,6 inkl. solceller 3,0 ekskl. solceller	7,4 inkl. solceller 3,1 ekskl. solceller	
Stasjonær energi	19,2	0,6	-1,3	
Transport	182,0	92,7	92,7	
Total	207,7	99,9	98,8	
Reduksjon ifht. referansebygg [%]		52%	52%	

Målet for reduksjon av klimagassutslipp på totalt 50% for materialer, energi og transport er nådd.

Det viktigste tiltaket for å nå målet var valg av lokasjon nært kollektivknutepunkt på Tøyen sentralt i Oslo uten å lage noen nye parkeringsplasser til området.

Det nest viktigste tiltaket er målsetningen om ZEB-O minus EQ som krever at man prosjekterer ett bygg med lavt energibehov og egenproduksjon av strøm fra solceller som tilsvarer hele energibehovet med unntak av elektrisk utstyr. I klimahuset er energibehovet redusert med 48 % i forhold til rammekravet i teknisk forskrift. De viktigste tiltakene for å oppnå dette er:

- Solceller installeres på taket
- Godt isolert klimaskall, lav kuldebroverdi og god tetthet
- Hybrid ventilasjon med redusert SPF og samtidig utnyttelse av effektiv varmegjenvinner
- Utnytte termisk lagret energi i grunnen til frikjøling og frivarmer
- Effektiv belysning med lavt LENI tall

I Klimahuset skal nesten 40% av varmebehovet dekkes av grunnvarme. Alle byggets varmesystemer baseres på vannbåren varme med lav turtemperatur. Netto kjølebehov dekkes av frikjøling fra grunnen og kjølemaskiner tilknyttet Brøgger's hus.

Transportutslippet og dets klimagassreduksjon på 49% sammenliknet med referansebygget er flere ganger større enn utslippet til energi og materialer til sammen og dominerer derfor totalresultatet. Sammen med reduksjonen på energisiden på 97% oppnår vi nesten målet uten å se på materialer.

Materialdelen blir liten i forhold i denne sammenhengen. På klimahuset har det allikevel vært stort fokus på å redusere klimagassutslippet på materialene. Materialtiltak inkluderer blant bæresystem og vegger i tre, ingen betong i innervegger eller yttervegger og redusert betongmengde i gulv på grunn samt stålglatte betong i stedet for tradisjonell gulvoppbygning. Disse tiltakene gir en reduksjon på 53% for materialene når vi ikke regner med solcellene. Solcellene har stort utslag på materialberegningene, for når vi inkluderer dem i materialregnskapet får vi faktisk litt høyere utslipp enn referansebygget. Dette er en effekt av ambisjonen om å nå ZEB-målet, i denne målsetningen må man ta en kostnad på materialsiden for å oppnå gevinsten på energisiden i klimagassregnskapet. Se kapittel 4.

2.2. Endringer fra prosjekteringsfase til "som bygget"

Anbefalinger for videre klimagassreduksjoner etter prosjekteringsfasen (versjon 1 av rapport) var:

- Ved å plassere Klimahuset på Tøyen og ikke legge til flere parkeringsplasser til området har vi hentet ut det vi kan på transportsiden i dette prosjektet. Beregningene er teoretiske og basert på standardverdier og ikke prosjektspesifikke reisevanedata. Vi har derfor ingen videre anbefalinger på transport i dette prosjektet.

- Klimahuset er prosjektert med innovative løsninger for energiforsyning, lavt energibehov, redusert materialbruk og valg av miljøvennlige materialer. Mye av potensialet for klimagassbesparelser er nok hentet ut i den løsningen som er prosjektert. Vi forventer ikke at videre optimalisering kan gi betydelige bedre resultater enn det som er presentert i denne rapporten.
- Den viktigste anbefalingen videre er derfor å sørge for å innfri de gode valgene og løsningene som har blitt prosjektert. Det innebærer blant annet å følge opp at innkjøpte/leverte materialer er like gode eller bedre med tanke på levetid og klimagassutslipp i produksjon som materialene som er prosjektert per i dag.
- Det kan være mulig å oppnå enda noe større klimagassreduksjon på energi ved videre optimalisering av produksjonen av solstrøm og opptaket av energi fra grunnen. Det viktigste er allikevel også her å følge opp at utførelsen blir god nok, særlig på tetting og kuldebroer.
- Tilfredsstillende produksjon av solstrøm bør kontraktsfestes.
- På materialsiden har vi også oppnådd store deler av potensialet, men det går an å hente litt mer på noen materialer.
 - *Det er planlagt å se nærmere på betong med CEMIII/B – lavvarmesement*
 - *Kan det holde med et lag asfalt takteking? Kan det skaffes et taktekkingsprodukt med EPD som viser lavere utslipp enn den generiske taktekingen som nå ligger inne i regnskapet?*
 - *Kan svingdør erstattes med normal glassdør?*
 - *Kan aluminiumsrammer erstattes med trerammer i glassfasader?*
- Vi kan se nærmere på valg av materialer i himlingene. Treullsement gir ikke den ønskede klimaeffekten og man kan etterspørre resirkulert stål.
- Man bør fortsette å etterspørre EPD og velge produkter med lavt klimagassutslipp og lang levetid.

Flere av disse tiltakene har blitt gjennomført i "som bygget". Se neste avsnitt og kapittel 4.1.3.

De viktigste endringene fra prosjektert bygg til "som bygget" er følgende:

Som anbefalt ble det fulgt opp at de gode løsningene fra prosjekteringsfasen ble beholdt og installert i bygget. Beregnet strømproduksjon fra solceller har økt og noen mindre endringer i materialspesifikasjonene ble gjort.

Den viktigste endringen i materialspesifikasjonene var utprøvingen av en ny type betong (CEMIII/B) med lavt klimagassutslipp som ble støttet med midler fra Future Built. Dette reduserer klimagassutslippet i gulvstøpen. Se vedlegg 4. På tross av dette øker materialutslippene noe i "som bygget" sammenliknet med prosjektert bygg. Dette er primært på grunn av mer nøyaktig og detaljert oversikt over materialmengder, for eksempel at solcellearealet viste seg å være noe større enn antatt i prosjekteringsfasen. Summen av flere små endringer i materialspesifikasjonen til en liten økning i utslippet. Dette er redegjort for i kap. 4.1.3.

