

NANSENLØKKA

KLIMAGASSBEREGNING



Fase	Utarbeidet	Rev1	Rev2	Rev3
Forprosjekt «Prosjektert bygg»	Skanska v/ TR	Skanska v/ TR		
Ferdigstillelse «Som bygget»				
Etter 2 års drift «I drift»				

Innholdsfortegnelse

INNLEDNING	3
1. PROSJEKTBEKRIVELSE.....	4
1.1. BEREGNINGSPROGRAM FOR KLIMAGASSBEREGNINGER.....	4
2. HOVEDRESULTATER OG SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVER.....	5
3. STASJONÆR ENERGIBRUK	7
3.1. PROSJEKTFASER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	7
3.1.1. Referansebygg	7
3.1.2. Prosjektert bygg.....	7
3.1.3. «Som bygget»	9
3.1.4. «I drift» (etter 2 år).....	10
3.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA STASJONÆR ENERGIBRUK	10
4. MATERIALER	12
4.1. BEREGNINGSALTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	12
4.1.1. Referansebygg	12
4.1.2. Prosjektert bygg.....	12
4.1.3. «Som bygget»	13
4.1.4. «I drift» (etter 2 år).....	14
4.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA MATERIALBRUK.....	14
5. TRANSPORT	16
5.1. BEREGNINGSALTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	16
5.1.1. Referansebygg	16
5.1.2. Prosjektert bygg.....	16
5.1.3. «Som bygget»	17
5.1.4. «I drift» (etter 2 år).....	17
5.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA TRANSPORT.....	18
VEDLEGG	19
VEDLEGG 1: UNDERLAG BEREGNINGER FOR ENERGI	19
VEDLEGG 2: UNDERLAG BEREGNINGER FOR MATERIALER	19
VEDLEGG 3: UNDERLAG BEREGNINGER FOR TRANSPORT	19

INNLEDNING

Nansenløkka 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 Nansenløkka er utarbeidet av Skanska v/Tobin Rist.

Revisjon 01, datert 17.03.2021, inneholder resultatene av klimagassberegninger for Forprosjekt.

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.

1. PROSJEKTBESKRIVELSE

En beskrivelse av prosjektet og noen grunnleggende forutsetninger:

- Nansenløkka er et boligprosjekt som bygges på tomt Fornebu 9.4 av Skanska Norge for OBOS
 - o Postnummer: 5116, 100 m.o.h., årsmiddeltemp: 7,5 C, dim. sommer temp: 18,9 C
- Byggetrinn 1 (BT1) består av Kvartal 1 og 2 som også inkluderer et hoved torg met et felles bygg
 - o 2 kvartalsblokker, 2 punkthus, 6 rekkehus, en P-kjeller og næring på plan 1
- Samlet oppvarmet BRA for boligdelene er på ca. 18 000 m²
- Samlet BTA er på ca. 28 000 inkl. P-kjeller
- Det er forutsatt 585 brukere totalt inkl. beboere (495), ansatte (3) og besøkende (87)
- Tilgang til kollektivtransport er definert som «særdeles god» med minst 8 avganger pr. time under 500 m fra tomten
- Beregningen er utført iht. regneregler fra FutureBuilt og dekker materialer (nybygg og utskiftninger), energi og transport i byggefase og riving, energi i drift og transport i drift
- Formålet med beregningen er å vise prosent reduksjon i klimagassutslipp sammenlignet med et referansebygg – minste 30 % for hele feltet og 50 % for forbildeprosjekter

1.1. Beregningsprogram for klimagassberegninger

Beregningen for klimagassregnskapet er utført i OneClick LCA, databaseversjon 7.6. Referansebygget er modellert med bruk av Carbon Designer.

