

BJØRNSLETTA SKOLE

KLIMAGASSBEREGNING



Fase	Utarbeidet	Rev1	Rev2	Rev3
Forprosjekt				
Ferdigstillelse «Som bygget»	24.04.2015	09.06.2015	18.11.2015	
Etter 2 års drift «I drift»				

Rapport utarbeidet av:



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	11
4. MATERIALER	13
4.1. BEREGNINGSALTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	13
4.1.1. Referansebygg.....	13
4.1.2. Prosjektert bygg	14
4.1.3. «Som bygget»	15
4.1.4. «I drift» (etter 2 år)	16
4.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA MATERIALBRUK	16
5. TRANSPORT	19
5.1. BEREGNINGSALTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	19
5.1.1. Referansebygg	19
5.1.2. Prosjektert bygg	20
5.1.3. «Som bygget»	21
5.1.4. «I drift» (etter 2 år)	21
5.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA TRANSPORT	22
VEDLEGG.....	25
VEDLEGG 1: UNDERLAG BEREGNINGER FOR ENERGI.....	25
VEDLEGG 2: UNDERLAG BEREGNINGER FOR MATERIALER	25
VEDLEGG 3: UNDERLAG BEREGNINGER FOR TRANSPORT	26

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.

Bjørnsletta skole 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 Bjørnsletta er utarbeidet av Jørn Aaltvedt, Veidekke, og Bodil Motzke, Undervisningsbygg.

Versjon 2, datert 15.09.2014, inneholder resultatene av klimagassberegninger for «Som bygget».

1. PROSJEKTBESKRIVELSE

Bjørnsletta skole er Oslo kommunes første passivhus-skole, og ble ferdigstilt til skolestart i 2014. Skolen er en barne- og ungdomsskole med tilhørende flerbrukshall. Bygget har en felles grunnetasje med tre separate fløyer over for småskole-, mellom- og ungdomstrinnet.

Skolen er prosjektert for plass til rundt 790 elever og 90 ansatte. Skolens flerbrukshall vil også være tilgjengelig for idrettslag utenom skoletid.

Skolen ligger i Ullern bydel, 0381 Oslo. Skolen ligger i nærhet til T-bane stasjonen, Åsjordet, kun 3 min gange, og til bussholdeplass i Vækerøveien. Det er i prosjektet også tilrettelagt for en ny gangadkomst fra nord, som vil sikre skoleveien for elevene.

Bygget er tegnet av L2 Arkitekter AS, med Veidekke Entreprenør AS som totalentreprenøren. Undervisningsbygg Oslo KF er byggherre.

1.1. Beregningsprogram for klimagassberegninger

Klimagassregnskapet er utarbeidet delvis i www.klimagassregnskap.no, og delvis i eget regneark. Referansebygget som Veidekke har benyttet for å måle klimagassreduksjonen, er utarbeidet i eget regneark. Utarbeidelse av referansebygg i klimagassregnskapet.no var ikke tilgjengelig når dette prosjektet startet og entreprenør ble anskaffet.

De siste beregningene i klimagassregnskapet.no er nå utarbeidet i versjon 4.