Transportscenariet i klimagassberegningene endres ikke fra prosjektert bygg til som bygget.

Totalresultatet når man sammenstiller klimagassutslipp fra energi, transport og materialer er nesten helt likt i fasene prosjektert bygg og "som bygget".

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.

De viktigste usikkerhetene i energiberegningen er beskrevet i notat NOT-RIEN-01.

3.1. Utslippsfaktor elektrisitet

Utslippsfaktoren for elektrisitet er 0.190 kg CO₂-ekv./kWh, det er det Europeiske scenariet i OneClick LCA Norge. Enhetsprosessen heter "Elektrisitet, EU28 + Norge, forventet gjennomsnitt over neste 60 år". Faktoren er hentet fra OneClick LCA Norge versjon 01.12.2018, Database versjon 7.5.²

3.2. Prosjektfaser – forutsetninger og delresultater

3.2.1. Referansebygg

Referansebygget er generert i OneClick LCA Norge versjon 01.12.2018, gjennom løsningen for referansebygg som er implementert i dette verktøyet, kalt "carbon designer". Carbon designer skal generere referansebyggets stasjonære energibruk etter prinsippene beskrevet nedenfor.

Som referansebygg er det lagt til grunn et kulturbygg 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
- Rammekravet for spesifikt netto energibehov for kulturbygg skal være 130 kWh/m²
- 60 % av varmebehovet dekkes av varmepumpe (systemvirkningsgrad 2,25) og 40 % av el-kjel (systemvirkningsgrad 0,86).
- Kjølebehovet dekkes av lokale kjølemaskiner med en systemvirkningsgrad på 2,45.

Tabell 3.1: Oversikt over energibehov, energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for referansebygg³

Referansebygg	Netto energibehov [kWh/m ² /år]	Energiforsyning [% av posten]	Årlig levert energi	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
Elspesifikk energi	40	100 % el	40	se fotnote
Varme	70	60 % varmepumpe 40 % elkjel	50	
Kjøling	20	100 % lokal kjøling	8	
Sum	130	-	98	19,2

3.2.2. Prosjekttert bygg

Det prosjekterte bygget er planlagt oppført som ZEB-O minus EQ. Det betyr at egenprodusert fornybar strøm kompenserer for klimagassutslippet fra levert energi til bygget, sett bort i fra levert energi til teknisk utstyr. I praksis betyr det at bygget over året må produsere like mye fornybar energi som det kjøper inn, sett bort i fra teknisk utstyr. Ambisjonen er altså litt lavere enn Future Builts plusshusdefinisjon, der bygget må produsere så mye fornybar energi at man ser et overskudd på 2 kWh/m² i forhold til levert energi over året.

² Senere versjoner av OneClick LCA har rettet en feil ved utregning av utslippsfaktor til elektrisitet i det europeiske scenariet. Oppdatert utslippsfaktor er nå endret til 0,13 kg CO₂ ekv./kWh, men dette er ikke tatt hensyn til i denne rapporten.

³ Det er per i dag vanskelig å få ut klimagassutslipp fordelt på formål i OneClick LCA. Vi har spilt dette inn til programutviklerne.

I klimagassberegningene for prosjektert bygg har vi lagt til grunn at produksjonen av solceller er akkurat nok til å nå målet om ZEB-O minus EQ selv om foreløpige energiberegninger viser at vi sannsynligvis kan produsere litt mer solstrøm enn det.

Energiberegninger er beskrevet i NOT-RIEN-01. Beregningene viser at byggets netto energibehov er redusert med 48 % i forhold til rammekravet i teknisk forskrift. De viktigste tiltakene for å oppnå ZEB-O minus EQ er:

- Det installeres solceller på taket.
- Godt isolert klimaskall, lav kuldebroverdi og god tetthet
- Hybrid ventilasjon med redusert SPF og samtidig utnyttelse av effektiv varmegjenvinner
- Utnytte termisk lagret energi i grunnen til frikjøling og frivarmer
- Effektiv belysning med lavt LENI tall

Netto varmebehov dekkes av frivarmer fra grunnen og fjernvarmer. Fjernvarmer forventes å dekke 63 % av netto varmebehov, grunnvarmer dekker resten. Alle byggets varmesystemer baseres på vannbåren varme med lav turtemperatur.

Netto kjølebehov dekkes av frikjøling fra grunnen og kjølemaskiner tilknyttet Brøgger's hus. Frikjøling fra grunnen forventes å dekke 40% av kjølebehovet, kjølemaskin dekker resten.

Forventet energiproduksjon fra solceller er samlet på 45000 kWh, iht. tidligfase solenergistudie.

Byggets beregnede klimagassutslipp som prosjektert er 0,56 kg CO₂-ekv/m²/år, se tabell 3.3. Dette utgjør en reduksjon på 97% i forhold til referansebygget.

Tabell 3.3: Oversikt over energibehov, energiforsyning, levert energi og tilhørende klimagassutslipp for prosjektert bygg.

Prosjektert bygg	Energibehov [kWh/m ² /år]	Energiforsyning [% av posten]	Årlig levert energi [kWh/m ² /år]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
El-spesifikk energi	35	El 100%	Teknisk utstyr 2,9 Resten 32,1	
Varme	26,1	Fjernvarme 62% Grunnvarme 38%	30,4	
Kjøling	7,0	Kjølemaskin 60% Frikjøling 40%	2,9	
Sum	68,1	-	68,3	
Egenproduksjon fornybar energi		Solceller 100%	-65,4	
Netto årlig levert energi			2,9	0,56

Tabell 3.4: ZEB-beregning

ZEB beregning			
Prosjektert bygg	Energiforsyning [% av posten]	Årlig levert energi [kWh/m ² /år]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
Levert energi		68,3	
Teknisk utstyr	El 100%	-2,9	
Egenproduksjon fornybar energi	Solceller 100%	-65,4	
Sum ZEB-O -EQ		0	0

3.2.1. Som bygget

Under byggefasen har det skjedd noen endringer på energiregnskapet til bygget. Energibehovet har blitt redusert grunnet større forventet produksjon fra solcellene sammenlignet med hva som var antatt i tidligfase og økt isolasjonstykkelse i taket. Luftlekkasjetallet er derimot målt noe større enn forutsatt.