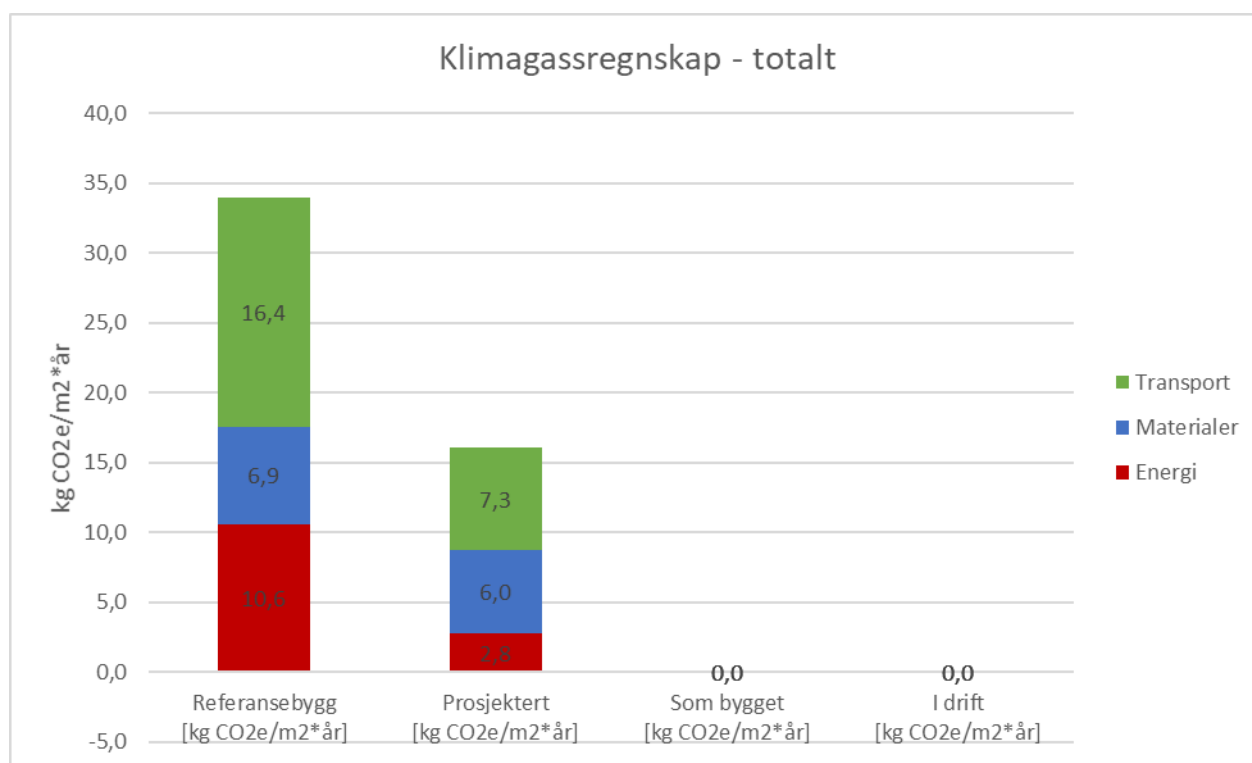
2. HOVEDRESULTATER OG SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVER

Prosjektets totale klimagassutslipp er sammenlignet med referanseberegningen redusert med:

- **53 % for hele BT1 (kvartal 1 og 2 inkl. P-kjeller)**
- **54 % for kun forbildeprosjektene**

Klimagassutslippet for hele BT1 som prosjektert er beregnet til **16,0 kg CO₂-ekv./m²*år**, og **777 kg CO₂-ekv./person*år**. Totalt for bygget utgjør dette **454 466 kg CO₂-ekv./år**

I figur og tabell 2.1 er reduksjonene for alternativene vist for henholdsvis materialbruk, stasjonær energibruk til drift av bygget og person- og varetransport i driftsfasen for hele BT1.



Figur 2.1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp [kg CO₂-ekv./ m²* år] for Nansenløkka (hele BT1)

Tabell 2.1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. år for Nansenløkka (hele BT1)

	Referansebygg	Prosjektert bygg	«Som bygget»	«i drift»
	[kg CO ₂ / år]	[kg CO ₂ / år]	[kg CO ₂ / år]	[kg CO ₂ / år]
Materialbruk	195 969	169 354		
Stasjonær energi	300 621	78 851		
Transport	464 696	206 261		
Total	961 286	454 466		
Reduksjon ifht. referansebygg [%]	0 %	53 %		

Tabell 2.2: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. person¹ pr. år for Nansenløkka (hele BT1)

	Referansebygg	Prosjektert bygg	«Som bygget»	«i drift»
	[kg CO ₂ - ekv./person*år]	[kg CO ₂ - ekv./person*år]	[kg CO ₂ - ekv./person*år]	[kg CO ₂ - ekv./person*år]
Materialbruk	335	289		
Stasjonær energi	514	135		
Transport	794	353		
Total	1643	777		
Reduksjon ifht. referansebygg [%]	0 %	53 %		

Målet for reduksjon av klimagassutslipp er nådd både for hele BT1 og for forbildeprosjektene. Reduksjonen er godt over 30 % krav for hele feltet på 53 % og det er fordi mange av de samme materialene (f.eks. lavkarbonbetong og resirkulert stål) er brukt i de øvrige byggene også. Forskjellen kommer stort sett fra bruk av solceller i forbildeprosjektene.

