

BOLIGER PÅ KORPÅSEN

KLIMAGASSBEREGNING



Fase	Utarbeidet	Rev1	Rev2	Rev3
Forprosjekt	WSP Engineering	12.04.2018		
Ferdigstillelse «Som bygget»				
Etter 2 års drift «I drift»				

LOGOER



Asker
kommune

Rapport utarbeidet av:



Innholdsfortegnelse

INNLEDNING	3
1. PROSJEKTBEKRIVELSE.....	4
1.1. BEREKNINGSPROGRAM FOR KLIMAGASSBEREGNINGER.....	4
2. HOVEDRESULTATER OG SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVER.....	5
3. STASJONÆR ENERGIBRUK	7
3.1. PROSJEKTFASER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	7
3.1.1. Referansebygg	7
3.1.2. Prosjektert bygg.....	7
3.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA STASJONÆR ENERGIBRUK	9
4. MATERIALER	11
4.1. BEREKNINGSALTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	11
4.1.1. Referansebygg	11
4.1.1.1 Sykehjem	11
4.1.1.2 Rekkehus.....	12
4.1.2. Prosjektert bygg.....	13
4.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA MATERIALBRUK.....	14
5. TRANSPORT	16
5.1. BEREKNINGSALTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	16
5.1.1. Referansebygg	16
5.1.2. Prosjektert bygg.....	17
5.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA TRANSPORT.....	18
VEDLEGG	20
VEDLEGG 1: UNDERLAG BEREGNINGER FOR ENERGI	20
VEDLEGG 2: UNDERLAG BEREGNINGER FOR MATERIALER	22
VEDLEGG 3: UNDERLAG BEREGNINGER FOR TRANSPORT	22

INNLEDNING

FutureBuilts prosjekter dokumenteres på FutureBuilts 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.

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.

Boligene på Korpåsen 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 Boligene på Korpåsen er utarbeidet av Oda Kyllingstad i WSP Engineering.

Versjon 1, datert 10.04.2018, inneholder resultatene av klimagassberegninger for «prosjektert».

1. PROSJEKTBESKRIVELSE

Prosjektnavn:	Boliger på Korpåsen
Utbygger:	Asker Kommune

Beliggenhet og karakteristika

Adresse:	Gullhella, 1386 Asker
Høyde over havet:	122 moh.
Årsgjennomsnittstemperatur:	5,2
Dimensjonerende sommertemperatur:	21

Arealer og bygningsinformasjon

Boligene består av 3 bygninger. Pga. ulik bruk er bygningene oppdelt i boliggruppe 1, 2 og 3. Boliggruppe 1 og 2 er karakterisert som bygningstype *Rekkehus u/kjeller*, boliggruppe 3 er karakterisert som bygningstype *Sykehjem*.

BTA totalt:	1 163
Oppvarmet BRA totalt:	1 095
BTA boliggruppe 1 og 2:	672
Oppvarmet BRA boliggruppe 1 og 2:	624
BTA boliggruppe 3:	491
Oppvarmet BRA Boliggruppe 3:	471
Antall brukere:	12
Antall ansatte:	12
Antall besøkende:	3

Lokalisering

Boligene på Korpåsen skal etableres i et området kalt Gullhella i Asker kommune. Gullhella ligger langs Røykenveien ca. 4 kilometer sør for fra Asker sentrum.

Boligene på Korpåsen ligger i umiddelbar nærhet til Gullhella Bo- og aktivitetssenter.

Det er god beliggenhet for bruk av kollektivtrafikk, enten buss (under 300 m) eller tog (1 km). Det tilrettelegges også for bruk av sykkel.

1.1.Beregningsprogram for klimagassberegninger

Klimagassregnskapet er i hovedsak utarbeidet i LCA-verktøyet SimaPro versjon 8.4.0.0, med noe input fra klimagassregnskap.no versjon 5. Transportmodulen er i sin helhet beregnet i klimagassregnskap.no. Prosesser benyttet i prosjektet er i hovedsak basert på Ecoinvent 3-databasen.

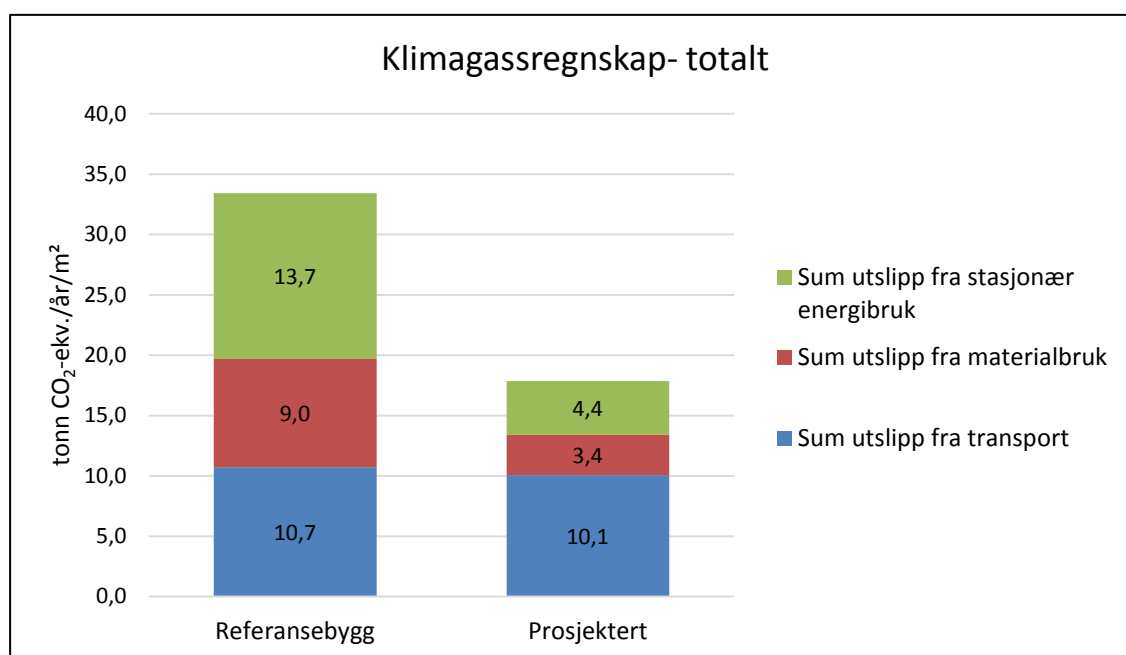
Referansebygget er modellert i SimaPro basert på notatet *Beskrivelse referansebygg, klimagassregnskap.no v4.1* og *Klimagassregnskap.no/versjon 4- Vedleggsnotat 4*.