Byggets beregnede klimagassutslipp som bygget er -1,27 kg CO₂-ekv/m²/år, se tabell 3.5. Dette utgjør en reduksjon på 109 % i forhold til referansebygget.

Tabell 3.5: Oversikt over energibehov, energiforsyning, levert energi og tilhørende klimagassutslipp for "som bygget".

Som bygget	Energibehov [kWh/m ² /år]	Energiforsyning [% av posten]	Årlig levert energi [kWh/m ² /år]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
El-spesifikk energi	43	El 100%	Teknisk utstyr 2,9 Resten 22,2	
Varme	68,3	Fjernvarme 62% Grunnvarme 38%	43,1	
Kjøling	13,8	Kjølemaskin 60% Frikjøling 40%	2,8	
Sum	125,1	-	70,9	
Egenproduksjon fornybar energi		Solceller 100%	-77,2	
Netto årlig levert energi			-6,7	-1,27

Tabell 3.6: ZEB-beregning for "som bygget".

ZEB beregning			
Som bygget	Energiforsyning [% av posten]	Årlig levert energi [kWh/m ² /år]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
Levert energi		70,9	
Egenproduksjon fornybar energi	Solceller 100%	-77,2	
Sum ZEB-O -EQ		-6,7	-1,27

3.3. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra stasjonær energibruk

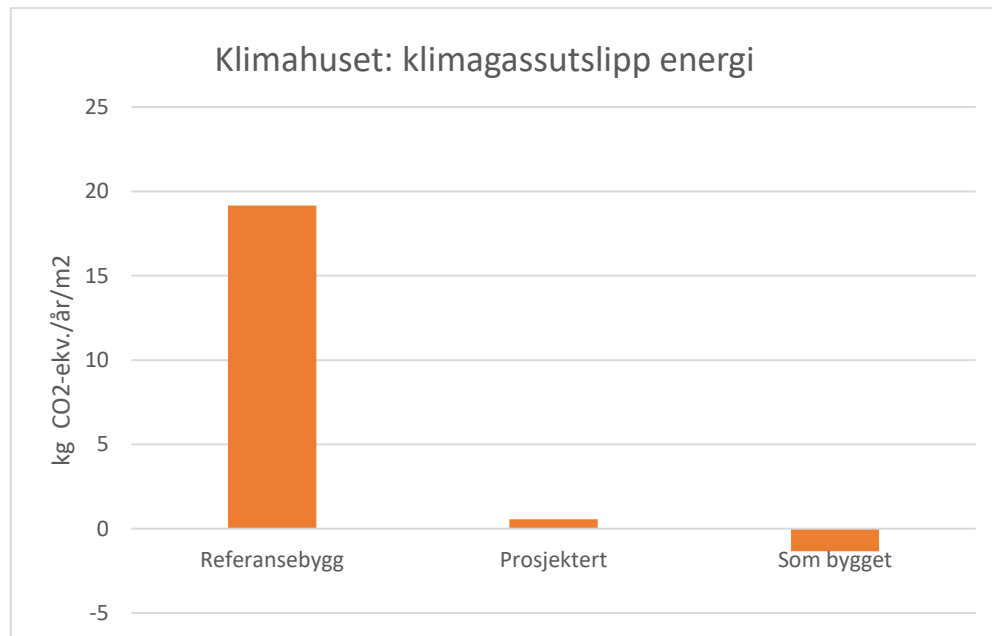
Figur 3.1 og tabell 3.8 under viser beregnede klimagassutslipp for stasjonær energi for referansebygget, det prosjekterte bygget og bygget "som bygget"⁴.

Klimagassreduksjonen er 97 % fra referansebygget til prosjektert bygg hvorav hovedårsaken til nedgang i klimagassutslipp er at det prosjekterte bygget oppnår ZEB-O minus EQ. ZEB-O minus EQ betyr at det kun elektrisitet til elektrisk utstyr (2,9 kWh/m²) som kjøpes inn til bygningen når man ser på levert energi over året. Resten av levert energi går i null når man ser på summen av levert og

⁴ Det har vært vanlig å vise beregnede klimagassutslipp fordelt på el-spesifikk energi, varme og kjøling, som var måten resultatene ble fremstilt på i klimagassregnskap.no. I OneClick LCA Norge er det imidlertid vanskelig å få frem resultatene på den måten. Derfor er kun totalen vist her.

eksportert energi over året. Kapittel 3.2.2 beskriver hvordan prosjektet har arbeidet for å oppnå ZEB-O minus EQ.

Klimagassreduksjonen er 109% fra referansebygg til som bygget. Dette skyldes som sagt økt produksjon fra solcellene sammenlignet med forutsetninger gjort i prosjekteringsfasen. Totalt sett oppnår nå bygget ZEB-O ambisjonen, som betyr at bygget produserer nok energi til å også kunne kompensere for det tekniske utstyret.



Figur 3.1: Beregnede klimagassutslipp for stasjonær energi per kvadratmeter oppvarmet areal (BRA) per år.

Tabell 3.8: Fordeling av klimagassutslipp for ulike prosjektfaser:

	Referansebygg	Prosjektert bygg		Som bygget		I drift	
	kg CO ₂ -ekv./m ² /år	kg CO ₂ -ekv./m ² /år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./m ² /år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./m ² /år	% red saml. med ref
Elspesifikk energi							
Varme							
Kjøling							
Total	19,2	0,56	97	-1,34	107		

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.

For å bane vei for en konsistent og solid beregning gjennom overgangsfasen mellom klimagassregnskap.no og OneClick LCA Norge har vi gjort følgende valg:

- Vi ser på produksjon av materialer (A1-A3), energibruk i drift og transportbruk i drift slik det står i miljømålet og slik Future Built forutsetter, i stedet for å se på hele livsløpet slik NS 3720 forutsetter.
- Utskiftning av materialer i byggets levetid er inkludert⁵
- Vi ser bort i fra teknisk utstyr i materialberegningene (solceller er inkludert)

Vi rapporterer ikke biogent karbon og karbonatisering i denne rapporten.

Dette er valg og antakelser som ble forutsatt høsten 2018, før Futurbuilt utgav oppdaterte retningslinjer etter overgangen til nytt verktøy. Oppdaterte retningslinjer av 2019 gir imidlertid ingen klare retningslinjer for hvilke livsløpsmoduler som skal inngå i klimagassberegningen. Rapportering av biogent karbon og karbonatisering var meget uvanlig i 2018 og tida før, egentlig helt fram til i dag, selv om NS 3720 nå krever det.

