



KLIMAVENNIG
ARKITEKTUR
OG BYUTVIKLING

Oksenøya senter SKOLE KLIMAGASSBEREGNING



Fase	Utarbeidet	Rev1	Rev2	Rev3
Forprosjekt «Prosjektert bygg»	Juni 2020 Nils Ivar Nilsen KS: Ingrid Lillegraven			
Ferdigstillelse «Som bygget»				
Etter 2 års drift «I drift»				



Rapport utarbeidet av:

Veidekke

Innholdsfortegnelse

INNLEDNING	3
1. PROSJEKTBESKRIVELSE.....	4
1.1. BEREGNINGSPROGRAM FOR KLIMAGASSBEREGNINGER.....	4
2. HOVEDRESULTATER OG SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVER SKOLE.....	5
3. STASJONÆR ENERGIBRUK	6
3.1. PROSJEKTFASER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	6
3.1.1. <i>Referansebygg</i>	6
<i>Tall for utslipp og energiforbruk fra OneClickLCA.....</i>	7
3.1.2. <i>Prosjektert bygg.....</i>	7
3.1.4. <i>«Som bygget» dette kommer senere</i>	9
3.1.5. <i>«I drift» (etter 2 år) dette kommer senere</i>	9
3.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA STASJONÆR ENERGIBRUK	10
4. MATERIALER.....	11
4.1. BEREGNINGSALTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	11
4.1.1. <i>Referansebygg</i>	11
4.1.2. <i>Prosjektert bygg.....</i>	12
4.1.3. <i>«Som bygget» kommer senere.....</i>	13
4.1.4. <i>«I drift» (etter 2 år) kommer senere.....</i>	14
4.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA MATERIALBRUK.....	14
5. TRANSPORT	16
5.1. BEREGNINGSALTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	16
5.1.1. <i>Referansebygg</i>	16
5.1.2. <i>Prosjektert bygg.....</i>	17
5.1.3. <i>«Som bygget» kommer senere.....</i>	18
5.1.4. <i>«I drift» (etter 2 år) kommer senere.....</i>	18
5.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA TRANSPORT.....	19
VEDLEGG 1: UNDERLAG BEREGNINGER FOR ENERGI.....	21
VEDLEGG 2: UNDERLAG BEREGNINGER FOR MATERIALER	22
VEDLEGG 3: UNDERLAG BEREGNINGER FOR TRANSPORT	24

INNLEDNING

FutureBuils prosjekter dokumenteres på FutureBuils 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.

Oksenøya senter et FutureBuilt-prosjekt og foreliggende rapport er dokumentasjon av klimagassberegninger, oppnådde klimagassreduksjoner og foreslår 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. mobilitsplan 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 Oksenøya Senter er utarbeidet av Nils Ivar Nilsen, BREEAM AP og RIM for Oksenøya senter, Veidekke

Versjon 1, datert Juni 2020, inneholder resultatene av klimagassberegninger for Prosjektert bygg

1. PROSJEKTBESKRIVELSE

Oksenøya senter er det første og største prosjektet til Bærum kommune der formålsbygg for unge og eldre samlokaliseres på samme tomt. Prosjektet er unikt i Norge, og kommunens første steg for å skape nullutslippsamfunnet på Fornebu. Det skal skapes en fantastisk arena der unge som gamle møtes, kan utveksle erfaringer, ha det gøy og trives! Samtidig vil Oxenøya senter bli et innovativt, energivennlig, miljøriktig og klimaklokt prosjekt. Prosjektet er et pilotprosjekt i FutureBuilt.

Det skal etableres en 5-parallel barneskole, barnehage for 300 barn, flerbrukskall, 9-er kunstgress fotballbane, nærmiljøanlegg, og bo- og behandlingssenter med 150 beboerenheter.

Skole, barnehage og bo- og behandlingssenter er lokalisert i tre separate bygg som er fysisk bundet sammen under terreng. Flerbrukskall og parkering med fellesfunksjoner legges under bakken, slik at dekket over disse kan benyttes som uteareal.

Plasseringen av de tre formålsbyggene, med utstrakt bruk av tre i fasadene, vil gi følelsen av et sammenhengende kvartal. Hvert bygg har sin egen karakter, egen fasadeutforming og identitet – og samtidig gir helheten et samlende uttrykk. Skolen er kunnskapshuset og et sted hvor man leker og lærer. Bygget henvender seg både mot lek og idrettsplass og mot det sentrale torget som binder kvartalet sammen. Bo- og behandlingssenteret (BBS) markerer seg mot Torget med felleshuset - kvartalets hjerte - med kafé og hyggelig uteservering. Og barnehagen inviterer til å gå på oppdagelsesferd "i den lille byen" med egne gater og terrasserom, eller å besøke de mange fellesfasilitetene som er samlet i aktivitetshuset mot Torget.

I prosjektet skapes rammen for fellesskapet av det sentrale torget og «generasjonsgaten» mellom byggene, og gir adgang til de rommene og funksjonene som kan brukes på tvers av institusjonene og i fritiden. Kafeen på BBS kan brukes som bydelshus, flerbrukskallen som kino, forsamlingsalen kan leies av foreldre, beboere og pårørende, og lekeplasser kan brukes i fritiden. Utformingen av kvartalet er designet for å gjøre Oxenøya senter til et levende lokalmiljø hvor ulike brukere og naboer vil føle tilhørighet og samhold.

Prosjektet hadde byggestart i 1.kvartal 2020. Skole, barnehage, flerbrukskall og tilhørende uteområder ferdigstilles til skolestart 2022. Bo- og behandlingssenteret ferdigstilles i slutten av 2022 og er klar til innflytning i begynnelsen av 2023. og innflytting skal være 3. og 4.kvartal 2022

Totalt areal for byggene til sammen er ca. 32 000m²(BTA).

Prosjektet sertifiseres i BREEAM NOR 2016 til sertifiseringsnivå Outstanding.