2. HOVEDRESULTATER OG SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVER

Prosjektets totale klimagassutslipp er sammenlignet med referanseberegningen redusert med 46 % for prosjektert bygg.

Klimagassutslippet for prosjektet i prosjektert fase er beregnet til **16 kg CO₂-ekv./år/m²**, og **663 kg CO₂-ekv./år/person**. Totalt for bygget utgjør dette **17 913 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./år/m²] for boliger på Korpåsen.

Tabell 2-1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp. år for boliger på Korpåsen.

	Referansebygg	Prosjektert bygg	«Som bygget»	«i drift»
	[tonn CO ₂ / år]	[tonn CO ₂ / år]	[tonn CO ₂ / år]	[tonn CO ₂ / år]
Materialbruk	9,0	3,4		
Stasjonær energi	13,7	4,4		
Transport	10,7	10,1		
Total	33,4	17,9		
Reduksjon ifht. referansebygg [%]		46 %		

Tabell 2-2: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. person for boliger på Korpåsen.

	Referansebygg	Prosjektert bygg	«Som bygget»	«i drift»
	[kg CO ₂ - ekv./år/person]	[kg CO ₂ - ekv./år/person]	[kg CO ₂ - ekv./år/person]	[kg CO ₂ - ekv./år/person]
Materialbruk	332	124		
Stasjonær energi	509	165		
Transport	398	372		
Total	1 238	661		
Reduksjon ifht. referansebygg [%]		47 %		

I prosjektert fase er totalt klimagassutslipp er redusert med 47 % sammenlignet med referansebygget. Fra materialbruk er klimagassutslippet redusert med 63 % og fra energibruk er det redusert med 68 %, mens fra transport er klimagassutslippet kun redusert med 6 %. Målet om å redusere det totale klimagassutslippet med 50 % er ikke nådd.

For å redusere utslippet fra materialbruk er det benyttet mest mulig tre og biomassebaserte løsninger, som for eksempel massivtre, trefiberisolasjon og trekledning på fasaden. I grunnen er det valgt skumglassisolasjon istedenfor XPS-isolasjon, og i taket er det benyttet celleglassisolasjon istedenfor EPS-isolasjon.

Boligene er prosjektert for å oppnå nær-nullenergi, nZEB, iht. ZEBs definisjon om at levert energi til bygget skal være mindre eller lik 40 kWh/m². For å oppnå dette skal det installeres solceller på taket, varmebrønner for å dekke varmebehovet og naturlig ventilasjon for å redusere energibruk.

I transportdelen for det prosjekterte bygget er det tatt utgangspunkt i en RVU for kontorer i Asker og Bærum, dette fordi det ikke er utarbeidet en mer lokal RVU for Gullhella. Det er gjort noen justeringer ifm. redusert antall parkeringsplasser og tilrettelegging for sykkel. Sammenlignet med referansebygget (der det er benyttet RVU for Oslo og Akershus) gir dette en lav reduksjon av klimagassutslipp, og fordi utslippene fra transport er store sammenlignet med utslipp fra materialbruk og energi, bidrar dette til å holde det samlede utslippet fra prosjektert bygg oppe.

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 boligblokk med netto energibehov iht. minimumskrav i Forskrift om tekniske krav til byggverk.

Forutsetninger energibruk i drift - referanseberegning:

- Spesifikt netto energibehov 95 kWh/(m²*år) tilsvarende rammekravet i teknisk forskrift 17
- 60 % av varmebehovet dekkes av elkjel (systemvirkningsgrad 0,86) og 40 % 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

Referansebygg Rekkehus	Netto energibehov [kWh / m ² / år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv / m ² / år]
Elspesifikk energi	42	100 % el	5,17
Varme	53	60 % elkjel	4,55
		40 % panelovn	2,83
Kjøling	Ingen kjøling	100 % lokal kjøling	
Sum	95	-	12,55

3.1.2. Prosjektet bygg

Det prosjekterte bygget er planlagt oppført som nesten nullenergi, nZEB, iht. ZEBs definisjon. Dette innebærer at levert energi til bygget skal være mindre eller lik 40 kWh/m². For å oppnå dette skal det installeres solceller på taket som vil produsere 30.000 kWh pr. år, samt at det skal etableres energibrønner for termisk energiproduksjon til oppvarming av bygningene.

Byggets netto energibehov er beregnet ved hjelp av beregningsprogrammet SIMIEN, se energibudsjett i tabell 3.2. Beregningene viser at byggets netto energibehov fratrasket energiproduksjon fra solceller er redusert med 21 % i forhold til rammekravet i teknisk forskrift.

Tabell 3-2: Energibudsjett. Beregnet netto energibehov i henhold til NS 3031.