De viktigste usikkerhetene i materialberegningen er modelleringen av materialer som ikke har spesifikk EPD og da må tilnærmes med liknende EPD eller generiske data. Noen materialmodeller i det prosjekterte bygg er relativt enkle, for eksempel er dummymoduler (som vi har lite informasjon om) modellert kun som en glassplate.

4.1. Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater

4.1.1. Referansebygg

Referansebygget er generert fra Carbon Designer i OneClick LCA Norge. Referansebyggene i OneClick er en oppdatering av referansebyggene som lå inne i klimagassregnskap.no.

I denne rapporten benytter vi kun *tilpasset* referansebygg (tilpasningen er utført ifølge Future Built's retningslinjer og regneregler). Referansebygget er tilpasset med det prosjekterte byggets geometri/arealer ("tilpasset referansebygg"). Utslipp knyttet til et vanlig referansebygg med standard bygningsform er vist i Tabell 5.4 for å vise hvilken innvirkning byggets form har på klimagassutslippet. Skjermbildet i figur 4.1 viser hvilke størrelser som er lagt til grunn i referansebygget⁶. Det er valgt at referansebygget skal oppfylle TEK17 standard.

Tabell 4.1. gir en kortfattet beskrivelse av referansebygget slik det genereres i OneClick LCA Norge. Nye referansebygg skiller seg en del fra gamle i klimagassregnskap.no. Generelt har referansebyggene fått bedre standard og vi må da regne med at det kan bli vanskeligere å oppnå reduksjon på materialer. Legg spesielt merke til at betongen er oppgradert fra tidligere praksis. Betong med 30 og 40% flyveaske (tilsvarer lavkarbonklasse B) er en stor endring fra klimagassregnskap.no som benyttet betong med 0% flyveaske i referansebyggene.

⁵ Som følge av beregningsreglene i NS3720 ligger også transport og avfallshåndtering av utskiftede materialer inne i klimagassallet for utskiftning av materialene i OneClick LCA. Dette gjorde det ikke i klimagassregnskap.no men dette er av liten betydning for resultatene i dette prosjektet. Dette er et eksempel på et av flere punkter der Futurbuilt's retningslinjer ikke går helt overens med NS 3720 og det nye verktøyet.

⁶ Måten referansebygget settes opp på i OneClick LCA skiller seg noe fra klimagassregnskap.no. Referansebyggene er også revidert i det det nye verktøyet.



Carbon Designer: Create baseline

This tool allows creating and optimizing the constructions and materials used in a construction project. It can be used for a new construction project or a renovation project.

Project materials scope

Building parameters

- Foundations and substructure
- Ground Slab
- Structure
- Enclosure
- Finishes

Building type, size and number of floors

Choose type of reference

Norwegian reference building

Building type

Cultural buildings

Gross internal floor area m²

Number of above ground floors

— More options

Number of underground heated floors

Number of underground unheated floors

Use earthquake zone structures

Energy Section

Scenario

Norwegian TEK17

Cancel

Calculate areas

Building dimensions

Height	5.0	m
Width	40	m
Depth	18	m
Internal floor height	4.7	m
Column spacing distance	20	m
Number of staircases	1	
Total number of floors	1	
Footprint area	738	m ²
Total net area	630	m ²
Heated area	<input type="text" value="610.8"/>	m ²

Building structures

Edit areas if necessary.

Foundations and substructure

Foundation m²

Frost Insulation m

Ground Slab

Ground slabs m²

Structure

Floor slabs m²

Columns m

Beams m

Balconies m²

Staircases and elevator shaft m

Enclosure

Underground walls m²

External walls m²

Cladding m²

Windows m²

External doors m²

Roof slab m²

Roofs m²

Finishes

Internal walls m²

Floor finishes m²

Ceiling finishes m²

Figur 4.1: Skjermbilde fra OneClick LCA carbon designer som viser hvilke størrelser som ligger til grunn for referansebygget. Dette er arealene til det prosjekterte bygget.

Tabell 4.1: Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for referansebygg. Referansebygget skal representere et typisk kulturbygg med TEK 17 standard.

Bygningsdel	Oppbygging (hovedelementer)	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	Direkte fundamentering i betong med 30% flyveaske og armering med 90% resirkuleringsgrad.	0,10	1,6
Bæresystemer	Søylar og bjelker i betong med 40% flyveaske. resirkuleringsgrad og bjelker i stål med 60% resirkuleringsgrad. Inneholder også søylar i massivtre.	0,36	5,5
Yttervegger	40% Klimavegg, 30% vegg av lettklinkerblokker, mineralull og stenderverk, 30% betongvegg med innvendig påforing, kledd med malte gipsplater på innsiden, 5% keramisk flis til bad.	1,78	27,1

	<i>Blanding av Glassfasade med aluramme, malt trekledning, tegl og fibersementplater. Vinduer i trerammer med alu beslag. Ytterdører i stål.</i>		
Innervegg	<i>Blanding av bindingsverksvegg 100 mm stålstender og glassull, Lecavegg, betongvegg og glassvegger med treramme. Tredører.</i>	0,42	6,4
Dekker	<i>Gulv på grunn i betong (300 mm) med 30% flyveaske (tilsvare lavkarbon B) med armering med 90% resirkuleringsgrad. EPS isolasjon (150 mm). Dekke (tilsv. messaninen) i betong hulldekke (0% flyveaske) med mineralullisolasjon, trinnlyd, påstøp etc. Gulvbelegg i blanding av teppe, parkett, linoleum og flis med membran.</i>	1,70	25,8
Yttertak	<i>Betongtak HD-element med membran og EPS isolasjon. Dobbel asfaltmembran. Fordi bygget bare har en etasje ligger alle himlinger i denne bygningsdelen. Referansebyggets himlinger består av en blanding av gips, tre og systemhimlinger delvis med stålplater, delvis med gipsplater.</i>	2,13	32,4
Trapper og balkonger	<i>Betongtrapp</i>	0,08	1,2

I referansebygget har yttertaket det største prosentvise utslippet med HD-elementet som det største bidraget. Ytterveggene inneholder en del betong som drar opp utslippet til denne bygningsdelen. Gulv på grunn har et viktig utslipp med sin 300 mm tykke betongplate og sine gulv. Betong bidrar også fra de andre bygningsdelene som inneholder betong, selv om man benytter lavkarbon betong.