Barnehagen og Bo- og behandlingssenteret vil bygges med utstrakt bruk av treverk for å redusere klimagassutslipp fra materialer.

Skolen bygges i lavkarbon hulldekker med stål bæring. I skolen vil det bli gjenbrukt hulldekker fra Regjeringskvartalet. (sirkulær økonomi).

Alt av plassert konstruktiv betong i prosjektet vil være utført med betongtype CEM III B.

Tomten er 12 moh og vil ha postnummer 1366, årsmiddeltemperatur på tomten er 6,3°C Dimensjonerende sommertemperatur er +27°C, Dimensjonerende utetilstand vinter er -20°C med 3m/s vind.

1.1. Beregningsprogram for klimagassberegringer

Klimagassberegringene for prosjektet i denne fasen er utført med verktøyet OneclickLCA. Referansebygg er beregnet i OneclickLCA Carbon designer.

Inngangsparametere til beregningene er innhentet fra BIM modellene til byggene.

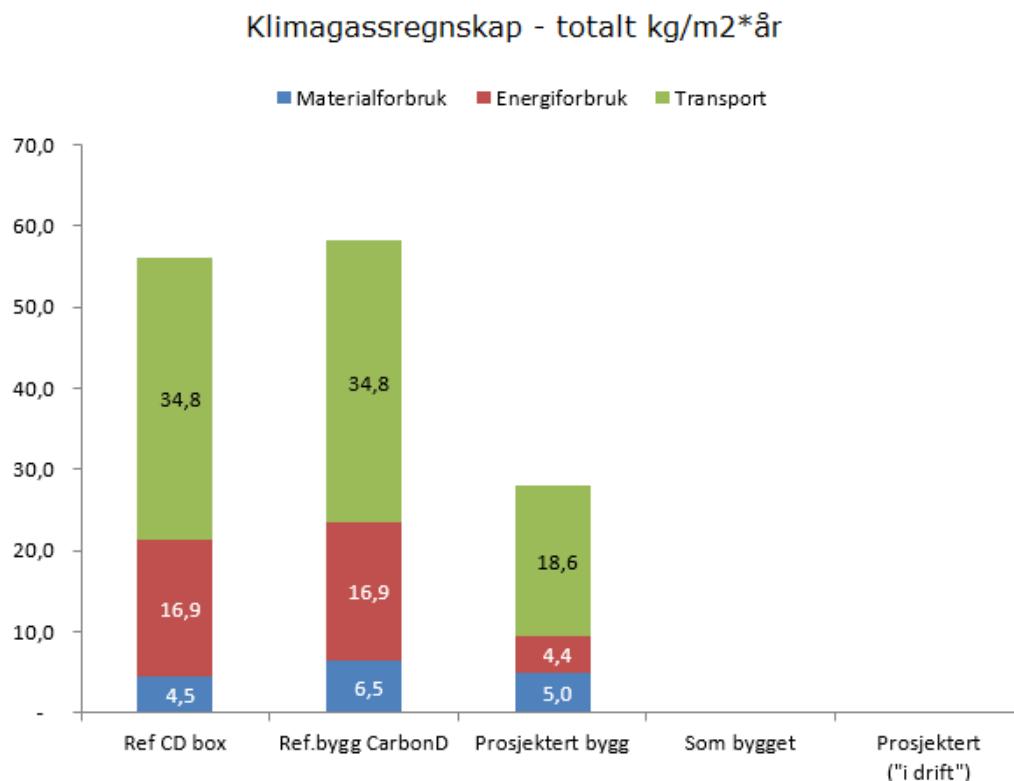
2. HOVEDRESULTATER OG SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVER SKOLE

Prosjektets totale klimagassutslipp for Skolen er sammenlignet med referanseberegningen redusert med 51,9% for prosjektert bygg.

Klimagassutslippet for Skolen i prosjektet som prosjektert er beregnet til **28,0 kg CO₂-ekv./m²*år**, og **316 kg CO₂-ekv./person*år** gitt at antall brukere er 1146. Totalt for bygget er det beregnet et utslip på **361 968 kg CO₂-ekv./år**

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

Figur 2.1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp [kg CO₂-ekv./ m² år] for Skolen på Oksenøya Senter*



Tabell 2.1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. år for Skolen Oksenøya senter

	Referansebygg [kg CO ₂ / år]	Prosjektert bygg [kg CO ₂ / år]	«Som bygget» [kg CO ₂ / år]	«i drift» [kg CO ₂ / år]
Materialbruk	84 100	64 600		
Stasjonær energi	218 700	56 800		
Transport	450 200	240 600		
Total	752 900	362 000		
Reduksjon ifht. referansebygg [%]		51,9 %		

Tabell 2.2: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. person¹ pr. år for SKOLE Oksenøya Senter

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

	Referansebygg	Prosjektert bygg	«Som bygget»	«i drift»
	[kg CO ₂ -ekv./person*år]			
Materialbruk	73,4	56,3		
Stasjonær energi	190,8	49,5		
Transport	392,8	210,0		
Total	657,0	315,9		
Reduksjon ifht. referansebygg [%]		51,9%		

Skolen er bygget med Lavkarbon hulldekker og stål bæring. Det tilstrebtes å oppnå en så stor grad av resirkulert stål som mulig. All plassert betong er CEM III B. Skolens yttervegger er prefab stendervegger med Kebony kledning.

Utslipp fra energiforbruk i drift er lagt inn som standard verdier i referansebygget i Carbon designer. Prosjektert bygg oppnår svært god reduksjon i utslipp. Dette på grunn av at bygget er nesten nullenergi bygg med solceller, samt at bygget er tilkoblet lokal fjernvarme og fjernkjøling som har svært lave utslipp da dette betjenes med sjøvannsvarmepumper. På transport oppnår bygget en stor reduksjon da bygget ikke har parkeringsplasser tilgjengelig for besøkende og svært få plasser for ansatte. Bygget ligger på Fornebu som skal være foregangsområde for miljøvennlig transport

3. STASJONÆR ENERGIBRUK

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

3.1. Prosjektfaser – forutsetninger og delresultater

3.1.1. Referansebygg

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

Forutsetninger energibruk i drift - referanseberegring:

- Spesifikt netto energibehov [kWh/m² *år] tilsvarende rammekravet i teknisk forskrift
- 60 % av varmebehovet dekkes av varmepumpe og 40 % av varmebehovet dekkes av panelovner (systemvirkningsgrad 0,92).
- Dersom kjølebehov: Kjølebehovet dekkes av lokale kjølemaskiner med en systemvirkningsgrad på 2,45.