Energibudsjett		
Energipost	Energibehov kWh	Spesifikt energiebehov kWh / m ²
1a Romoppvarming	50 993	47,8
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1 870	1,8
2 Varmtvann (tappevann)	31 744	29,8
3a Vifter	4 491	4,2
3b Pumper	1 383	1,3
4 Belysning	12 142	11,4
5 Teknisk utstyr	18 679	17,5
6a Romkjøling	0	0
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0	0
Totalt netto energibehov, sum 1-6	121 302	113,8
Lever avtrekksvarmepumpe ihht. tillegg N	17 580	-16,5
Energibruk til drift av avtrekksvarmepumpe	5 983	5,6
Totalt netto energibehov inkl. avtrekksvarmepumpe	109 705	102,9
Solcelleproduksjon		27,8
Totalt netto energibehov fratrasket solcelleproduksjon		75,1

Det er ikke behov for energi til kjøling.

84% av varmebehovet dekkes av en sentral varmepumpe med COP 3,7, og de resterende 16 % dekkes av panelovner.

Avtrekksvarmepumpe for gjenvinning av energi i avtrekksluft fra boliggruppe 1 og 2 har COP på 3.

Det er termisk energiproduksjon fra 5 stk. brønner til oppvarming i boliggruppe 1 ,2 og 3, samt til ventilasjon i boliggruppe 3.

Solcelleareal på ca. 210 m² gir en energiproduksjon på ca. 28 kWh/m² BRA.

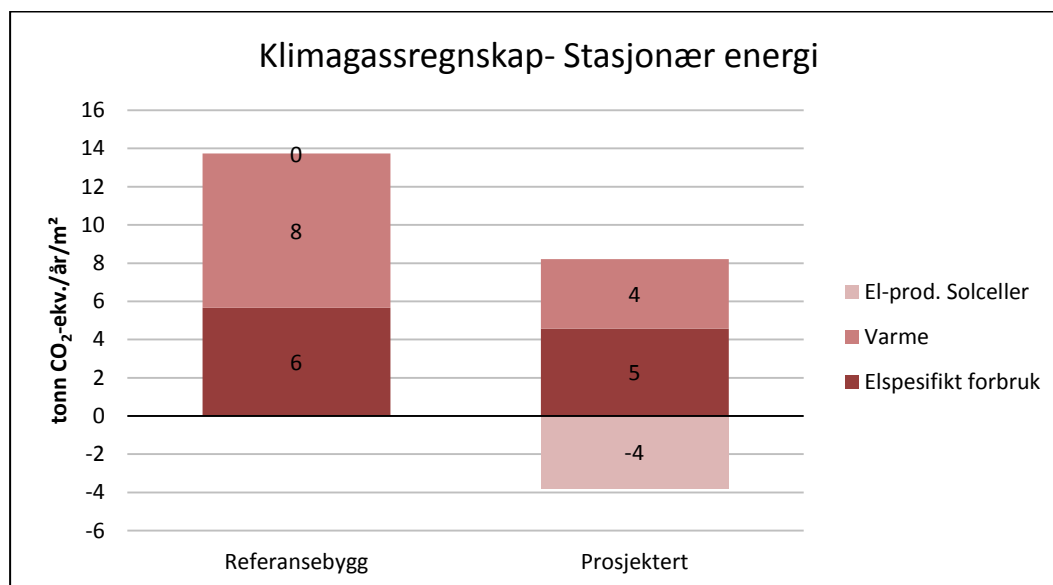
Det er planlagt for naturlig ventilasjon med høytsittende luftvindu i boliggruppe 1 og 2. I boliggruppe 3 er det planlagt for avtrekksventilasjon, naturlig sommerventilasjon og balansert mekanisk ventilasjon.

Byggets beregnede klimagassutslipp som prosjektert er 4,1 kg CO₂-ekv/m²/år, se tabell 3.3. Dette utgjør en reduksjon på 68 % i forhold til referansebygget.

Tabell 3-3: Oversikt over energibehov, energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for prosjektert bygg.

Prosjektert bygg	Netto energibehov [kWh / m ² / år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv / m ² / år]
Elspesifikk energi	34,5	100 % el	4,18
Varme	68,5	84 % varmepumpe 16 % panelovn	1,91 1,41
Kjøling	Ingen kjøling		
El-prod. solceller	- 28	100 % solceller	- 3,44
Sum	75	-	4,1

3.2.Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra stasjonær energibruk



Figur 3-1: Beregnede klimagassutslipp for energi, fordelt på formål; varme og elspesifikt.

Tabell 3-4: Fordeling av klimagassutslipp pr. energikategori for ulike prosjektfaser:

	Referanse- bygg	Prosjektert bygg		Som bygget		I drift	
	kg CO ₂ -ekv. /år	kg CO ₂ - ekv./år	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv./år	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv./år	% red saml. med ref
Elspesifikk energi	5 657	4 579	19 %				
Varme	8 084	3 636	55 %				
Kjøling	0	0	0				
El-prod. solceller		-3 771					
Total	13 741	4 444	68 %				

Tabell 3-5: Fordeling av klimagassutslipp pr. person pr. energikategori for ulike prosjektfaser:

	Referanse- bygg	Prosjektert bygg		Som bygget		I drift	
	kg CO ₂ - ekv./ person / år	kg CO ₂ - ekv./m ² /år	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv./ person / år	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv./ person / år	% red saml. med ref
Elspesifikk energi	236	191	19 %				
Varme	337	152	55 %				
Kjøling	0	0	0				
El-prod. solceller		-157					
Total	573	185	68 %				

Klimagassreduksjonen er 68 % fra referansebygget i prosjektfase, hvorav hovedårsaken til nedgang i klimagassutslipp er:

- El-produksjon fra solcellepaneler på tak.
- Sentral varmepumpe med høyere virkningsgrad enn referansebyggets varmepumpe.
- Termisk energiproduksjon fra 5 brønner til oppvarming.
- Naturlig ventilasjon i boliggruppe 1 og 2.