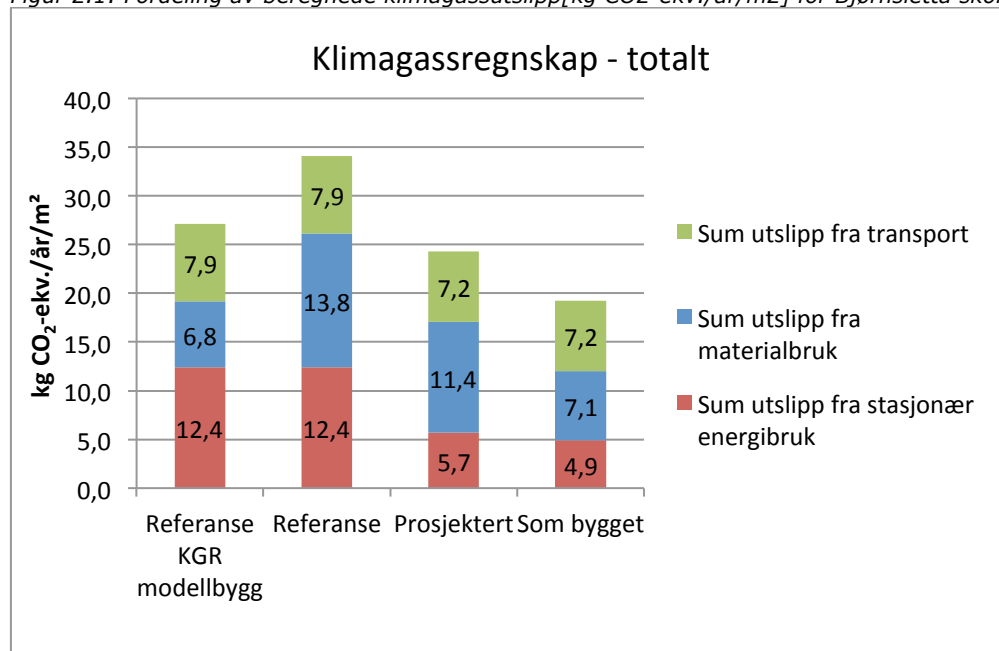
2. HOVEDRESULTATER OG SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVER

Prosjektets totale klimagassutslipp er sammenlignet med referanseberegningen redusert med 29 % for prosjektert bygg, og 44 % for "som bygget".

Klimagassutslippet for prosjektet i «Som bygget» er beregnet til **19 kg CO₂-ekv./år/m²**. Totalt for bygget utgjør dette **170.715 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 Bjørnsletta skole



Tabell 2.1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. år for Bjørnsletta skole

	Referansebygg KGR modellbygg	Referansebygg	Prosjektert bygg	«Som bygget»	«i drift»
	[tonn CO ₂ / år]	[tonn CO ₂ / år]	[tonn CO ₂ / år]	[tonn CO ₂ / år]	[tonn CO ₂ / år]
Materialbruk	6,8	13,8	11,4	7,1	-
Stasjonær energi	12,4	12,4	5,7	4,9	-
Transport	7,9	7,9	7,2	7,2	-
Total	27	34	24	19	-
Reduksjon ifht. referansebygg [%]			29 %	44 %	-
Reduksjon ifht. referansebygg KGR modellbygg[%]			10 %	29 %	-

Tabell 2.2: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. person¹ for Bjørnsletta skole

	Referansebygg KGR modellbygg	Referansebygg	Prosjektet 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]	[kg CO ₂ - ekv./år/person]
Materialbruk	69,4	140,9	116,5	72,5	-
Stasjonær energi	126,8	126,8	58,5	50,5	-
Transport	81,3	81,3	74,0	74,0	-
Total	278	349	249	197	-
Reduksjon ifht. referansebygg [%]			29 %	44 %	-
Reduksjon ifht. referansebygg KGR modellbygg[%]			10 %	29 %	-

Prosjektet har målt seg opp mot et referansebygg utarbeidet i eget excel-ark, da det ikke var mulig å lage referansebygg i klimagassregnskap.no på dette tidspunktet. Det har senere blitt utarbeidet et referansebygg i klimagassregnskap.no som et kompakt modulbygg for å synliggjøre hvilken betydning formen til et bygg kan ha på klimagassutslippet tilknyttet materialbruken.

Sammenlignet med vårt referansebygg, så har prosjektet klart å redusere det totale utslippet i «Som bygget»-fasen med 44 %. Fra materialbruk er prosjektets klimagassutslipp redusert med 49 %, og for energibruk er klimagassutslippet redusert med hele 60 %. Når det gjelder utslipp fra transport så er utslippet kun redusert med 9 %. Her er det kun lagt til grunn beregnede verdier, da reisevaneundersøkelsen ble utført på tidligere ungdomsskoleelever på Bjørnsletta. Nå som Bjørnsletta består av mange flere elever samt barnetrinns elever, så vil det være fornuftig å gjøre en ny reisevaneundersøkelse som vil ligge til grunn for beregningene. Dette vil gjennomføres i «I drifts»-fasen.

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 et skolebygg som har et netto energibehov iht. minimumskrav i Forskrift om tekniske krav til byggverk.