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

Referansebygg	Netto energibehov [kWh/m ² *år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]
Elspesifikk energi	65,1	100 % el	8,7
Varme	18,7 / 34,6	60 % varmepumpe 40 % panelovn	2,5 / 4,6
Kjøling	7,7	100 % lokal kjøling med kjølemaskin	1,0
Sum		-	16,9

Tall for utslipp og energiforbruk fra OneClickLCA

3.1.2. Prosjektert bygg

Det prosjekterte bygget er planlagt oppført som nesten nullenergi og vil ha noe strøm fra solceller.

Byggets netto energibehov er beregnet ved hjelp av beregningsprogrammet SIMIEN av prosjektets energirådgiver Erichsen & Horgen. Bygget energibudsjett er gitt i tabell 3.2. Beregningene viser at byggets netto energibehov er redusert til 81kWh/m²/år i forhold til rammekravet i teknisk forskrift som er 110kWh/m²/år.

De viktigste tiltakene som er gjort for å redusere byggets energibruk er

- Kompakt design innenfor rammekravene
- Godt isolert
- Begrenset mengde vindu
- Tett bygg
- Energieffektivt teknisk utstyr
- Effektiv utnyttelse av lokal fjernvarme og fjernkjøling

Resultatene som vises her benytter «Scenario 2 Europeisk (EU28-NO), 60 years forecasted average».

Klimagassberegningene inneholder klimakonsekvensene av egenprodusert energi fra solceller. Materialutslipp fra solcellene og tilhørende utstyr er tatt med i klimagassregnskapet for materialer.

Tabell 3.2: Energibudsjett. Beregnet netto energibehov i henhold til NS 3031. figuren er hentet fra energirapporten til bygget.

Tabell 4.1: Samlet netto energibehov beregnet iht. NS3031:2014 (avrundet opp til nærmeste 500/0,5).

Poster	Totalt energibehov [kWh/år]	Spesifikk energibudsjett [kWh/m²/år]
Romoppvarming	194 500	15,0
Ventilasjonsvarme	117 000	9,0
Varmtvann	136 000	10,5
Vifter	188 000	14,5
Pumper	45 500	3,5
Belysning	104 000	8,0
Teknisk utstyr	175 000	13,5
Romkjøling	-	-
Ventilasjonskjøling	91 000	7,0
Totalt netto energibehov	1 051 000	81,0

Bygget forsynes med lokal fjernvarme og fjernkjøling som baserer seg på sjøvannsvarmepumper. Dette gir ett svært lavt klimagassutslipp for byggets energiforsyning. Bygget vil også ha noe strøm (111 000kWh/år) som leveres av solceller.

Byggets beregnede klimagassutslipp fra energiforbruk som prosjektert er 4,4 kg CO₂-ekv/m²*år, se tabell 3.3. Dette utgjør en reduksjon på 74 % i forhold til referansebygget.

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

Prosjektert bygg	Netto energibehov [kWh/m²*år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO₂-ekv/m²*år]
Elspesifikk energi (tabell 4-8 i energiberegningene)	27,5	44,7	3,7
Varme (tabell 4-7 i energiberegningene)	29,0	47,2	0,4
Kjøling (tabell 4-7 i energiberegningene)	5,0	8,1	0,3
Sum	61,5	-	4,4

3.1.4. «Som bygget» dette kommer senere

Byggets beregnede energibehov er korrigert i henhold til byggeprosjektets utførelse.

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

.....

Beskriv tetthetsmålinger, termografering, målinger av SFP og evt. andre verifikasjoner som er gjort. Beskriv evt. andre forskjeller på bygget «som bygget» i forhold til prosjekterte løsninger.

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		-	

3.1.5. «I drift» (etter 2 år) dette kommer senere

Her skal følgende beskrives:

- Når ble bygget tatt i bruk?
- Har det vært i full drift hele tiden, eller har deler av lokalene stått tomme?
- Hva er reell driftstid i forhold til NS3031s normerte driftstider?
- Andre endringer i bruken?
- Oppgi byggets reelle energiforbruk (kjøpt) i tabellen 3.6. Energidata for andre års drift benyttes. Den kjøpte energimengden i de enhetene den er kjøpt, f.eks. l bioolje, kWh el eller tonn briketter. Bruk omregningsverktøy for å beregne klimagassutslipp og energi til bygget. Alle virkningsgrader og andre beregningsfaktorer skal oppgis i vedlegg.
- Den temperaturavhengige delen av forbruket skal graddagskorrigeres til Oslo normal for periode 1981 – 2010 (3882)