I forprosjektet har beregningen blitt brukt til å vurdere hva er nødvendig for å oppnå en tilstrekkelig reduksjon, men fremover kan man optimalisere enda mer og se på kostnadskonsekvenser knyttet til flere tiltak. Det har vært mest fokus på hoved materialene (bæresystem, dekker og fasade), men det finnes muligheter for tiltak knyttet til mange flere bygningsdeler og materialer i detaljprosjektering.

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

3. STASJONÆR ENERGIBRUK

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

3.1. Prosjektfaser – forutsetninger og delresultater

3.1.1. Referansebygg

Som referansebygg er det lagt til grunn en kombinasjon av boligbygg, rekkehus og næring etter arealandel som har et netto energibehov iht. minimumskrav i Forskrift om tekniske krav til byggverk for hver bygningstype. Tabellen under viser hvordan referansen er delt opp:

Oppvarmet BRA eks. p-kjeller [m2]	18430	842	87	19359
Referanse [Netto energibehov]	Boligblokk	Rekkehus	Næring	Samlet kWh/m2
Varme	60	75	60	60,7
El	35	35	85	35,2
Kjøling	0	0	35	0,2
SUM	95	110	180	96,0

Forutsetninger energibruk i drift - referanseberegning:

- Spesifikt netto energibehov [kWh/m² *år] tilsvarende rammekravet i teknisk forskrift
- 100 % av varmebehovet dekkes av FV
- Kjølebehovet knyttet til næring dekkes av lokale kjølemaskiner

Tabell 3.1: Oversikt over energibehov (ulike formål), energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for referansebygg

Referansebygg	Netto energibehov [kWh/m ² *år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]
El-spesifikk energi	35,2	100 % el	3,1
Varme	60,7	100 % FV	7,5
Kjøling	0,2	100 % lokal kjøling	0,01
Sum	96,0	-	10,6

3.1.2. Prosjektert bygg

Byggets netto energibehov er beregnet ved hjelp av beregningsprogrammet SIMIEN versjon 6.014, se energibudsjett i tabellene under fra RIEn premissnotat. Beregningene viser at byggets netto energibehov er redusert med 11 % i forhold til rammekravet i teknisk forskrift.

Levert energi er redusert med ca. 56 % pga. et klimaskall med mindre glassareal, lavere U-verdier og energiforsyning basert på solceller og fjernvarme som bruker nesten 100 % varmepumper som energikilde.

Forbildeprosjektene er planlagt oppført som nær-nullenergi (nZEB).

El-miks scenarioer

Prosjekter skal beskrive to mulige alternative elektrisitets scenarier iht. FutureBuilt. Scenarioene skal være «Scenario 1 Norsk forbruksmiks» og «Scenario 2 Europeisk (EU28+NO), 60 years forecasted average». Hovedscenario for FutureBuilt prosjekter skal være Scenario 2.

Utslipp fra **Norsk strøm (Scenario 1)** er ca. **10 %** av det som er antatt for EU28+NO (Scenario 2). Det betyr at utslipp fra **energi i drift er ca. 3 % av totalen**, mens **materialer representerer ca. 23 % av utslipp** i Scenario 1. Da er tiltak knyttet til materialer vesentlig viktigere enn energitiltak totalt sett. Når man antar at bygget bruker europeisk strøm i **Scenario 2**, så er **energi ca. 23 % og**

materialer ca. 18 % av totalt utslipp, slik at energitiltak blir en del mer betydelig. Det er ikke inngått avtale om kjøp av elektrisitet med opprinnelsesgarantier.

Solceller – utslipp fra materialer

Når klimagassberegningene inneholder klimakonsekvensene av egenprodusert energi eller energieffektivisering, skal energiproduksjonsutstyr og bygningsmessige forbedringer tas inn i klimagassregnskapet for materialer.

I dette tilfellet har utslipp fra solceller blitt inkludert i materialregnskapet – noe som har betydelig redusert utslippsreduksjonen knyttet til materialer.

Netto energibehov

Tabell 3.2 (undertabeller 7-11 fra RIEn rapport) viser netto energibehov for alle bygg og funksjoner (kvartal, rekkehus, punkthus og næring) som har felles energiforsyning og er oppsummert under.