Alle utslippsdata i referansebygget er generiske data fra databasen til OneClick LCA som ble oppdatert like før disse beregningene ble utført.

4.1.2. Prosjektert bygg

Prosjekterte materialmengder og materialvalg er samlet i samarbeid med Seby og det prosjekterte bygget er modellert i OneClick LCA. Fordi vi benytter et tilpasset referansebygg er de overordnede arealene i det prosjekterte bygget de samme som presentert i figur 4.1.

Videre skiller det prosjekterte bygget seg mye fra et typisk kulturbygg. Bygget er helt fra start planlagt med tanke på å minimere klimagassutslipp fra materialer. De viktigste tiltakene er at bygget har bæresystem i tre, og at alle inner- og yttervegger er konstruert med tre. Det finnes ingen betong i innervegger eller yttervegger. Gulvet er meget forenklet ved at det kun består av stålglattet betong på bunnplaten. Betongplaten er bare 150 mm tykk, halvparten av referansebyggets tykkelse. Kun på messaninen over teknisk rom er tradisjonell gulvkonstruksjon med linoleumsbelegg på et dekke av massivtre. Trappen til messaninen er i tre. Vinduene i har treramme. Betongen er lavkarbon B, men det er det samme som i referansebygget, så det slår ikke ut. Prosjektert bygg har EPD på 100% resirkulert armeringsstål (Norsk Stål).

Andre karakteristikk inkluderer kryssfinér på alle innervegger som gir et naturlig uttrykk men reduserer ikke klimagassutslipp i nevneverdig grad sammenliknet med gipsplater.

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	Direkte fundamentering i betong med 30% flyveaske (lavkarbon B) og armering med 100% resirkuleringsgrad.	0,09	1,32
Bæresystemer	Bæresystem i tre/massivtre.	0,27	4,17
Yttervegger	Klimavegg med malmfuru kledning og glassfasade fra Schuco (EPD). Vinduer i trerammer. Dører i glass og alu. En svingdør.	0,91	13,81
Innervegg	Bindingsverksvegg med trestenderverk og glassull. Kledning med doble kryssfinérplater. Tredører.	0,22	3,32
Dekker	Gulv på grunn i betong (150 mm) med 30% flyveaske (tilsvarende lavkarbon B) med armering med 100% resirkuleringsgrad. EPS isolasjon (400 mm). Dekke til messaninen i tre med mineralullisolasjon, trinnlyd, påstøp og gulvbelegg i linoleum.	0,71	10,84
Yttertak	Trekonstruksjonstak med membraner og sperresjikt samt glassullisolasjon. Proatan SE 1.2 takbelegg (EPD). Solceller ligger i egen bygningsdel, men dummypanelene ligger i yttertak). Fordi bygget bare har en etasje ligger alle himlinger i denne bygningsdelen. Stålhimling og treullshimling lydisolert med glassull, hygienehimling på toalettrom.	0,79	12,07
Trapper og balkonger	Tretrapp	0,0004	0,01
Solceller	364 m ² Sunstyle solar shingle (modellert med generisk solcellepanel i mangel på spesifikke data)	3,59	54,47

Solcellene står for over halvparten av materialutslippene.

Utenom solcellene ser vi at yttervegg, yttertak og dekker er de bygningsdelene som bidrar mest. I ytterveggene kan det lønne seg å bytte ut svingdøra, som har et relativt høyt utslipp, med en vanlig glassdør. Glassfasade er i utgangspunktet ikke det mest klimavennlige valget, selv om Shuco kan med sine EPD'er kan vise til redusert utslipp sammenliknet med generisk glassfasade som ligger inne i referansebygget.

Alle himlinger ligger inne i bygningsdel yttertak. Himlinger i stål og treullsement bidrar til å dra opp klimagassutslippene noe. Det viser seg at himlinger i treullsement har en del høyere klimagassutslipp enn vanlig systemhimling.

I dekkene er det betongen i gulv på grunn som slår ut. Betongen er lavkarbon B, men det er det samme som i referansebygget, så det slår ikke positivt ut. Det vurderes nå en ny sement med svært lavt klimagassutslipp, men dette er ikke medtatt i denne rapporten for prosjektert bygg. Hvis det blir

valgt vil vi få reduserte utslipp i "som bygget" da betongen har mye å si i regnskapet selv om man benytter lavkarbon B.

Alle utslippsdata i prosjektert bygg er hentet fra databasen til OneClick LCA, men med spesifikke data (EPD) der Seby kunne legge frem dette. Spesifikk EPD ble blant annet fremlagt for glassfasade, mineralullisolasjon og armeringsstål. Det forventes større andel EPD'er i prosjektfasen "som bygget".

4.1.3. «Som bygget»

Bygget er ferdigbygget. I klimagassberegningene presentert her er det benyttet faktiske materialmengder. Produktspesifikke utslippsdata er benyttet i den grad de er tilgjengelige og i noe større utstrekning enn i prosjektert bygg.

Oppbyggingen av prosjektet "som bygget" er helt tilsvarende prosjektert bygg (se tabell 4.2), med noen få endringer.

- Bruk av CEM III betong fra Skedsmo betong, støttet av Future Built
- Vinduskarmer endret til tre etter anbefaling fra klimagassberegningene og etter ønske fra arkitekt.
- Noe mindre glassareal.
- Sikkerhetsmessige årsaker gjorde at vi ikke kunne ha dummypaneler på vegg, så disse ble byttet ut med alucobond-paneler i stål.
- Treullsement i himlinger ble byttet ut med akustikkplater som gir mer fleksibilitet.
- Det ble nødvendig med noe mer vindavstivning med OSB-plater
- Noe av ytterveggen ble utført i massivtre
- Dekket til teknisk rom ble utført i massivtre
- Litt endringer av finish på innervegger, blant annet ble det nødvendig med noe fliser på toalettrommene. Deler av kryssfiner ble erstattet med gips. Noen akustikkplater kom også til.