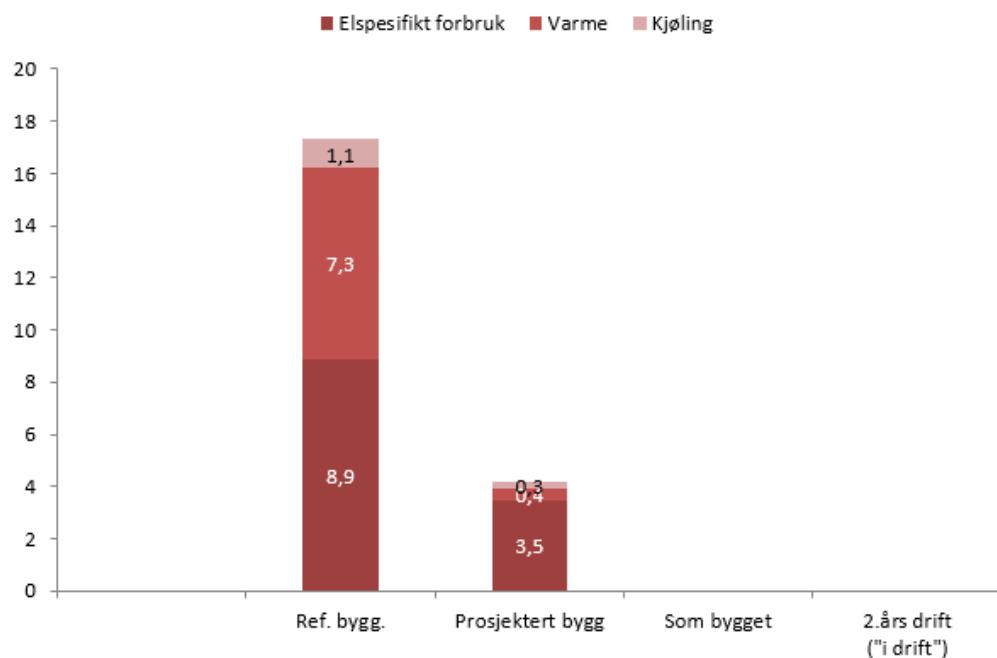
Tilpass tabellen under etter byggets reelle målepunkter og energibærere, for eksempel, el, fjernvarme, bioolje, etc.

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

Sammenligning av alternativene - klimagassutslipp stasjonær energibruk



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

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
Elspesifikk energi		115 255	45 325	58,8			
Varme		94 535	5 180	88,6			
Kjøling		14 245	3 885	70			
Total	218 682	56 784	74				

Tabell 3.9: Fordeling av klimagassutslipp pr. person pr. energikategori for ulike prosjektfaser:

	Referanse-bygg	Prosjektert bygg		Som bygget		I drift	
		kg CO₂-ekv./person/år	kg CO₂-ekv./perso n/år	% red saml. med ref	kg CO₂-ekv./person/år	% red saml. med ref	kg CO₂-ekv./person/år
Elspesifikk energi	98	40	59,2				
Varme	81	9	88,9				
Kjøling	12	3,5	70,8				
Total	191	49,6		74			

Klimagassreduksjonen er på hele 74 % fra referansebygget til prosjektert bygg, hvorav hovedårsaken til reduksjonen i klimagassutslipp er:

- Nesten nullenergibygg
- Svært miljøvennlig lokal fjernvarme og fjernkjøling
- 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: 61 skole
- Antall etasjer totalt:6
- Antall oppvarmede etasjer under bakken:1
- Antall etasjer over bakken:5
- Oppvarmet bruksareal (BRA): 12950
- Totalt bruttoareal (BTA): 13254
- Totalt bruttoareal kjeller (BTK):
- Totalt bebygd areal (BYA):

Referansebygget er justert for formfaktor som på grunn av reguleringsplanen ikke vil være mulig å realisere på tomtten til 1.1

Referansebygget har fått justert betong mengder for å få med arealene under bakken da carbon designer ikke klarer å beregne idrettshallen/flerbrukshallen som ligger delvis under bakkenivå på en og måte.

Referansebygget er justert til å bruke XPS isolasjon fremfor EPS på bygningsdeler under bakkenivå da RIBfy ikke godkjenner bruk av EPS pga fukt

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

Bygningsdel	12950	Referansebygg	
	FB verdi ref	kg CO2-ekv/m ² /år	% av tot
21 - Grunn og fundamenter	1 011 137	1,30	20 %
22 - Bæresystemer	545 918	0,70	11 %
23 - Yttervegger	958 283	1,23	19 %
234 - vinduer, dører, porter	122 096	0,16	2 %
235 - Utvendig kleddning og overflate	145 172	0,19	3 %
24 - Innervede vegg	359 189	0,46	7 %
25 - Dekker	845 681	1,09	17 %
252 - Gulv på grunn	490 451	0,63	10 %
253 - Oppført gulv, påstøp	-	-	0 %
255 - Gulvoverflate	122 520	0,16	2 %
26 - Yttetak	-	-	0 %
262 - Taktekning	16 002	0,02	0 %
264 - Takoppbygg	-	-	0 %
266 - Himling og innvendig overflate	42 102	0,05	1 %
28 - Trapper, balkonger, m.m.	122 656	0,16	2 %
71 - Bearbeidet terreng	-	-	0 %
743 - Utendørs lavspent forsyning	-	-	0 %
Annet	263 864	0,34	5 %

Tallene er hentet fra Oneclick LCA beregningen og følger inndelingen som programmet definerer for bygningsdelene.

4.1.2. Prosjektert bygg

For prosjektert bygg er prosjekterte mengder av materialer benyttet til klimagassberegningen.

Prosjektert bygg består av en flerbruksshall/idrettshall i betong med ståldragere i tak. Mesteparten av idrettshallen ligger under bakkenivå. Det benyttes noe prefab lavkarbon vegg i idrettshall og i kjeller på skolen. All plassstøpt betong er CEM III B.

Skolebygget bygges med lavkarbon hulldekker og stål bæring. Det vil bli benyttet 3stk hulldekker fra regjeringskvartalet i bygget.

Utvendige vegg er prefabrikerte stendervegger med Kebony som ytre kleddning.

Det er brukt EPD'er for de valgte materialer som kilde til klimagassberegningene

Beregningssprogrammet OneClickLCA er benyttet til å gjennomføre klimagassberegninger.