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

Tabell 7: Samlet netto energibehov beregnet iht. NS3031:2014 for kvartalsblokk kvartal 1

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	14,5 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	2,7 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	4,7 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	0,8 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov	81,3 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	95,0 kWh/m ²

Tabell 8: Samlet netto energibehov beregnet iht. NS3031:2014 for rekkehus kvartal 1

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	30,7 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	3,6 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	5,8 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	1,6 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov	100,4 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	101,9 kWh/m ²

Tabell 9: Samlet netto energibehov beregnet iht. NS3031:2014 for næringsareal(antatt bygningskategori forretningsbygg) kvartal 1

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	17,7 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	13,3 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	10,1 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	23,7 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	2,8 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	56,4 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	3,8 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	18,6 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov	146,3 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	180,0 kWh/m ²

Tabell 10: Samlet netto energibehov beregnet iht. NS3031:2014 for kvartalsblokk kvartal 2

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	15,9 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	2,8 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	4,7 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	0,8 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov	82,8 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	95,0 kWh/m ²

Tabell 11: Samlet netto energibehov beregnet iht. NS3031:2014 for et punkthus kvartal 2

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	25,9 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	3,1 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	4,7 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	1,3 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov	93,7 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	95,0 kWh/m ²

Energiforsyning for hele feltet:

- 100 % FV dekker byggets varmebehov.
- Ingen kjølebehov
- Systemvirkningsgrad på 3,2 basert på notat fra Oslofjord Varme fordi FV i Fornebu bruker nesten 100 % VP som energikilde

Klimagassutslipp – netto og levert energi

Byggets beregnede klimagassutslipp basert på netto energibehov er 3,6 kg CO₂-ekv/m²*år, se tabell 3.3.

Når levert energi er beregnet ut ifra bruk av VP-faktor til FV og solceller så er dette redusert til **2,7 kg CO₂-ekv/m²*år**, se figur 2.1. Dette utgjør en reduksjon på **74 %** i forhold til referansebygget.

Tabell 3.3: Oversikt over netto 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]
El-spesifikk energi	35,8	100 % el	3,2
Varme	48,9	100 % FV	0,4
Kjøling	0	Ingen	0
Sum	84,7	-	3,6

3.1.3. «Som bygget»

Byggets beregnede energibehov skal korrigeres senere i henhold til byggeprosjektets utførelse.

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

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

Som bygget	Netto energibehov [kWh/m ² *år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [Kg CO ₂ -ekv/m ² *år]
Elspesifikk energi			
Varme			
Kjøling			
Sum		-	

3.1.4. «I drift» (etter 2 år)

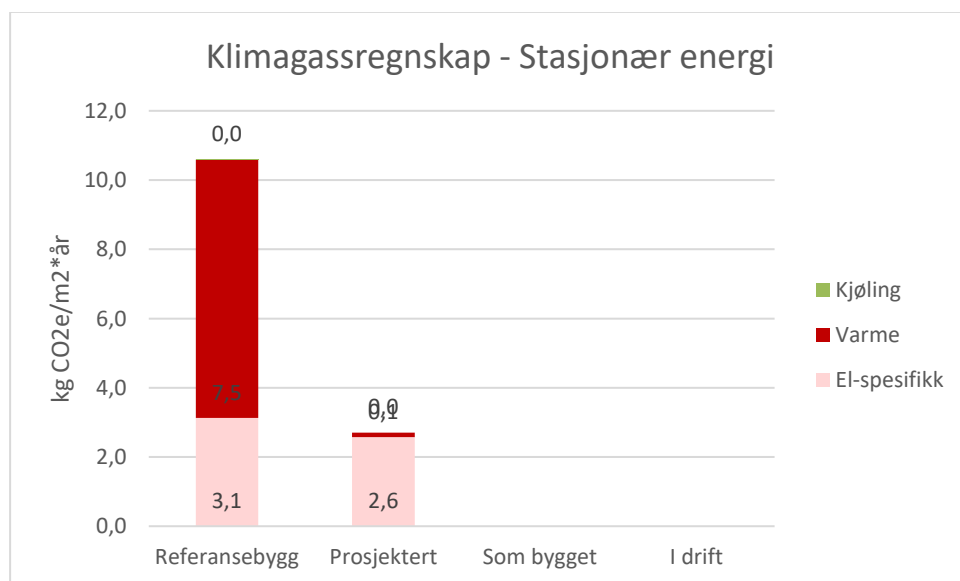
Byggets energibehov i drift skal legges inn senere i henhold til byggeprosjektets virkelige ytelse.

Tabell 3.6: Oversikt over kjøpt energi, tilført energi og tilhørende klimagassutslipp for prosjektet etter to års drift.

I drift	Kjøpt energi	Graddagskorrigert energi [kWh/år]	Energi til bygget [kWh/m ² /år]	Klimagassutslipp [Kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
El til varmepumpe				
El til kjøling				
El – annet				
Olje				
Bioolje				
Pellets				
Fjernvarme				
Fjernkjøling				
Sum			-	

3.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra stasjonær energibruk

Figuren er et eksempel og må erstattes med egne tall for det aktuelle prosjektet.