Forutsetninger energibruk i drift - referanseberegning:

- Spesifikt netto energibehov [kWh/m² *år] tilsvarende rammekravet i teknisk forskrift
- 60 % av varmebehovet dekkes av varmepumpe (systemvirkningsgrad 2,25) og 40 % av elkjel (systemvirkningsgrad 0,86).
- 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 – skolebygget på Bjørnsletta

Referansebygg	Netto energibehov [kWh/m ² /år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
Elspesifikk energi	58	100 % el	6,6
Varme	62	60 % varmepumpe 40 % elkjel	5,3
Kjøling	0	100 % lokal kjøling	0,0
Sum	120	-	11,9

Tabell 3.2: Oversikt over energibehov (ulike formål), energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for referansebygg – idrettsbygget på Bjørnsletta

Referansebygg	Netto energibehov [kWh/m ² /år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
Elspesifikk energi	44	100 % el	5,2
Varme	126	60 % varmepumpe 40 % elkjel	10,5
Kjøling	0	100 % lokal kjøling	0,0
Sum	170	-	15,7

3.1.2. Prosjektert bygg

Det prosjekterte bygget er planlagt oppført som passivhus iht prosjektrapport 42.

Byggets netto energibehov er beregnet ved hjelp av beregningsprogrammet SIMIEN, se energibudsjett i tabell 3.2 Beregningene viser at byggets netto energibehov er redusert med 54 % i forhold til rammekravet i teknisk forskrift.

De viktigste tiltakene for å redusere byggets energibehov er:

- Passivhus
- Effektive varmepumper som dekker 90 % av oppvarmingsbehovet og varmtvann
- Behovsstyrt ventilasjon med aktive tilluftsventiler

- Dagslysstyrt belysning
- LED-belysning i utearealer
- Energimålere på alle energiposter som muliggjør god energioppfølging i driftsfasen

Flere av tiltakene er et resultat av detaljprosjekteringen, og vil bli synliggjort i energibehovet for «Som bygget».

Tabell 3.3: Energibudsjett – skolebygg Bjørnsletta. Beregnet netto energibehov i henhold til NS 3031

Energibudsjett			
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov	
1a Romoppvarming	76726 kWh	9,1 kWh/m ²	
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	28595 kWh	3,4 kWh/m ²	
2 Varmtvann (tappevann)	84905 kWh	10,0 kWh/m ²	
3a Vifter	94890 kWh	11,2 kWh/m ²	
3b Pumper	5437 kWh	0,6 kWh/m ²	
4 Belysning	69683 kWh	8,2 kWh/m ²	
5 Teknisk utstyr	67036 kWh	7,9 kWh/m ²	
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²	
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	24270 kWh	2,9 kWh/m ²	
Totalt netto energibehov, sum 1-6	451542 kWh	53,4 kWh/m²	

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

Energibudsjett			
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov	
1a Romoppvarming	9304 kWh	7,7 kWh/m ²	
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	16790 kWh	13,8 kWh/m ²	
2 Varmtvann (tappevann)	61107 kWh	50,4 kWh/m ²	
3a Vifter	6835 kWh	5,6 kWh/m ²	
3b Pumper	697 kWh	0,6 kWh/m ²	
4 Belysning	19299 kWh	15,9 kWh/m ²	
5 Teknisk utstyr	3217 kWh	2,7 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	117249 kWh	96,7 kWh/m²	

Primær energikilde på Bjørnsletta skole er grunnvarme fra en egen brønnpark bestående av 16 brønner av 200 m. En el-kjel vil fungere som spisslast og «back-up» for varmepumpeanlegget.

Varmepumpen av type Scancool 360, skal gi varme til vannbåren radiatoranlegg i skolen, strålevarmen i flerbrukshallen, varmebatteriene i ventilasjonsaggregatene samt oppvarming av forbruksvann på skolen.

Det er antatt en systemvirkningsgrad på varmepumpen på 2,7, og er inkludert distribusjon og reguleringstap på 10 %. El-kjelen har antatt en systemvirkningsgrad på 0,88. Energidekningsgraden er beregnet til 90 % for varmepumpen.

Tabell 3.5: Oversikt over energibehov, energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for prosjektert skolebygg.