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

Bygningsdel	12950	Prosjektert bygg		
	FB verdi prosj	kg CO2 ekv/m ² /år	% av tot	
21 - Grunn og fundamenter	1 088 774	1,40	28 %	
22 - Bæresystemer	194 440	0,25	5 %	
23 - Yttervegger	1 064 763	1,37	27 %	
234 - vinduer, dører, porter	402 972	0,52	10 %	
235 - Utvendig kledning og overflate	-	-	0 %	
24 - Innrevegger	124 326	0,16	3 %	
25 - Dekker	470 886	0,61	12 %	
252 - Gulv på grunn	-	-	0 %	
253 - Oppført gulv, påstøp	-	-	0 %	
255 - Gulvoverflate	437 581	0,56	11 %	
26 - Yttertak	-	-	0 %	
262 - Taktekning	-	-	0 %	
264 - Takoppbygg	-	-	0 %	
266 - Himling og innvendig overflate	18 689	0,02	0 %	
28 - Trapper, balkonger, m.m.	70 968	0,09	2 %	
71 - Bearbeidet terreng	-	-	0 %	
743 - Utendørs lavspent forsyning	26 818	0,03	1 %	
Annet	-	-	0 %	

NS 3720 åpner for rapportering av biogent karbon i materialer. Beregningen i OneClickLCA viser at biogent karbon utgjør 488 940kg for bygget. Dette utgjør 0,63kg co2 ekv/m² år

4.1.3. «Som bygget» kommer senere

- Beskriv når bygget ble ferdigstilt, og evt. endringer fra prosjektert bygg.
- Faktiske materialmengder som ble brukt i prosjektet skal benyttes.
- Produktspesifikke utslippsdata skal benyttes i den grad de er tilgjengelige.
- Var det noen tiltak som ikke ble gjennomført, og hvorfor? Kom det nye tiltak til? NS 3720 åpner for rapportering av biogent karbon i materialer. Dette må rapporteres separat.
- NS 3720 krever rapportering av karbonatisering i materialene (f.eks i cementbaserte produkter) slik det forekommer i modulene B1, C3, C4 og D i NS-EN 16757.
-

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			

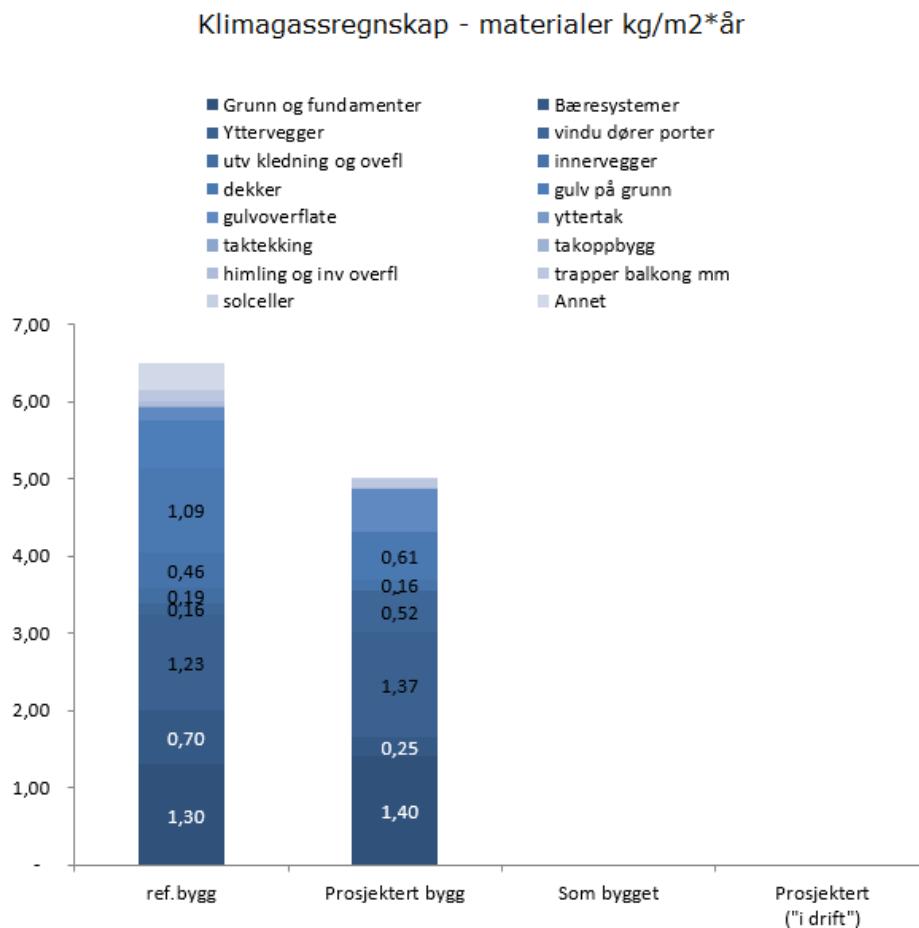
Innervegg			
Dekker			
Yttertak			
Trapper og balkonger			

4.1.4. «I drift» (etter 2 år) kommer senere

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

4.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra materialbruk

Figuren under viser resultatet av beregningene for prosjektet sammenlignet med referansebygget



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./m ² /år	kg CO ₂ -ekv./m ² /år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./m ² /år
Grunn og fundamenter		1,30	1,40		
Bæresystemer		0,70	0,25		
Yttervegger		1,23	1,37		
Innervegg		0,46	0,16		
Dekker		1,09	0,61		
Yttertak					
Annet		1,71	1,20		
Total		6,49	4,99	23%	
Total inkl. biogent karbon					

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
Grunn og fundamenter					
Bæresystemer					
Yttervegger					
Innervegg					
Dekker					
Yttertak					
Trapper og balkonger					
Total		73,4	56,3	23	
Total inkl. biogent karbon					

Futurebuilt sin rapportering og inndeling i bygningselementer passer ikke helt sammen med måten OneClickLCA presenterer sine resultater og medfører mye manuelt arbeid med bearbeiding av resultat i excel. Noe som er tidkrevende og en potensiell feilkilde. Oppdeling i tabellene over blir derfor noe basert på en manuell fordeling av materialer på de forskjellige gruppene.