Den sentrale varmepumpen har buffertank for optimering av drift varmepumpe, og for lagring av overskudds-el-produksjon fra solcelle. Når el fra solceller ikke kan nyttiggjøres til direkte el-bruk skal strømmen lagres i buffertank. Strøm transformeres via elkjel i energisentral. Det brukes følgende prioritering for solstrømsproduksjon:

1. Direkte el-bruk i bygget
2. Spissing av temperatur varmt tappevann i beredere i blokk 1,2 og 3
3. Spissing av temperatur i bufferlagertank i energisentral
4. Salg av el tilbake på strømmettet.

Boliggruppe 1 og 2 har egen avtrekksvarmepumpe som gjenvinner energi i avtrekksluft fra leiligheter. Energiproduksjon nyttiggjøres til oppvarming av tappevann og oppvarming.

Det er ikke planlagt noe kjøling i boliggruppe 1 og 2. Boliggruppe 3 har mulighet for frikjøling fra brønner på sommeren (lading av brønner gjøres ved hjelp av snøsmelteanlegg).

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

Det er benyttet to referansebygg i dette prosjektet. Boliggruppe 1 og 2 sammenlignes med referansebygget rekkehus, mens boliggruppe 3 sammenlignes med referansebygget sykehjem.

I begge referansebyggene er det grunn og fundamenter som gir det største utslippet, dette skyldes først og fremst utslipp fra XPS-isolasjon og betong. Yttertak gir også et høyt utslipp, dette kommer fra isolasjonen og takstoler.

4.1.1.1 Sykehjem

Tallene for å bygge opp referansebygget sykehjem er basert på Contexts notat *Beskrivelse referansebygg, klimagassregnskap.no 4.1* og *vedleggsnotat 4 – Modellbygg som grunnlag for Referansebygg*. På denne måten er referansebygget bygget opp på lik måte som tidligfasemodulen i klimagassregnskap.no. Følgende størrelser er lagt til grunn:

- BYA: 739 m².
- BTA: 491 m².
- BTK: 0 m².

Tabell 4-1: Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for referansebygg sykehjem.

Bygningsdel	Oppbygging (hovedelementer)	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv / m ² / år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	Gulvoverflate: • 100% av gulvoverflate vinylbelegg Gulv på grunn: • Betong • Armering med 80% resirkuleringsgrad. • XPS isolasjon	4,46	56 %
Bæresystemer	Søyler og bjelker i stål med 40% resirkuleringsgrad.	0,14	2 %
Yttervegger	Veggoppbygning: • 32% av vegg: klimavegg med trestendere, glassullisolasjon, GU-plate og innvendig gipsplater. • 29% av vegg: blokkvegg med lettklinkerblokk, mineralullisolasjon og murpuss.. • 6% av vegg: betongvegg med betong (0% flyveaske), armering (80% resirkuleringsgrad), EPS isolasjon. • 3% av vegg: dører i glass og aluminium. • 30% av vegg: vinduer 2-lags glass. Fasade: • 100% av fasade kledd med teglstein.	1,08	14 %
Innervegg	Veggoppbygning: • 83% stendervegg med trestendere, steinull, gips og panel. • 2% glassvegg med profiler av tre.	0,36	5 %

	• 2% betongvegg med betong, armering (80% resirkuleringsgrad), murpuss, avretningsmasse. • 7% dører i heltre.		
Yttertak	Takoppbygning: • Himling med gipsplater og mineralull systemhimling. • Betongtak 265 mm HD-element, armering (80% resirkuleringsgrad), EPS-isolasjon, steinull. • Taktekking av asfaltapp.	1,95	24 %

4.1.1.2 Rekkehus

Tallene for å bygge opp referansebygget rekkehus er basert på Contexts notat *Beskrivelse referansebygg, klimagassregnskap.no 4.1* og *vedleggsnotat 4 – Modellbygg som grunnlag for Referansebygg*. På denne måten er referansebygget bygget opp på lik måte som tidligfasemodulen i klimagassregnskap.no. Følgende størrelser er lagt til grunn:

- BYA: 540 m².
- BTA: 336 m².
- BTK: 0 m².

Tabell 4-2: Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for referansebygg rekkehus.

Bygningsdel	Oppbygging (hovedelementer)	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv / m ² / år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	Gulvoverflate: • 72% av gulvoverflate tregulv • 17% av gulvoverflate keramiske fliser • 11% av gulvoverflate vinylbelegg Gulv på grunn: • Betong • Armering med 80% resirkuleringsgrad. • XPS isolasjon i gulv på grunn	4,68	56 %
Bæresystemer	Søyler og bjelker i stål med 40% resirkuleringsgrad.	0,02	0,2 %
Yttervegger	Veggoppbygning: • 75% av vegg: klimavegg med trestendere, glassullisolasjon, GU-plate og innvendig gipsplater. • 7% av vegg: dører i tre. • 18% av vegg: vinduer 2-lags glass. Fasade: • 40% av fasaden kledd med teglstein. • 60% av fasaden kledd med trekledning.	0,99	12 %
Innervegg	Veggoppbygning: • 53% av vegg: stendervegg med trestendere, steinull, gips og panel. • 36% av vegg: murvegg av lettklinkerblokk, murpuss, avretningsmasse. • 11% av vegg: dører i heltre.	0,56	7 %
Yttertak	Takoppbygning: • Himling med gipsplater. • Tretak med steinullisolasjon, x-finer og asfaltapp. • Taktekking av betongstein.	2,08	25 %

4.1.2. Prosjektet bygg

I det prosjekterte bygget er det gjort følgende tiltak for å redusere utslipp fra materialbruken:

- Benytte tre- og biomassebaserte produkter i størst mulig grad:
 - o Bygget er prosjektert i massivtre med trefiberisolasjon.
 - o Innvendige overflater er eksponert massivtre, trefibergips eller annen trekledning.
 - o Utvendig kledning er trepanel.
- Benytte skumglass-isolasjon i grunnen istedenfor XSP-isolasjon. Med dette reduseres også mengden tilført grus i byggegrøpa.
- Det er vurdert flere løsninger ifm. gulvbelegg da det er viktig at dette passer brukernes behov. Endelig løsninger er vinylgulv på bad, gummigulv ved inngangsparti/entre, resterende gulv er tregulv.