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

Tabell 3.8: 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	3,1	2,6	18 %				
Varme	7,5	0,1	98 %				
Kjøling	0,01	0,0	100 %				
Total	10,6	2,7	74 %				

Tabell 3.9: 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	152	125	18 %				
Varme	361	7	98 %				
Kjøling	0	0	0				
Total	513	131	74 %				

Klimagassreduksjonen er 74 % fra referansebygget til prosjektert bygg, hvorav hovedårsaken til nedgang i klimagassutslipp er klimaskall med lav U-verdi, begrenset glassareal, FV basert på varmepumper med høy virkningsgrad og solceller.

4. MATERIALER

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

4.1. Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater

4.1.1. Referansebygg

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

- Byggtype: Boligblokk
- Antall etasjer totalt: 5
- Antall oppvarmede etasjer under bakken: 0
- Antall etasjer over bakken: 4
- Oppvarmet bruksareal (BRA): 15269 m²
- Totalt bruttoareal (BTA): 28317 m²
- Totalt bruttoareal kjeller (BTK): 5663 m²
- Totalt bebygd areal (BYA): 5663 m²

Tabell 4.1: Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for referansebygg.

Bygningsdel	Oppbygging (hovedelementer)	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	Lavkarbonbetong klasse B Stålpeler 60 % resirkulert	0,4	7 %
Bæresystemer	Stålsøyler 10 % resirkulert Stålbjelker 60 % resirkulert	0,8	12 %
Yttervegger	Klimavegg med trestender, mineralull og teglkledning	1,1	16 %
Innervegg	Bærendevegger – lavkarbonbetong klasse C Bindingsverksvegg med stålstendere	1,1	16 %
Dekker	Hulldykker – lavkarbonbetong klasse C Plasstøpt – lavkarbonbetong klasse B	2,6	39 %
Yttertak	Hulldykker – lavkarbonbetong klasse C	0,6	8 %
Trapper og balkonger	Lavkarbonbetong klasse B	0,2	2 %

Betong i dekkene, fundamentering, yttertak og trapper/balkonger har mest å si for klimagassutslipp og gir størst mulighet for å påvirke det. Bæresystemet i stål også er betydelig og resirkulert stål gir muligheten til å redusere utslipp enda mer.

4.1.2. Prosjektert bygg

- Prosjekterte mengder av materialer benyttes.
- Prosjektert bygg bruker lavkarbonbetong klasse A, stål profiler med høyere resirkuleringsgrad, mindre glassareal, men også solceller som øker utslipp fra materialer
- Utvidet bruk av massivtre i dekker og bæresystem ble vurdert, men da nedskalert til kun rekkehusene for å vurdere kostnadskonsekvenser og lære mer om prosjektering i massivtre
- OneClick LCA er brukt som et beregningsverktøy.
- Utslipsdataene for materialer er hentet fra databasen til OneClick LCA som er stort sett basert på EPDer, i noen tilfeller er det generiske verdier fra SimaPro eller tilsv. databaser

- NS 3720 åpner for rapportering av biogent karbon i materialer. Dette rapporteres separat, og er lagt inn som en egen rad under totalt klimagassutslipp i tabell 5.4 og 5.5.

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	Lavkarbonbetong klasse A Stålpeler 85 % resirkulert	0,3	5 %
Bæresystemer	Stålsøyler 13 % resirkulert Stålbjelker 85 % resirkulert Betong søyler/bjelker lavkarbon klasse A	0,6	12 %
Yttervegger	Klimavegg med trestender og glassull	1,0	20 %
Innervegg	Bærendevegger – lavkarbonbetong klasse B Bindingsverksvegg med stålstendere	1,1	20 %
Dekker	Hulldykker – lavkarbonbetong klasse A Plasstøpt – lavkarbonbetong klasse A	2,0	38 %
Yttertak	Hulldykker – lavkarbonbetong klasse A	0,1	2 %
Trapper og balkonger	Lavkarbonbetong klasse B	0,1	3 %

4.1.3. «Som bygget»

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			
Bæresystemer			
Yttervegger			
Innervegg			
Dekker			
Yttertak			
Trapper og balkonger			