De viktigste tiltakene for reduksjon i klimagass for materialer i prosjektet er:

- plasstøpt betong med cement CEM IIIb
- lavkarbon betong elementer (prefab elementer og hulldekker)
- armering som er 99-100% resirkulert stål
- bruk av basalt armering
- prefab yttervegger med trekledning
- redusert betongmengde og styrke der det er mulig

5. TRANSPORT

5.1. Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater

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

5.1.1. Referansebygg

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

Forutsetninger SKOLE:

- Antall ansatte 96, antall barn 1050, antall «Brukere» = 1146
- Standard turproduksjon og transportmiddelfordeling, hastigheter og andel skinnegående kollektivtransport for valgte kommune (asker og bærum) er lagt inn i referanseberegringen i OneClickLCA.
- Parkeringstilgang er satt til parkeringsnorm 8-12 p-plasser per 100 bruker i refransebygget.
- Referansebygget følger føringene fra Futurebuilt for åpningstider og brukere

Tabell 5.1: Transportmiddelfordeling for referansebygg.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	21,4	48,1	30,5
Tjeneste	9,6	24,8	65,6
Innkjøp og service			
Annet	28,3	17,4	54,2

Skjermdump fra referansebygg resultatet i co2 ekvivalenter kg fra OneClickLCA:

■ B8 ⓘ	Transport i drift	27 009 673
B8a	Transport i drift - bruker - bil	1 965 137
B8b	Transport i drift - bruker - buss	90 125
B8c	Transport i drift - bruker - jernbane	26 080
B8d	Transport i drift - bruker - bildeling	0
B8e	Transport i drift - gods	6 701 449
B8f	Transport i drift - besøkende - bil	17 861 158
B8g	Transport i drift - besøkende - buss	283 644
B8h	Transport i drift - besøkende - jernbane	82 080
B8i	Transport i drift - besøkende - bildeling	0

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

Klimagassutslipp	kg CO2-ekv/m ² /år
Bil	25,5
Kollektiv – buss	0,48
Kollektiv – skinnegående	0,14
Varetransport	8,6
Sum	34,8

5.1.2. Prosjektert bygg

Forutsetninger:

Antall ansatte, bosatte, andre brukere er uforandret fra referansebygget

Standard turproduksjon er justert til Oslo sentrum basert på at Fornebu blir et eget bysentrum med store ambisjoner for gange, sykkel og kollektivtransport. Brukerne av byggene vil bo på Fornebu. Det er lagt inn miljøvennlig elektriske busser for Fornebu i tråd med ambisjonene for området.

Prosjektert bygg har svært få parkeringsplasser og har INGEN parkeringsplasser for besøkende og henting/levering av barn med bil.

Tabell 5.3: Transportmiddelfordeling når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	27,8	68,8	3,4
Tjeneste	23,6	36,1	40,3
Innkjøp og service			
Annnet	47,4	26,2	26,4

Skjermdump fra prosjektert bygg i OneClickLCA:

B8 ②	Transport i drift	14 437 693
B8a	Transport i drift - bruker - bil	627 538
B8b	Transport i drift - bruker - buss	2 647
B8c	Transport i drift - bruker - jernbane	30 433
B8d	Transport i drift - bruker - bildeling	0
B8e	Transport i drift - gods	5 956 844
B8f	Transport i drift - besøkende - bil	7 711 484
B8g	Transport i drift - besøkende - buss	8 702
B8h	Transport i drift - besøkende - jernbane	100 046
B8i	Transport i drift - besøkende - bildeling	0

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

Klimagassutslipp	Arealspesifikt utslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]
Bil	10,7
Kollektiv – buss	0,01
Kollektiv – skinnegående	0,16
Varetransport	7,7
Sum	18,58

5.1.3. «Som bygget» kommer senere

Det er vanligvis ingen endringer i forhold til prosjektert løsning.

5.1.4. «I drift» (etter 2 år) kommer senere

- Antall ansatte, bosatte, andre brukere
- Standard turproduksjon (antall turer per person per døgn hentes fra beregningsverktøyet – f.eks OneClick LCA)
- Det forutsettes at det gjennomføres en reisevaneundersøkelse for prosjektet som dermed gir transportmiddelfordeling for brukerne av bygget 1-2 år etter at bygget er satt i drift. Denne lokale RVU vil da gjenspeile den lokaliseringen, p-tilgangen, kollektivbetjening, sykkeltilrettelegging og resultatet av en gjennomført mobilitetsplanlegging. Beskrives.

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 «i drift » når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

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

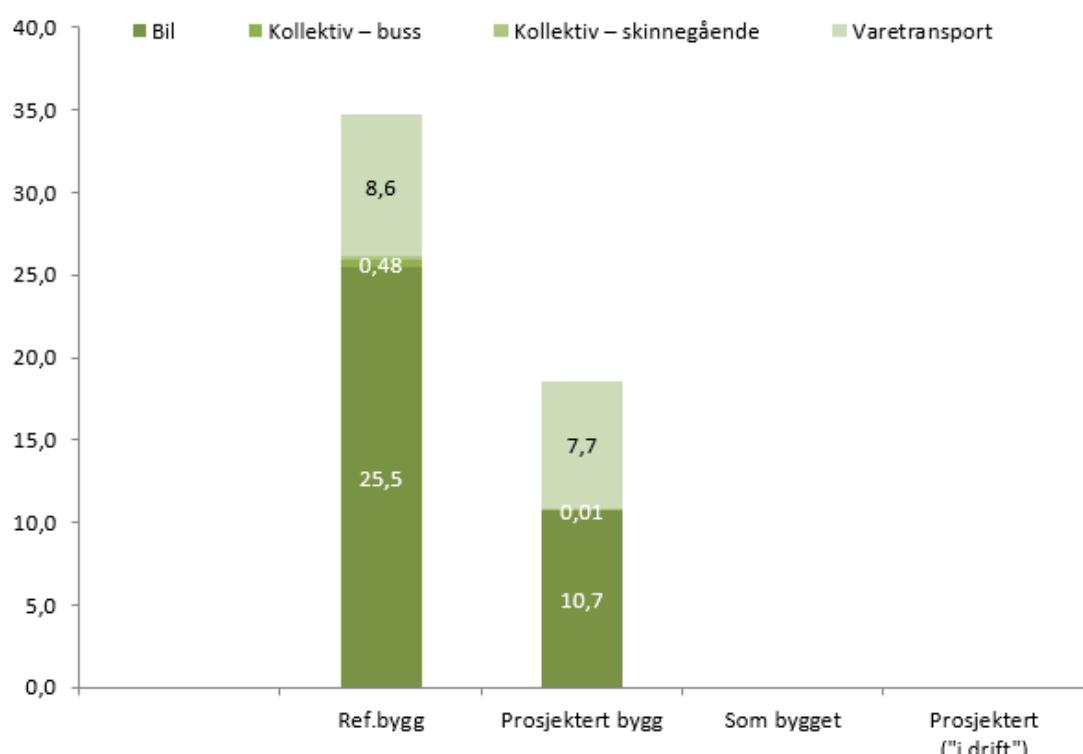
5.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra transport