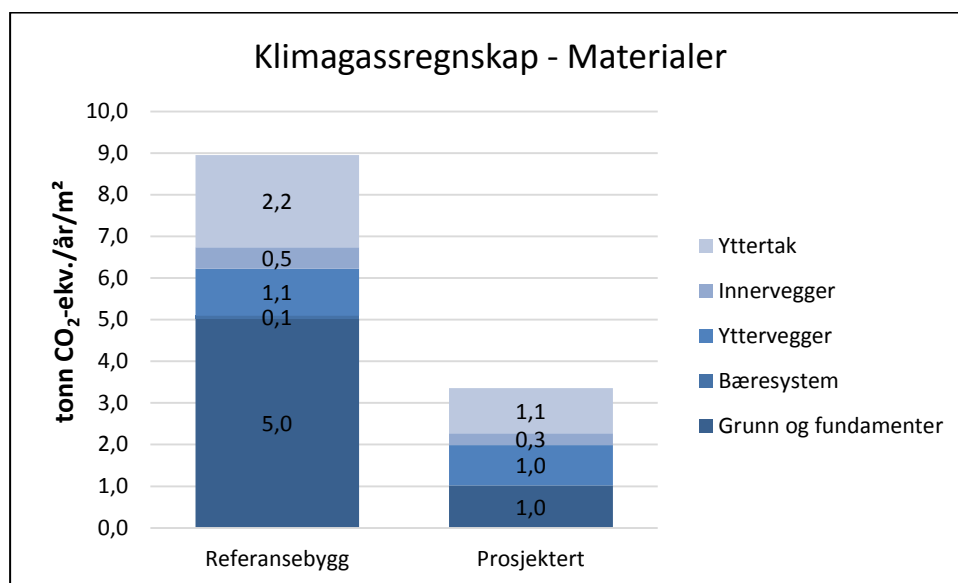
Mengdene i den prosjekterte beregningen er hentet ut fra IFC-modellen fra arkitekt. Beregningene er gjort i SimaPro. Der produkter ikke finnes i ecoinvent-databasen eller øvrige databaser som benyttes i SimaPro, er det lagt inn tall fra EPD'er. Utslippstall fra flere av de trebaserte produktene er hentet fra EPD'er. Det er valgt å bruke utslippstall som ikke nyttiggjør lagring av biologisk karbon i treet.

Tabell 4-3: 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	Gulvoverflate: • 80% av gulvoverflate tregulv • 12% av gulvoverflate vinylbelegg • 8% av gulvoverflate gummibelegg Gulv på grunn: • Betong • Armering med 80% resirkuleringsgrad. • Skumglass Fundament • Betong	0,93	30 %
Yttervegger	Veggoppbygning: • Massivtre, innblåst trefiberisolasjon. • Dører glass og tre • Vinduer 2- lags glass Fasade: • Fasade med trekledning	0,89	29 %
Innervegg	Veggoppbygning: • Massivtre, innblåst trefiberisolasjon, fibergipsplater • Bindingsverk, innblåst trefiberisolasjon, fibergipsplater • Dører i tre	0,26	8 %
Yttertak	Flatt tak: • Massivtre, celleglassisolasjon, asfaltapp. Skråtak • Massivtre, trefiberisolasjonsplater, asfaltapp.	0,99	32 %

4.2.Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra materialbruk

Beregningene viser at for prosjektet sammenlignet med referanseberegningen oppnås utslippsreduksjoner på 63 % for prosjektert bygg.



Figur 4-1: Fordeling av klimagassutslipp pr konstruksjon for de enkelte prosjektfasene

Tabell 4-4: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel for ulike prosjektfaser:

	Referansebygg	Prosjektert bygg		"Som bygget"	
	kg CO ₂ -ekv. / år	kg CO ₂ -ekv. / år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv. / år	% red saml. med ref
Grunn og fundamenter	5 019	1 017	80		
Bæresystemer	73	0	100		
Yttervegger	1 130	975	14		
Innervegg	518	281	46		
Yttertak	2 218	1 083	51		
Total	8 958	3 356	63		

Tabell 4-5: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel pr. person for ulike prosjektfaser:

	Referansebygg	Prosjektert bygg		"Som bygget"	
	kg CO ₂ -ekv. / person / år	kg CO ₂ -ekv. / person / år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv. / person / år	% red saml. med ref
Grunn og fundamenter	186	38	80		
Bæresystemer	3	0	100		
Yttervegger	42	36	14		
Innervegg	19	10	46		
Yttertak	82	40	51		
Total	332	124	63		

Det prosjekterte bygget har lavere utslipp for alle bygningsdeler. Minst reduksjon er det for yttervegg, dette skyldes at prosjektert bygg har bæresystem av massivtre og at utslippet fra bærende massivtrevegger derfor ligger under ytter- og innervegger istedenfor bæresystem. Størst reduksjon kommer fra *Grunn og fundamenter*, dette fordi det i prosjektert bygg er brukt skumglass-isolasjon i grunnen med lavkarbonbetong klasse A, i stedet for XPS-isolasjon med normalbetong. Det er i det prosjekterte bygget i all hovedsak benyttet tre- og biomassebaserte produkter, og resultatet av dette kommer tydelig frem i reduksjon av utslipp for inner- og yttervegg. Lavt utslipp fra takkonstruksjonen kommer av reduksjon i materialmengder på grunn av kompakttak, samt bruk av celleglassisolasjon og trefiberisolasjon istedenfor steinullisolasjon.