Det er viktig å merke seg at noen av endringene i beregningene fra prosjektert bygg til "som bygget" ikke skyldes endringer i materialspesifikasjonene men ganske enkelt mer nøyaktige mengdeberegninger og detaljkunnskap i forhold det som var tilgjengelig i prosjekteringsfasen. For noen materialer kan dette få et relativt stort utslag, som i dette tilfellet der solcelle-arealet som var estimert litt grovt i prosjektert bygg var en del mindre enn virkeligheten.

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	Som prosjektert bygg men med CEM III - betong.	0,09	1,17
Bæresystemer	Som prosjektert	0,27	3,71
Yttervegger	Som prosjektert, men med trekarmer rundt vinduer. Dummypaneler erstattet med alucobond-paneler. Noe mer vindavstivning med OSB-plater.	0,79	10,74
Innervegg	Som prosjektert med litt annen kledning/finish bestående av gipsplater, kryssfiner, keramisk flis, akustikkplater og perforerte alu-plater	0,23	3,06
Dekker	Som prosjektert, men med CEM 3-betong i gulv på grunn og massivtredekke under teknisk rom. Endring fra treullsement til akustikkhimling	0,79	10,73
Yttertak	Som prosjektert, men betydelig økt mengde folie og tekking.	0,92	12,49

Trapper og balkonger	<i>Som prosjektert</i>	0,00	0,01
Solceller	<i>Økning i areal solceller (samme strømproduksjon, bare mer nøyaktig mengdeberegning).</i>	4,29	58,08

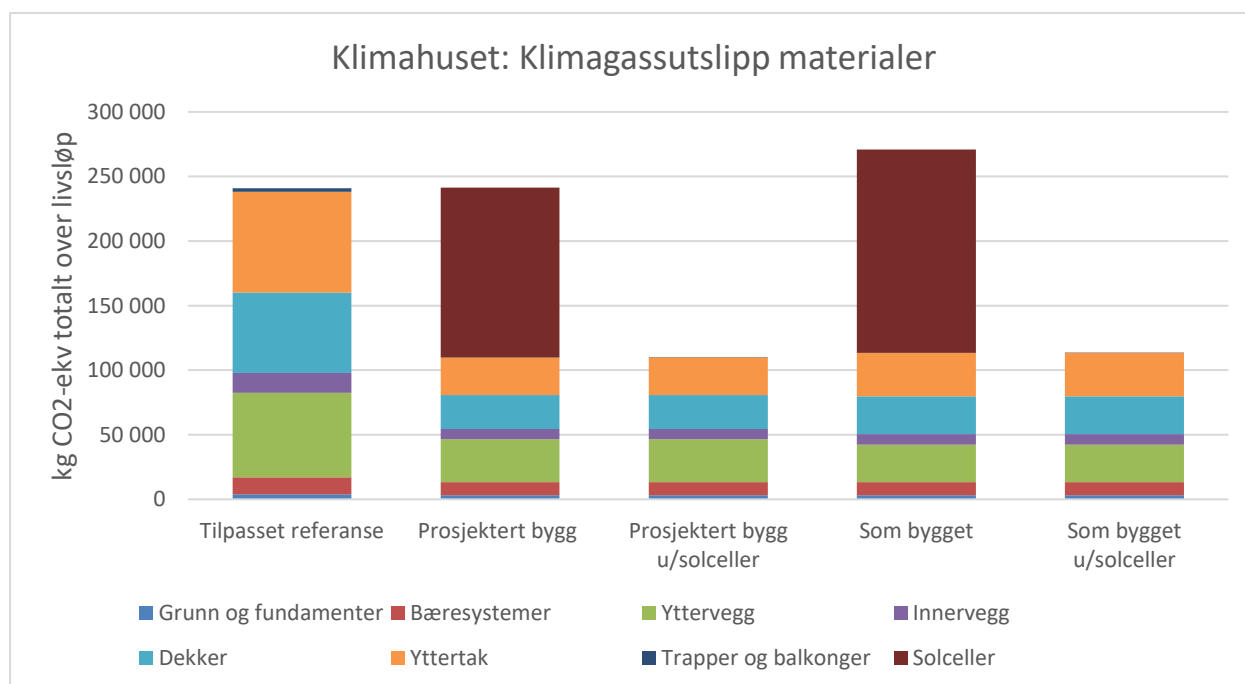
4.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra materialbruk

Beregningene for som bygget sammenliknet med referanseberegningen viser at vi nådde en utslippsreduksjon på 53% for prosjektert bygg når vi ikke regner med solcellene.

I fasen "prosjektert bygg" var resultatet 54%.

Tiltakene som leder til denne betydelige reduksjonen av klimagassutslipp sammenliknet med tilpasset referansebygg er beskrevet i kap. 4.1.2. Særlig utslag har tiltakene som går på bygningsdel dekke, som først og fremst er redusert tykkelse på betong og ingen materialbruk til gulv da det kun er stålglattet betong. I dekke inngår det også at mesaninen dekke er av tre sammenliknet med HD i referansebygget. Det har også stort utslag at man helt unngår betong i vegger. Videre er summen av mindre tiltak som trevindu, tretrapp osv. betydelig.

Når vi sammenlikner "som bygget" med prosjektert bygg, ser vi at overgang til mindre glassareal og trekarmen i stedet for aluminium, reduserer klimagassutslippet fra yttervegger. Endringene innervegg har svært liten påvirkning på klimagassregnskapet. Imidlertid øker utslippet i dekker og tak. For dekker er det litt påfallende ettersom vi har god effekt av CEM III betong i gulv på grunn, men å gå over til massivtredekke (limtre) i stedet for et lett dekke av konstruksjonsvirke trekker utslippene litt opp. Taket har økte utslipp fordi installerte mengder dobbel asfaltmembran i stor grad overgår prosjekterte mengder takteking.



Figur 5.1: Fordeling av klimagassutslipp pr konstruksjon for de enkelte prosjektfasene

Solcellene har et stort utslag på beregningene, for når vi inkluderer dem i materialregnskapet spiser de opp hele reduksjonen og det prosjekterte bygget får ingen reduksjon sammenliknet med referansebygget. Forskjellen blir enda større i "som bygget" da vi da har lagt inn et noe større solcelleareal. Dette er en effekt av ambisjonen om å nå ZEB-målet, i denne målsetningen må man ta en kostnad på materialsiden av klimagassregnskapet for å oppnå gevinsten på energisiden. De økte

klimagassutslippene på materialregnskapet (omtrent 157 tonn CO₂-ekv.) må derfor sees i sammenheng med 97% reduksjon på energisiden (omtrent 680 tonn CO₂-ekv.).