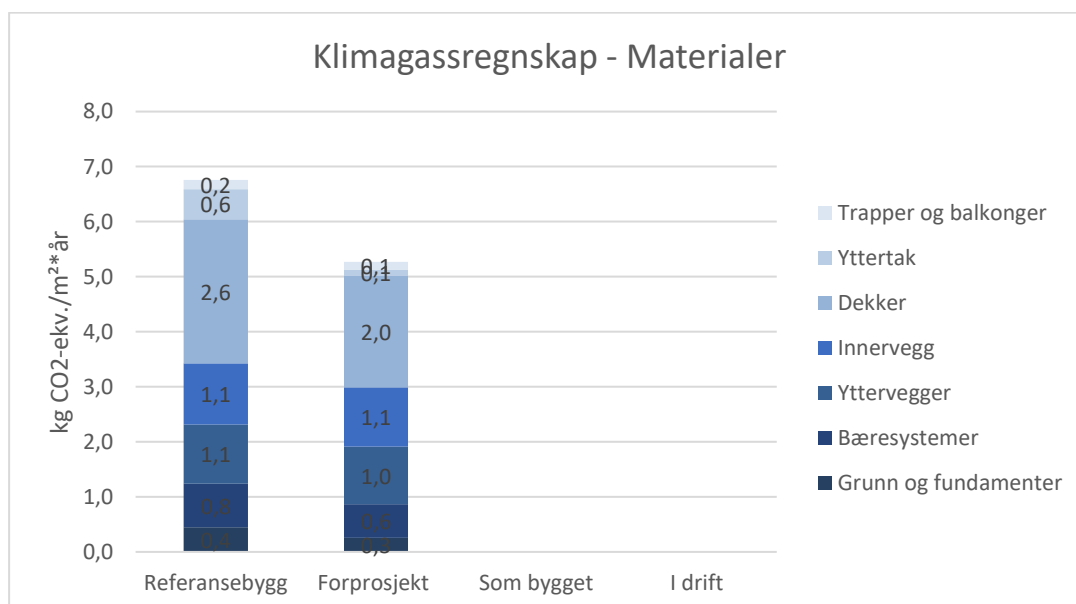
4.1.4. «I drift» (etter 2 år)

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

4.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra materialbruk

Beregningene viser at for prosjektet sammenlignet med referanseberegningen oppnås utslippsreduksjoner på 22 % for materialer som prosjektert.

Prosjektert bygg bruker lavkarbonbetong klasse A til både prefab og plasstøpt betong, bærende stål profiler i etasjeskillere/fundamentering med ca. 80 % resirkulert stål og et klimaskall med effektiv plassering av glass og dermed mindre vindusareal. Det vurderes flere muligheter for ombruk (f.eks. ombrukstegl), men disse tiltakene er ikke inkludert per nå pga. usikkerhet knyttet til tilgjengelighet og pris.



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

Tabell 5.4: 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	0,4	0,3	43 %		
Bæresystemer	0,8	0,6	23 %		
Yttervegger	1,1	1,0	14 %		
Innervegg	1,1	1,1	7 %		
Dekker	2,6	2,0	22 %		
Yttertak	0,6	0,1	81 %		
Trapper og balkonger	0,2	0,1	30 %		
Total	6,8	5,3	22 %		
Total inkl. biogent karbon	7,3	5,9	19 %		

Tabell 5.5: 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	22,0	12,5	43 %		
Bæresystemer	38,9	30,0	23 %		
Yttervegger	52,7	51,3	3 %		
Innervegg	54,5	52,9	3 %		
Dekker	128,4	99,5	23 %		
Yttertak	27,0	5,6	79 %		
Trapper og balkonger	8,1	6,8	17 %		
Total	331,7	258,6	22 %		
Total inkl. biogent karbon	360,2	290,9	19 %		

5. TRANSPORT

5.1. Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater

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

5.1.1. Referansebygg

Det antas at alle bygg har samme bygningstype og funksjon som er hovedsakelig bolig med begrenset næring på først etasje.

Forutsetninger:

- Det er forutsatt 585 brukere totalt inkl. beboere (495), ansatte (3) og besøkende (87)
- Standard turproduksjon og transportmiddelfordeling, hastigheter og andel skinnegående kollektivtransport for valgte kommune.
- Tallene hentes fra OneClick LCA.
- Ingen påvirkning av reisemiddelfordeling ved parkeringstilgang

Tabell 5.1: Transportmiddelfordeling for referansebygg.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykel	Kollektiv	Bil
Arbeid	15	39	46
Tjeneste	12	23	65
Innkjøp og service	34	17	49
Annet	34	17	49

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

Klimagassutslipp	kg CO2-ekv/m ² /år
Bil	12,0
Kollektiv – buss	0,3
Kollektiv – skinnegående	0,1
Varetransport	3,6
Sum	16,0

5.1.2. Prosjektert bygg

Forutsetninger:

- Det er forutsatt 585 brukere totalt inkl. beboere (495), ansatte (3) og besøkende (87)
- Standard turproduksjon
- Prosjektet er gunstig plassert med nærhet til kollektivknutepunkt med tilgang til transportmidler som buss og fremtidig t-bane. I tillegg er bygget planlagt med gode parkeringsmuligheter for sykkel og begrenset parkeringsmulighet for bil (ca. 6 plasser pr 1000 m²) som får ytterligere positive effekter for klimagassutslippene fra transport.
- Beregning av transport utslipp på Fornebu må baseres på forutsetninger fordi det foreligger ingen reisevaneundersøkelse for bosatte per i dag og transport situasjonen i området kommer til å bli vesentlig annerledes når felt 9.4 er ferdig utviklet.
- Rapporten «Kommunedelplan 3 Fornebu – Revisjon av KDP2 konsekvensutredning» fra Norconsult brukes som en kilde for å estimere hvordan reisevaner på Fornebu kan utvikles fremover.
- Prosam rapport «Reisevaner i Osloområdet – En analyse av den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/14» brukes som en kilde for definisjonen av tilgang til kollektivtransport og transportmiddelfordeling.

- Ut ifra Prosam rapporten så skal tilgang til kollektivtransport på Fornebu 9.4 bli definert som «særdeles god» med minst 8 avganger pr. time under 500 m fra tomten. Det er definert som topp score i skalaen

Tabell 5.3: Transportmiddelfordeling når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	35	56	10
Tjeneste	29	36	35
Innkjøp og service	57	26	17
Annet	57	26	17

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	0,2
Kollektiv – skinnegående	0,1
Varetransport	3,2
Sum	6,9

5.1.3. «Som bygget»

5.1.4. «I drift» (etter 2 år)

Tabell 5.5: Transportmiddelfordeling for prosjektet i drift

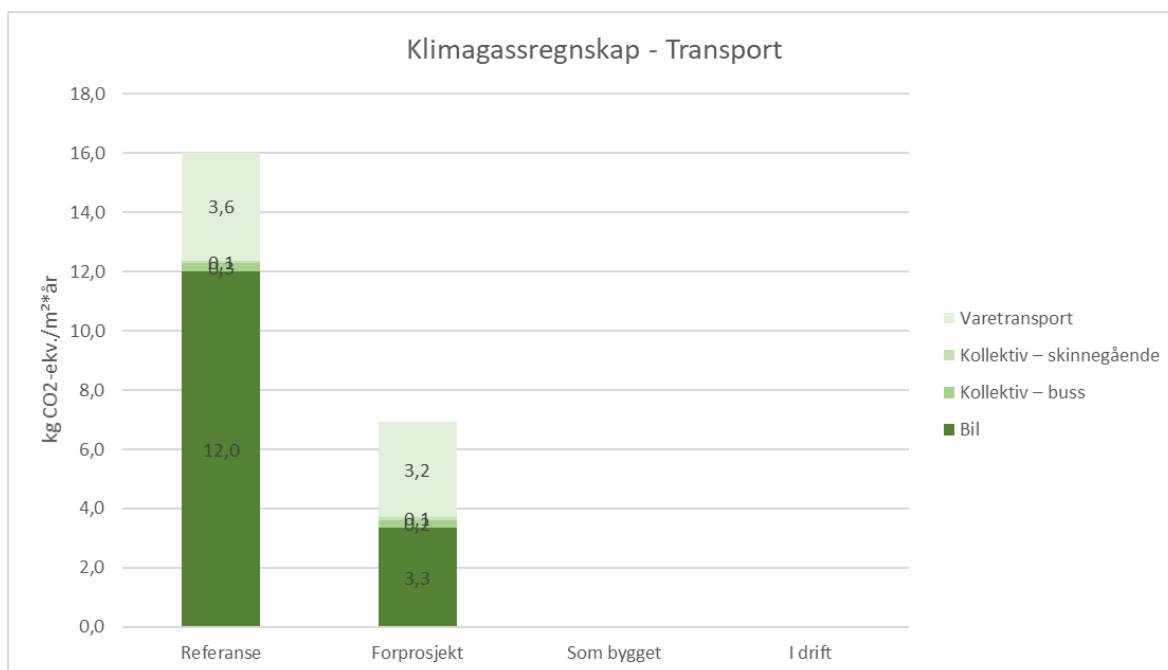
Transportmiddelfordeling (% av alle reiser per dag)	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid			
Tjeneste			
Innkjøp og service			
Annet			

Tabell 5.6: Klimagassutslipp «som prosjektert» når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

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

5.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra transport

Beregningen viser at man oppnår en reduksjon av klimagassutslipp på 59 % ved de tiltak som er gjennomført for transport.