Beregningen viser at man oppnår en reduksjon av klimagassutslipp på 46,5 % ved de tiltak som er gjennomført for transport.

Viktigste tiltak i bygget er:

- svært få parkeringsplasser og INGEN parkeringsplasser for besøkende og henting/levering av barn med bil.
- God tilrettelegging for sykkel og gange med trygge gode sykkel/gangveier og gode parkeringsmuligheter for sykkel, sykkelvogn og transportsykler.

Klimagassregnskap - transport



Figur 11: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport for skole Oksenøya senter

Tabell 5.7: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport for skole Oksenøya senter.

	Referansebygg	Prospektet 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	330 438	138 984	57,9				
Kollektiv – buss	6 229	189	97				
Kollektiv – skinnegående	1 803	2175	Økning 20,6				
Varetransport	111 691	99 281	11,1				
Sum	450 161	240 628	46,5				

Tabell 5.8: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport for skolen på Oksenøya senter.

	Referanse-bygg	Prosjektert bygg		"Som bygget"		"i drift"	
	kg CO₂-ekv./person*år	kg CO₂-ekv./person*år	% red saml. med ref	kg CO₂-ekv./person*år	% red saml. med ref	kg CO₂-ekv./ person*år	% red saml. med ref
Bil	288,3	121,3	57,9				
Kollektiv – buss	5,4	0,2	97				
Kollektiv – skinnegående	1,6	1,9	Økning 20,6				
Varetransport	97,5	86,6	11,1				
Sum	392,8	210	46,5				

Vedlegg

Vedlegg 1: Underlag beregninger for energi

- Referansebygg:
 - Ingen vedlegg
- Prosjektert bygg:
 - Inndata for energiberegninger, i form av utfylt tabell J1 i NS 3031 eller tilsvarende.

VEDLEGG B - SENTRALE INNDATA FOR BYGGET – NS3031

Størrelser		Inndata	Dokumentasjon
Arealer [m ²]	Yttervegger	6007	Data fra ARK/IFC modell
	Tak eks. overlys	4230	Data fra ARK/IFC modell
	Gulv	4230	Data fra ARK/IFC modell
	Vinduer, dører og glassfelt	1985	Data fra ARK/IFC modell
Oppvarmet bruksareal (BRA) (A _B) [m ²]		12950	Data fra ARK/IFC modell
Oppvarmet luftvolum (V) [m ³]		60850	Data fra ARK/IFC modell
Varmegjennomgangskoeffisient for bygningsdeler [W/m ² K] (U-verdi)	Yttervegger	0,15	Data fra RIByf
	Tak	0,10	Data fra RIByf
	Gulv	0,09	Ekvivalent vektet U-verdi. Data fra RIByf
	Vinduer, dører og glassfelt	0,8	Data fra RIByf
Areal for vinduer, dører og glassfelt i forhold til oppvarmet bruksareal (%)		15,2	Beregnes på basis av verdiene her ovenfor
Normalisert kuldebroverdi (ψ') [W/m ² K]		0,03	Data omforent med RIByf
Lekkasjeatall (n ₅₀) [h ⁻¹]		0,3	Data omforent med VD
Års gjennomsnittlig virkningsgrad (η) for varmegjenvinner [%]		82,9	Estimert basert på data omforent med RIV og Itech for NS3701 inndata
Spesifikk vitteeffekt (SFP _a) relatert til luftmengder, i driftstiden [kW/(m ³ /s)]		1,6	Estimert basert på data foreløpig omforent med RIV og Itech for NS3701 inndata
Gjennomsnittlig ventilasjonsluftmengde (V) i driftstiden [m ³ /(hm ²)]		10,0	Minste verdi fra NS3031
Ventilasjonsluftmengde (V) utenfor driftstiden [m ³ /(hm ²)]		2,6	Over minste verdi fra NS3031
Tilluftstemperatur i driftstiden vinter/sommer [°C]	19/17	Tilpasset klimatisering/ termisk inneklima i energisimulering	
Tilluftstemperatur utenfor driftstiden vinter/sommer [°C]	19/17		
Spesifikk pumpeeffekt (SPP) romoppvarming [kW/(l/s)]	0,5	Veileddende verdi NS3031	
Spesifikk pumpeeffekt (SPP) romkjøling [kW/(l/s)]	0	Veileddende verdi NS3031	
Spesifikk pumpeeffekt (SPP) varmebatteri [kW/(l/s)]	0,5	Veileddende verdi NS3031	
Spesifikk pumpeeffekt (SPP) kjølebatteri [kW/(l/s)]	0,6	Veileddende verdi NS3031	
Spesifikt effektbehov til belysning i driftstiden [W/m ²]	3,5	Data omforent med RIE og Itech	
Spesifikt effektbehov til utstyr i driftstiden [W/m ²]	4	Standardisert inndata fra NS 3031	
Total solfaktor (gi) for vinduer	0,52	Klare energiglass	
Total solfaktor (gi) for vinduer og glassfelt sammen med solavskjerming	0,08	Utvendig solskjerming på alle fasader	
Avskjermingsfaktor for horisont, bygninger vegetasjon for ulike orienteringer (NV/NØ/SØ/SV)	0,55/0,45/ 0,95/1,00	Vurdert ut ifra tegninger og IFC	

Tegninger og IFC fra ARK lagt ut på prosjekthotellet 28.06.19

- Vær oppmerksom på at alle inndata som kuldebroverdier, u-verdier, arealer, etc. skal dokumenteres.
- «Som bygget»:
 - Inndata for energiberegninger, i form av utfylt tabell J1 i NS 3031 eller tilsvarende.
 - Dokumentasjonsrapport fra tetthetsmålinger og annen planlagt verifikasjon.
- I drift:
 - Oversikt over siste to års energiforbruk for ulike energibærere.