5. TRANSPORT

5.1. Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater

Beregningene er utført i klimagassregnskap.no, versjon 5. Regnereglene for klimagassregnskap i FutureBuilt er basert på klimagassregnskap.no

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

5.1.1. Referansebygg

I referansebygget for transport er det valgt å kun bruke bygningskategori *sykehjem*. Dette fordi det under denne modulen anses å være den kategorien som passer bruken av bygningene best.

Forutsetninger:

- Bygningskategori sykehjem
- 12 ansatte, 12 andre brukere
- Standardverdier for turproduksjon og transportmiddelfordeling, hastigheter og andel skinnegående kollektivtransport er basert på RVU for «Oslo og Akershus generelt – Bolig, handel, kontor». Tallene hentes fra klimagassregnskap.no.
- Ingen påvirkning av reisemiddelfordeling ved parkeringstilgang

Tabell 5-1: Turproduksjon for referansebygg.

	Turer / døgn ansatte	Turer / døgn brukere
Arbeid	1,6	
Tjeneste	0,6	
Private ærend	0,2	
Service utenfra	0,1	
Varetransport	0,2	
Andre brukere		2

Tabell 5-2: Transportmiddelfordeling for referansebygg. Ansatte /brukere.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang / sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	15	39	46
Tjeneste	12	23	65
Innkjøp og service	32	15	53
Annet	36 / 32	20 / 13	44 / 55

Tabell 5-3: Klimagassutslipp fra transport, fordelt på transportmidler, for referansebygg.

Klimagassutslipp	kg CO ₂ -ekv / m ² / år
Bil	6,71
Kollektiv – buss	0,59
Kollektiv – skinnegående	0,27
Varetransport	2,22
Sum	9,80

5.1.2. Prosjektert bygg

Forutsetninger:

- Bygningskategori sykehjem
- 12 ansatte, 12 brukere
- Standardverdier for turproduksjon og transportmiddelfordeling, hastigheter og andel skinnegående kollektivtransport er basert på RVU for «Asker og Bærum – kontor». Tallene hentes fra klimagassregnskap.no.
- Tilpasningsfaktor for parkering er satt til 0,3 fordi:
 - det vil ikke etableres egne parkeringsplasser for ansatte og besøkende, men parkeringsplasser tilhørende Gullhella Bo- og aktivitetssenter vil kunne benyttes.
 - det vil legges til rette for økt bruk av sykkel ved å etablere innendørs sykkelparkering i boder med mulighet for å vaske sykkel både sommer og vinter.
- Tilpasning av transportmiddelfordeling er justert slik at reduksjon av biltrafikk fordeles slik
 - 10 % økt bilbelegg
 - 25 % flere gående og syklende
 - 65 % flere kollektivreiser

Tabell 5-4: Turproduksjon for prosjektert bygg.

	Turer / døgn ansatte	Turer / døgn brukere
Arbeid	1,6	
Tjeneste	0,6	
Private ærend	0,2	
Service utenfra	0,1	
Varetransport	0,2	
Andre brukere		2

Tabell 5-5: Transportmiddelfordeling når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt. Ansatte/brukere.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang / sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	23	55	23
Tjeneste	7	18	75
Innkjøp og service	24	11	65
Annet	23 / 25	18 / 24	59 / 51

Tabell 5-6: Klimagassutslipp «som prosjektert» når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

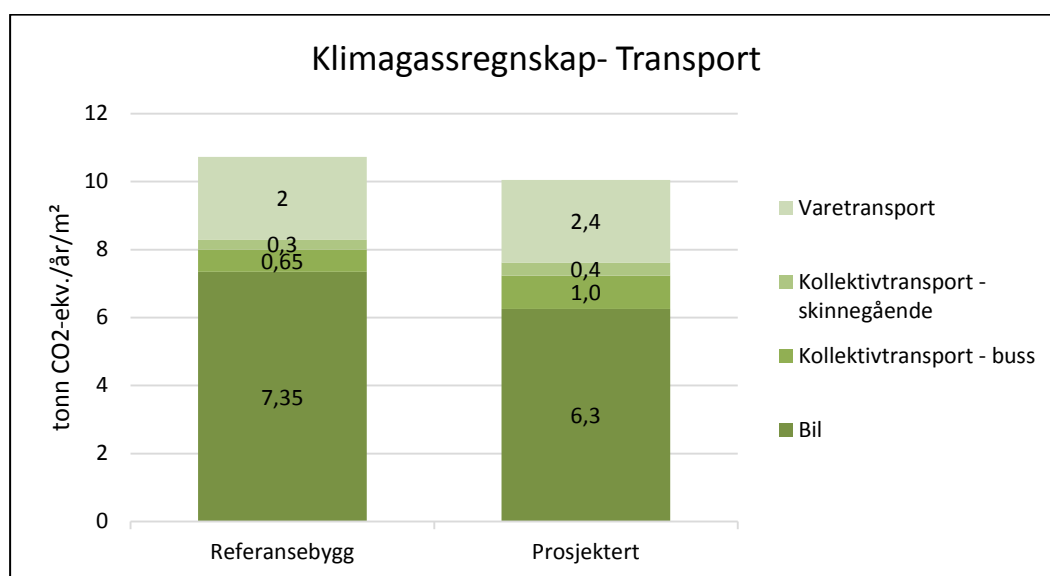
Klimagassutslipp	Areal spesifikt utslipp [kg CO ₂ -ekv / m ² / år]
Bil	5,71
Kollektiv – buss	0,90
Kollektiv – skinnegående	0,35
Varetransport	2,22
Sum	9,18

5.2.Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra transport

Beregningen viser at man oppnår en reduksjon av klimagassutslipp på 6 % ved de tiltak som er gjennomført for transport.