Figur 11: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport.

Tabell 5.7: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport.

	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./år	% red saml. med ref
Bil	12,0	3,3	72 %				
Kollektiv – buss	0,3	0,2	12 %				
Kollektiv – skinnegående	0,1	0,1	-9 %				
Varetransport	3,6	3,2	11 %				
Sum	16,0	6,9	57 %				

Tabell 5.8: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport.

	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	580,9	161,9	72 %				
Kollektiv – buss	13,6	12,0	12 %				
Kollektiv – skinnegående	4,8	5,2	-9 %				
Varetransport	176,3	156,7	11 %				
Sum	775,5	335,9	57 %				

VEDLEGG

Vedlegg 1: Underlag beregninger for energi

- Referansebygg:
 - Ingen vedlegg
- Prosjektert bygg:
 - RIEn-Premisnotat: inndata for energiberegninger

Vedlegg 2: Underlag beregninger for materialer

Bygningens materialmengder beskrives iht. bygningsdelstabellen NS 3451:2009 og spesifisert i NS 3720

- Referansebygg:
 - Materialmengder, utslippsfaktorer, utslipp pr. materialtype samt utslipp fordelt på hovedgrupper og materialer.
- Prosjektert bygg:
 - Materialmengde og utslipp pr. materialtype.

Vedlegg 3: Underlag beregninger for transport

- Turproduksjon for ansatte og andre brukere – Referansebygg:

Ressurs ↕	Mengde ↕
Arbeid - Oslo og Akershus fylker ?	0,8
Tjeneste - Oslo og Akershus fylker ?	0,1
Private turer - Oslo og Akershus fy ?	1,0
Besøkende og brukere - Oslo og Aker ?	2,0

- Turproduksjon for ansatte og andre brukere – Prosjektert:

Ressurs ↕	Mengde ↕
Arbeid - Oslo indre by, bolig og ha ?	0,8
Tjeneste - Oslo indre by, bolig og ?	0,1
Private turer - Oslo indre by, boli ?	1,0
Besøkende og brukere - Oslo indre b ?	2,0

- Reisemiddelfordeling og andre forutsetninger – Referansebygg:

Bil %	Bildeling %	Buss %	Skinnegående %	Gang/sykel %	Turlengde bil, km	Turlengde kollektiv, km
46	Ingen	17.55	21.45	15	18,0	20,4
65	Ingen	10.35	12.65	12	18,0	20,4
48.5	Ingen	7.88	9.63	34	18,0	20,4
48.5	Ingen	7.88	9.63	34	18,0	20,4

- Reisemiddelfordeling og andre forutsetninger – Prosjektert:

Bil %	Bildeling %	Buss %	Skinnegående %	Gang/sykel %	Turlengde bil, km	Turlengde kollektiv, km
9.6	Ingen	22.36	33.54	34.49	16,0	13,8
34.85	Ingen	14.58	21.86	28.71	16,0	13,8
17	Ingen	10.58	15.87	56.54	16,0	13,8
17	Ingen	10.58	15.87	56.54	16,0	13,8

- Parkeringstilgangens påvirkning av reisemiddelfordeling – Referansebygg:

Antall åpningsdager (for ansatte, for boliger angis 365 dager) 	365	dager
	Vis andre svar ▼	
Årlig antall reisedager for besøkende	365	dager
	Vis andre svar ▼	
Parkeringstilgjengelighet 	Fri parkering, full tilgang (1.0) ▼	
	Vis andre svar ▼	
Gjennomsnittlig reiselengde for varetransport 	18,0	km
	Vis andre svar ▼	
Antall brukere som krever varetransport 	498	per dag
	Vis andre svar ▼	
Varetransportfrekvens 	Kontor og andre arbeidsplasser - reduser ▼	

- Parkeringstilgangens påvirkning av reisemiddelfordeling – Prosjektert:

Antall åpningsdager (for ansatte, for boliger angis 365 dager) ?	365	dager
	Vis andre svar ▼	
Årlig antall reisedager for besøkende	365	dager
	Vis andre svar ▼	
Parkeringstilgjengelighet ?	Maksimumsnorm 6-8 P-plasser per 1000	
	Vis andre svar ▼	
Gjennomsnittlig reiselengde for varetransport ?	16,0	km
	Vis andre svar ▼	
Antall brukere som krever varetransport ?	498	per dag
	Vis andre svar ▼	
Varetransportfrekvens ?	Kontor og andre arbeidsplasser - reduser	
	Vis andre svar ▼	