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.

▼ Most medvirkende materialer (Klimagassutslipp)

No.	Ressurs	Påvirkning fra start til slutt (A1-A3)	Vugge til port (A1-A3)
1.	Betong  ?	1 625 tonn CO ₂ e	33.2 %
2.	Strukturelle stålprofiler, generisk  ?	954 tonn CO ₂ e	19.5 %
3.	Betong  ?	746 tonn CO ₂ e	15.2 %
4.	Forsterkning stål (armering), generisk  ?	644 tonn CO ₂ e	13.2 %
5.	EPS-isolasjon  ?	122 tonn CO ₂ e	2.5 %
6.	Masonry mortar, light  ?	112 tonn CO ₂ e	2.3 %
7.	XPS isolasjonsplate  ?	107 tonn CO ₂ e	2.2 %
8.	Gipsplater, vanlig, generisk  ?	106 tonn CO ₂ e	2.2 %
9.	Ferdigbetong, normal styrke, generisk, B30 (var: lavkarbonklass C)  ?	100 tonn CO ₂ e	2.0 %
10.	Bitumen sheets for waterproofing of roofs, French average  ?	48 tonn CO ₂ e	1.0 %
11.	Planglass, enkeltglasert, generisk  ?	51 tonn CO ₂ e	1.0 %
12.	Self levelling mortar, for floors, walls and overhead appl.  ?	44 tonn CO ₂ e	0.9 %
13.	Massive wooden flooring/parquet  ?	41 tonn CO ₂ e	0.8 %
14.	Bricks  ?	28 tonn CO ₂ e	0.6 %
15.	Betong  ?	23 tonn CO ₂ e	0.5 %
16.	Glassull isolasjonsplater, generisk  ?	18 tonn CO ₂ e	0.4 %
17.	Climate door  ?	17 tonn CO ₂ e	0.4 %
18.	Finishing wall mortars, French average  ?	13 tonn CO ₂ e	0.3 %
19.	Glassveggsystem  ?	17 tonn CO ₂ e	0.3 %
20.	Concrete roof tiles  ?	16 tonn CO ₂ e	0.3 %

- Prosjektert bygg:
 - Materialmengde og utslipp pr. materialtype.
 - Dersom andre utslippsfaktorer enn generiske data fra klimagassregnskap.no eller OneClick LCA er benyttet, vedlegges dokumentasjon på disse, i form av EPD eller tilsvarende.

▼ Most medvirkende materialer (Klimagassutslipp)

No.	Ressurs	Påvirkning fra start til slutt (A1-A3)	Vugge til port (A1-A3)
1.	Strukturelle hule stålprofiler, kaldvalsedede, generiske  ?	569 tonn CO ₂ e	17.1 %
2.	HULLDEKKELEMENT TYPE HD  ?	465 tonn CO ₂ e	14.0 %
3.	Strukturelle stålprofiler, generisk  ?	434 tonn CO ₂ e	13.0 %
4.	Ferdigbetong B35 M45 450/6601  ?	357 tonn CO ₂ e	10.7 %
5.	Cement  ?	333 tonn CO ₂ e	10.0 %
6.	Stål, armeringsprodukter (betongarmering)  ?	204 tonn CO ₂ e	6.1 %
7.	Betongveggelement, uisolert  ?	194 tonn CO ₂ e	5.8 %
8.	Fastkarm vindu med aluminiumskledning  ?	159 tonn CO ₂ e	4.8 %
9.	Stålspunt  ?	101 tonn CO ₂ e	3.0 %
10.	Gipsplate, veggplate, robust  ?	74 tonn CO ₂ e	2.2 %
11.	EPS-isolasjon  ?	71 tonn CO ₂ e	2.1 %
12.	Acoustic linoleum flooring  ?	64 tonn CO ₂ e	1.9 %
13.	Ferdigbetong, normal styrke, generisk, B30  ?	51 tonn CO ₂ e	1.5 %
14.	Climate door ?	40 tonn CO ₂ e	1.2 %
15.	Forsterkning stål (armering), generisk  ?	29 tonn CO ₂ e	0.9 %
16.	Trekledning, furu, biokjemisk impregnering  ?	29 tonn CO ₂ e	0.9 %
17.	Gipsplater, vanlig, generisk  ?	29 tonn CO ₂ e	0.9 %
18.	Glava glassull  ?	19 tonn CO ₂ e	0.6 %
19.	Heterogeneous sports flooring  ?	17 tonn CO ₂ e	0.5 %
20.	Stål varmvalset, I, H, U, L, T, og vide flater  ?	14 tonn CO ₂ e	0.4 %

- «Som bygget»:
 - Materialmengder og dokumentasjon på utslippsfaktorer.

Vedlegg 3: Underlag beregninger for transport

- *I drift:*
 - Resultat av evt. reisevaneundersøkelse

Legg for hver prosjektfase ved opplysninger om:

Turproduksjon for ansatte og andre brukere:

Reisemiddelfordeling og andre forutsetninger:

Evt. data fra lokal reisevaneundersøkelse, samt dokumentasjon av disse

Parkeringstilgangens påvirkning av reisemiddelfordeling