Utslipp fra transport for referansebygg er basert på RVU-tall fra «Oslo og Akershus generelt – Bolig, handel og kontor», som angitt i FutureBuilds regneregler for klimagassregnskap. For prosjektert er det brukt RVU-tall fra «Asker og Bærum – kontor». Årsaken til lav reduksjon er blant annet at RVU-tallene fra Oslo og Akershus som er brukt for referansebygget er lavere enn tallene fra Asker og Bærum som er brukt for det prosjekterte bygget. Selv om det er redusert antall parkeringsplasser og det er lagt til rette for sykkel vil ikke dette gi en stor reduksjon i utslipp fra transport.

En reisevaneundersøkelse for Boligene på Korpåsen vil gi et mer nyttig grunnlag og det anbefales at dette gjennomføres til klimagassregnskapet som skal utarbeides når boligene har vært i drift i 2 år. Bruk av el-biler er ikke inkludert i dagens beregning. Med den store andelen el-biler som nå er i bruk bør dette inkluderes i neste beregning.



Figur 5-1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport.

Tabell 5-7: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport for Boliger på Korpåsen.

	Referansebygg	Prosjektert bygg		"Som bygget"		"i drift"	
	kg CO ₂ -ekv. / år	kg CO ₂ -ekv. / år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv. / år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv. / m ² / år	% red saml. med ref
Bil	7 350	6 250	15				
Kollektiv – buss	650	983	-51				
Kollektiv – skinnegående	300	383	-28				
Varetransport	2 433	2 433	0				
Sum	10 733	10 050	6				

Tabell 5-8: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport for Boliger på Korpåsen.

	Referansebygg	Prosjektert bygg		"Som bygget"		"i drift"	
	kg CO ₂ - ekv. / person / år	kg CO ₂ - ekv. / person / år	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv. / person / år	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv. / person / år	% red saml. med ref
Bil	306,4	260,6	15				
Kollektiv – buss	26,9	40,6	-51				
Kollektiv – skinnegående	12,4	16,2	-28				
Varetransport	101,1	101,1	0				
Sum	446,8	418,5	6				

VEDLEGG

Vedlegg 1: Underlag beregninger for energi

Energibudsjett (NS 3700)		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	52266 kWh	48,9 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1351 kWh	1,3 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	31814 kWh	29,8 kWh/m ²
3a Vifter	3079 kWh	2,9 kWh/m ²
3b Pumper	1425 kWh	1,3 kWh/m ²
4 Belysning	12162 kWh	11,4 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	18711 kWh	17,5 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	120808 kWh	113,1 kWh/m ²
Lvert avtrekksvarmepumpe ihht. tillegg N	33282 kWh	31,2 kWh/m ²
Energibruk til drift av avtrekksvarmepumpe	12549 kWh	11,8 kWh/m ²
Totalt netto energibehov inkl. avtrekksvarmepumpe	100076 kWh	93,7 kWh/m ²

Lvert energi til bygningen (NS 3700)		
Energivare	Lvert energi	Spesifikk lvert energi
1a Direkte el.	47289 kWh	44,3 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem	24009 kWh	22,5 kWh/m ²
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-17685 kWh	-16,6 kWh/m ²
Totalt lvert energi, sum 1-7	53612 kWh	50,2 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	-11920 kWh	-11,2 kWh/m ²
Netto lvert energi	41693 kWh	39,0 kWh/m ²

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	746	
Areal tak [m ²]:	1104	
Areal gulv [m ²]:	1068	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	282	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	1068	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	3041	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,16	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,10	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,10	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	0,84	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	26,4	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	54	
Løkasjetall (n50) [1/h]:	0,40	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	26	

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	26,1	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	0,44	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	2,69	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,46	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	63	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,36	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,30	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,35	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,27	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	1,00/1,00/1,00/1,00	

Vedlegg 2: Underlag beregninger for materialer

Referansebygg Sykehjem				
Kategori	Materialer	Mengde	Enhet	kg CO2-ekv
Grunn og fundamenter	XPS-isolasjon	5542,5	kg	67977
	Betong	177,4	m3	49345
	Resirkulert stål	7803,8	kg	973
	Stål	1950,9	kg	4236
	PE-folie	135,9	kg	420
	Vinylbelegg	471	m2	2977
Bæresystem	Resirkulert stål	1414,1	kg	176
	Stål	2121,1	kg	3648
Innervegg	Murpuss	230,5	kg	26
	Betong	135,6	m3	33
	Betong	1,3	m3	508
	Tredør	31,6	m2	2048
	Glassvegg	133,9	kg	167
	Karm til glassvegg	0,4	m2	95
	Gipsplater	3950,4	kg	1665
	Resirkulert stål	130,2	kg	16
	Stål	32,5	kg	71
	Trestendere	7,9	m3	622
	Steinullisolasjon	3151,3	kg	4402
	Trepanel	93,8	m2	534
Yttervegg	Murstein	18614,4	kg	5987
	Murpuss	4096,8	kg	464
	Betong	3,3	m3	1246
	Tredør med vindu	8,3	m2	1066
	Glassullisolasjon	327,9	kg	922
	Vindusrute	66,5	m2	3751
	Vinduskarm	16,6	m2	7058
	Gipsplater	691,4	kg	291
	Resirkulert stål	319,1	kg	40
	Stål	79,8	kg	173
	Betong	12049,5	kg	6141
	PE-folie	16,3	kg	50
	EPS-isolasjon	49,9	kg	189
	Trekledning	5,8	m3	641
	Steinullisolasjon	1606,6	kg	2244
	Puss	374,9	kg	339

Yttertak	Asfaltapp	1884	kg	2227
	Betong HD-element	72,5	m3	27195
	Gipsplater	73,5	kg	31
	Resirkulert stål	6963,3	kg	868
	Stål	1740,8	kg	3780
	PE-folie	86,7	kg	268
	EPS-isolasjon	4203,7	kg	15935
	Steinull-isolasjon	3377,1	kg	4718