Tabell 5.4: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel (inkl. solceller) for ulike prosjektfaser:

	Standard* referansebygg	Referansebygg	Prosjekttert bygg		"Som bygget"	
	kg CO ₂ -ekv/m ² /år	kg CO ₂ -ekv/m ² /år	kg CO ₂ -ekv/m ² /år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv/m ² /år	% red saml. med ref
Grunn og fundamenter	0,14	0,10	0,09	17	0,09	17
Bæresystemer	0,37	0,36	0,27	25	0,27	25
Yttervegger	1,53	1,78	0,91	49	0,79	55
Innervegg	0,56	0,42	0,22	48	0,23	46
Dekker	2,54	1,70	0,71	58	0,79	53
Yttertak	2,03	2,13	0,79	63	0,92	57
Trapper og balkonger	0,00	0,08	0,0004	99	0,00	99
Solceller	0,00	0,00	3,59	-100	4,29	-100
Total	7,17	6,58	6,59	-0,2%	7,39	-12%

*Standard referansebygg (ikke tilpasset) er vist i tabellen for å vise hvilken innvirkning byggets form har. Disse resultatene er ikke benyttet videre.

5. TRANSPORT

5.1. Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater

Forutsetninger for hvert av beregningsalternativene er gitt i de påfølgende avsnittene. Denne delen av beregningen har også fått en del endringer i forhold til klimagassregnskap.no. Den aller viktigste endringen er at klimagassutslipp fra transport ikke lenger deles på 2.

Den viktigste usikkerheten i transportberegningene er antall besøkende per år, som er basert på et estimat. I tillegg er det usikkert hvor representative standardverdiene er for den reelle transportsituasjonen.

5.1.1. Referansebygg

Forutsetninger:

- 10 ansatte på jobb daglig
- 100 000 besøkende årlig
- 320 åpningsdager i året
- Turproduksjon er automatisk generert ved å laste inn bygningskategori i OneClick LCA. For kulturbygg velges bygningskategori kontor.
- Transportmiddelfordeling, hastigheter og andel skinnegående kollektivtransport er standardverdier fra nasjonal reisevaneundersøkelse ved at datasettet fra "Oslo kommune" er lastet inn i OneClick NS 3720 tool. Standardverdiene er ikke endret.
- Ingen påvirkning av reisemiddelfordeling ved parkeringstilgang (free parking)
- Varetransportfrekvens er satt til "Veldig begrenset".
- Det er gjort valg om at utslippsfaktor for buss skal baseres på biodrivstoffblanding da dette anses som det mest representative i Oslo kommune.

Tabell 5.1: Transportmiddelfordeling for referansebygg. Standardverdier fra datasettet "Oslo kommune" er ikke endret.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	19%	18.8 % buss, 28.2 % skinnegående	34%
Tjeneste	19%	11.6 % buss, 17.4 % skinnegående	52%
Privat	42.5%	9.4 % buss, 14.1 % skinnegående	34%
Besøkende	42.5%	9.4 % buss, 14.1 % skinnegående	34%

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

Klimagassutslipp	kg CO2-ekv/m ² /år
Bil	177,8
Kollektiv – buss	2,2
Kollektiv – skinnegående	1,6
Varetransport	0,4
Sum	182

5.1.2. Prosjektert bygg

Forutsetninger:

Forutsetningene i prosjektert bygg er de samme som i referansebygget men med følgende endringer:

- Transportmiddelfordeling, hastigheter og andel skinnegående kollektivtransport er standardverdier fra nasjonal reisevaneundersøkelse ved at datasettet fra "Oslo sentrum, kontor" er lastet inn i OneClick NS 3720 tool. Standardverdiene er ikke endret.
- Reisemiddelfordeling er påvirket at parkeringstilgangen er satt til avgiftsbelagt offentlig parkering.

Tabell 5.3: Transportmiddelfordeling når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	23.2%	31.5 % buss, 43.7 % skinnegående	1.6%
Tjeneste	30.6%	16.0 % buss, 21.6 % skinnegående	31.8%
Privat	56.8%	11.6 % buss, 16.2 % skinnegående	15.5%
Besøkende	56.8%	11.6 % buss, 16.2 % skinnegående	15.5%

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

Klimagassutslipp	Arealspesifikt utslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
Bil	88,0
Kollektiv – buss	2,6
Kollektiv – skinnegående	1,8
Varetransport	0,4
Sum	93

5.1.3. «Som bygget»

Det er ingen endringer i forhold til prosjektert løsning.

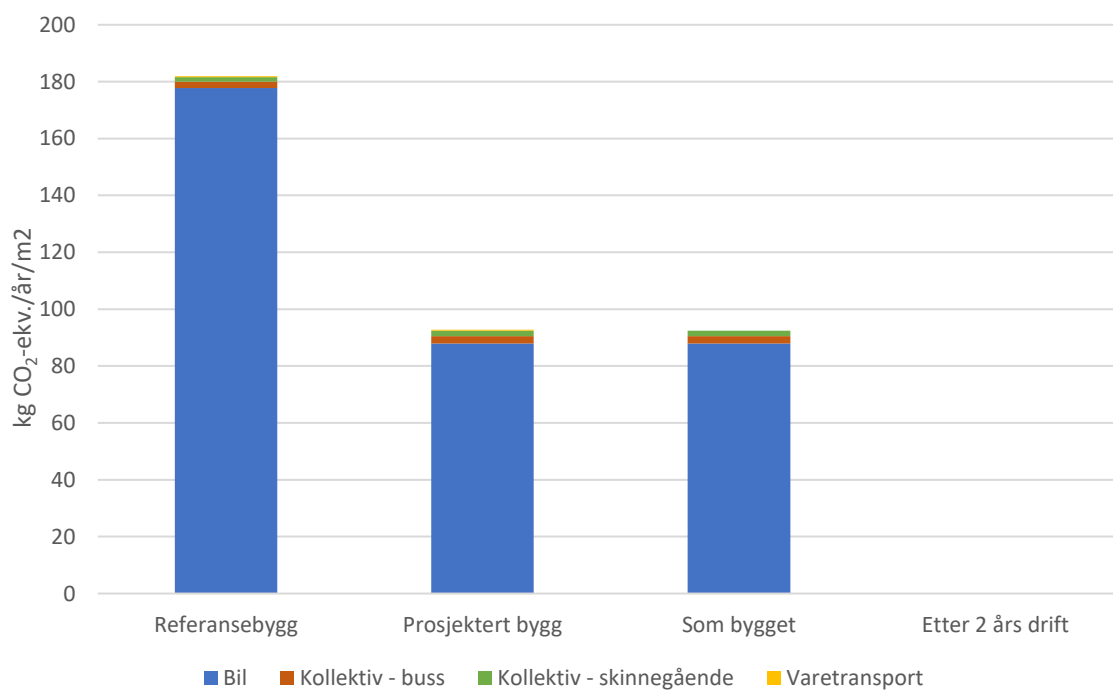
5.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra transport

Beregningen viser at man oppnår en reduksjon av klimagassutslipp på 49% ved de tiltak som er gjennomført for transport og de forutsetningene som er satt i beregningene. Valg av lokasjon nært kollektivknutepunkt på Tøyen sentralt i Oslo uten å lage noen nye parkeringsplasser til området gir en halvering av utslippene sammenliknet med referansebygget. Transportberegningene basert utelukkende på standardverdier fra Nasjonal reisevaneundersøkelse.

Tabell 5.7: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport for klimahuset.

	Referansebygg	Prosjektert bygg		"Som bygget"		"i drift"	
	kg CO ₂ - ekv./m ² /år	kg CO ₂ - ekv./m ² /år	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv./m ² /år	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv./m ² /år	% red saml. med ref
Bil	177,8	88,0		88,0			
Kollektiv - buss	2,2	2,6		2,6			
Kollektiv - skinnegående	1,6	1,8		1,8			
Varetransport	0,4	0,4		0,4			
Sum	182	93	49%	93	49%		

Klimahuset: klimagassutslipp transport i drift



Figur 11: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport.

VEDLEGG

Vedlegg for materialer og transport er tatt ut av OneClick LCA og vil skille seg noe fra vedlegg tatt ut fra klimagassregnskap.no.

Vedlegg 1: Underlag beregninger for energi

Energiberegninger er dokumentert i NOT-RIEN-01.

Sentrale inndata for bygget – NS3031

Størrelser		Inndata	Dokumentasjon
Arealer [m ²]	Yttervegger	335	Data fra ARK/IFC modell
	Tak eks. overlys	634	Data fra ARK/IFC modell
	Gulv	604	Data fra ARK/IFC modell
	Vinduer, dører og glassfelt	157	Data fra ARK/IFC modell
Oppvarmet bruksareal (BRA) (A_n) [m ²]		666	Data fra ARK/IFC modell
Oppvarmet luftvolum (V) [m ³]		3660	Data fra ARK/IFC modell
Varmegjennomgangskoeffisient for bygningsdeler [W/m ² K] (U-verdi)	Yttervegger	0,12	Data fra bygningsfysiker
	Tak	0,11	Data fra bygningsfysiker
	Gulv	0,07	Ekvivalent vektet U-verdi. Data fra bygningsfysiker
	Vinduer, dører og glassfelt	0,88	Data fra bygningsfysiker
Areal for vinduer, dører og glassfelt i forhold til oppvarmet bruksareal (%)		23,6	Beregnes på basis av verdiene her ovenfor
Normalisert kuldebroverdi (ψ') [W/m ² K]		0,03	Data fra bygningsfysiker
Lekkasjetall (n_{50}) [h ⁻¹]		0,5	Data fra bygningsfysiker
Årsgjennomsnittlig virkningsgrad (η) for varmegjenvinner [%]		85	Data fra RIV
Spesifikk vifteeffekt (SFP _e) relatert til luftmengder, i driftstiden [kW/(m ³ /s)]		0,75-1,5	Se NOT-RIEN-03
Gjennomsnittlig ventilasjonsluftmengde (V) i driftstiden [m ³ /(hm ²)]		10	Data fra RIV/ Minste verdi fra NS3031
Ventilasjonsluftmengde (V) utenfor driftstiden [m ³ /(hm ²)]		2	Minste verdi fra NS3031
Tilluftstemperatur i driftstiden vinter/sommer [°C]		19/17	Tilpasset klimatisering/ termisk inn klima
Tilluftstemperatur utenfor driftstiden vinter/sommer [°C]		19/17	
Spesifikk pumpeeffekt (SPP) romoppvarming [kW/(l/s)]		0,5	Veiledende verdi NS3031
Spesifikk pumpeeffekt (SPP) romkjøling [kW/(l/s)]		0,6	Veiledende verdi NS3031
Spesifikk pumpeeffekt (SPP) varmebatteri [kW/(l/s)]		0,5	Veiledende verdi NS3031
Spesifikk pumpeeffekt (SPP) kjølebatteri [kW/(l/s)]		0,6	Veiledende verdi NS3031
Spesifikt effektbehov til belysning i driftstiden [W/m ²]		0,5	Data fra RIE
Spesifikt effektbehov til utstyr i driftstiden [W/m ²]		0,6	Standardisert inndata fra NS 3031
Total solfaktor (g_t) for vinduer		0,4	Glasstype

Total solfaktor (g_t) for vinduer og glassfelt sammen med solavskjerming	0,4	Type solskjerming, hvor
Avskjermingsfaktor for horisont, bygninger vegetasjon for ulike orienteringer (N/Ø/S/V)	1,00/0, 48/0,3 3/0,50	Vurdert ut ifra tegninger

Tegninger fra ARK er datert 24.09.2018

Vedlegg 2: Underlag beregninger for materialer

Utskrift fra materialmodellen til referansebygg (modellnavn: Ny R), prosjektert bygg (modellnavn: Ny P) og som bygget (modellnavn: As Built) i OneClick LCA.

Vedlegg 3: Underlag beregninger for transport

Utskrift fra transportfanen i OneClick LCA for referansebygg og prosjektert bygg.

Vedlegg 4: Lavkarbonbetong på klimahuset, informasjonsskriv