Referansebygg Rekkehus				
Kategori	Materialer	Mengde	Enhet	kg CO2-ekv
Grunn og fundamenter	XPS-isolasjon	4050	kg	49672
	Betong	118,8	m3	33052
	Resirkulert stål	5011,2	kg	625
	Stål	1252,8	kg	2720
	PE-folie	99,4	kg	307
	Keramiske fliser	689,5	kg	569
	Tregulv	3,1	m3	447
	Vinylbelegg	34,3	m2	217
Bæresystem	Resirkulert stål	107,5	kg	13
	Stål	161,3	kg	277
Innervegg	Murpuss	5856,8	kg	664
	Tredør	35,1	m2	2271
	Gipsplater	989,1	kg	417
	Betong	10335,6	kg	5268
	Trestendere	3,4	m3	267
	Steinull-isolasjon	946,8	kg	1323
	Trepanel	42,3	m2	241
Yttervegg	Mursteen	16002	kg	5146
	Tredør med vindu	17,8	m2	2282
	Glassullisolasjon	800,1	kg	2249
	Vindusrute	36,6	m2	2064
	Vinduskarm	9,1	m2	3883
	Gipsplater	1485,9	kg	626
	PE-folie	35,0	kg	108
	Trestendere	7,6	m3	847
	Puss	805,8	kg	728
	Trekledning	114,3	m2	651
Yttertak	Asfaltapp	1248	tonn	1475

Betongstein	21840	tonn	5862
Gipsplater	2433,6	tonn	1026
PE-folie	60,3	kg	186
X-finerplate	5,6	m3	2408
Takstoler	140,4	m3	12039
Steinullisolasjon	11466	tonn	16018

Prosjektert bygg				
Kategori	Materialer	Mengde	Enhet	kg CO2-ekv
Grunn og fundamenter	Betong	86,4	m3	18330
	Glasopor	930,9	m3	32584
	Resirkulert stål	1618,3	kg	202
	Stål	2499,2	kg	5427
	Tregulv	23,3	m3	3312
	Gummigulv	122,2	kg	276
	Vinylbelegg	139,6	m2	883
Innervegg	Innblåst trefiberisolasjon	5086,8	kg	2444
	Tredør	50,7	m2	2897
	Fibergipsplater	1890,8	m2	2155
	Massivtre	42,9	m3	6018
	X-finerplater	6,0	m3	2591
	Trestendere	17,6	m3	1730
Yttervegg	Innblåst trefiberisolasjon	15723,3	kg	7554
	Tre og aluminiumsdør	32,5	m2	4327
	Vindusrute	199,5	m2	11258
	Massivtre	128,7	m3	18023
	Vinduskarm	49,9	m2	10473
	Trekledning	1204,6	m2	6856
Yttertak	Asfaltpapp	4593,1	kg	5429
	Foam glass	16108,2	kg	29728
	Massivtre	206,7	m3	28936
	PE-folie	211,3	kg	653
	Trykkfast trefiberisolasjon	137,1	m3	224

Vedlegg 3: Underlag beregninger for transport

Turproduksjon for ansatte og andre brukere:

Ansatte 12 stk

Antall reiser/turer per dag per bruker av bygget

	Turer/person/døgn
Arbeid	1.6
Tjeneste	0.6
Private ærend	0.2
Service utenfra	0.1
Varetransport	0.2

Brukere 12 stk

Antall reiser/turer per dag per bruker av bygget

	Turer/person/døgn
Andre brukere	3

Reisemiddelfordeling

	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	11 %	32 %	57 %
Tjeneste	7 %	18 %	75 %
Private ærend	24 %	11 %	65 %
Annet	23 %	18 %	59 %

Kjørehastighet i vegnett

70	% under 50 km/t
30	% over 50 km/t

Gjennomsnittlig reiselengde

18	bil (km)
20.4	kollektivt (km)

Bil- og bussbelegg

1.3	bilbelegg (gj.sn. ant. personer pr bil)
19.4	bussbelegg (gj.sn. ant. personer pr buss)

Andel skinnegående kollektivtransport

50	% av personkm
----	---------------

Reisemiddelfordeling

	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Annet	23 %	18 %	59 %

Kjørehastighet i vegnett

70	% under 50 km/t
30	% over 50 km/t

Gjennomsnittlig reiselengde

18	bil (km)
20.4	kollektivt (km)

Bil- og bussbelegg

1.3	bilbelegg (gj.sn. ant. personer pr bil)
19.4	bussbelegg (gj.sn. ant. personer pr buss)

Andel skinnegående kollektivtransport

50	% av personkm
----	---------------

Påvirkning av reisemiddelfordeling - Parkering

Tilpasningsfaktor, parkering

0.3

1.0 = Fri park., full tilgang

0.6 = Avg.belagt av arb.giver

0.4 = Avg.belagt offentlig

0.1 = Ingen P-mulighet

Reduksjon i biltrafikk fordeles på (%):

10

økt bilbelegg

25

Flere gående og syklende

65

Flere kollektivreiser

Utgangspunkt

	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	11 %	32 %	57 %
Tjeneste	7 %	18 %	75 %
Innkjøp og service	24 %	11 %	65 %
Annet	23 %	18 %	59 %

Resultat

	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	21 %	58 %	21 %
Tjeneste	7 %	18 %	75 %
Innkjøp og service	24 %	11 %	65 %
Annet	23 %	18 %	59 %

Påvirkning av reisemiddelfordeling - Parkering

Tilpasningsfaktor, parkering

0.3

1.0 = Fri park., full tilgang

0.6 = Avg.belagt av arb.giver

0.4 = Avg.belagt offentlig

0.1 = Ingen P-mulighet

Reduksjon i biltrafikk fordeles på (%):

10

økt bilbelegg

25

Flere gående og syklende

65

Flere kollektivreiser

Utgangspunkt

	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Annet	23 %	18 %	59 %

Resultat

	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Annet	26 %	25 %	50 %