Prosjektert bygg	Netto energibehov [kWh/m ² /år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
Elspesifikk energi	27,9	100 % el	3,7
Varme	22,5	60 % varmepumpe 40 % elkjel	1,7
Kjøling	2,9	100 % lokal kjøling	0,0
Sum	53,4	-	5,4

Tabell 3.6: Oversikt over energibehov, energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for prosjektert idrettsbygg.

Prosjektert bygg	Netto energibehov [kWh/m ² /år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
Elspesifikk energi	24,8	100 % el	3,6
Varme	71,9	60 % varmepumpe 40 % elkjel	4,3
Kjøling	0,0	100 % lokal kjøling	0,0
Sum	96,7	-	8,0

Beregnete klimagassutslipp for skolebygget er 5,4 kg CO₂-ekv/m²/år, se tabell 3.5. Dette utgjør en reduksjon på 55 % i forhold til referansebygget.

Beregnete klimagassutslipp for idrettsbygget er 8,0 kg CO₂-ekv/m²/år, se tabell 3.6. Dette utgjør en reduksjon på 49 % i forhold til referansebygget.

3.1.3. «Som bygget»

Byggets beregnede energibehov er korrigert i henhold til byggeprosjektets utførelse.

Tabell 3.7: Energibudsjett – skolebygg Bjørnsletta. Beregnet netto energibehov i henhold til NS 3031

Energibudsjett		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	48557 kWh	6,3 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	87255 kWh	11,3 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	78044 kWh	10,1 kWh/m ²
3a Vifter	79894 kWh	10,3 kWh/m ²
3b Pumper	4877 kWh	0,6 kWh/m ²
4 Belysning	65032 kWh	8,4 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	68453 kWh	8,8 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	432113 kWh	55,8 kWh/m²

Tabell 3.8: Energibudsjett– idrettsbygg Bjørnsletta. Beregnet netto energibehov i henhold til NS 3031

Energibudsjett		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	11422 kWh	9,2 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	12786 kWh	10,3 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	62525 kWh	50,4 kWh/m ²
3a Vifter	17058 kWh	13,7 kWh/m ²
3b Pumper	1576 kWh	1,3 kWh/m ²
4 Belysning	18100 kWh	14,6 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	3291 kWh	2,7 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	126758 kWh	102,1 kWh/m²

Bygget er lekkasjetestet ved ferdigstillelse etter NS-EN 13829 hvor lekkasjetallet ble målt til 0,2 ved 50 Pa. Disse verdiene er benyttet i de reviderte «som bygget» energisimuleringene for både skolebygg og idrettsbygg. Det ble også underveis i byggingen utført midlertidige lekkasjetester og trykkmålinger for å avdekke eventuelle svakheter og tettheter.

Det er utarbeidet en endelig kuldebrorapport som viser en gjennomgang av alle overgangsdetaljer og kuldebroer. Rapporten viser at bygget tilfredsstiller minstekravet til normalisert kuldebroverdi på 0,03 W/m²K.

Det er gjort mindre justeringer i det bygningsmessige fra prosjektert til «som bygget» både i energiberegningene for skolebygg og idrettsbygg.

De største endringene er luftmengdeberegningene av både skolebygg og idrettsbygg. I prosjekterte energiberegninger er luftmengdene beregnet noe optimistisk, og her fremgår endringene;

	Prosjekterte		«Som bygget»	
	Skolebygg	Idrettsbygg	Skolebygg	Idrettsbygg
Luftmengde i driftstid [m^3/hm^2]	8,4	6,0	8,1	9,3
Luftmengde utenfor driftstiden [m^3/hm^2]	1,0	1,0	2,7	3,07

SFP-faktoren er også endret fra 1,5 i prosjekterte energisimuleringer til 1,45 i de endelige energisimuleringene for begge byggene. SFP-faktoren er teoretisk beregnet iht. motstand i ventilasjonsaggregat og føringer, og gjenspeiler en gjennomsnittlig verdi for vifteeffekten.

Det legges opp til «frikjøling» av bygningene i sommerperioden. Energiforbruket for drift av pumper og vifter til kjøling er ikke tatt med i energisimuleringene. Fryser og kjøleskap til kantine er heller ikke tatt med i beregningene.

Tabell 3.9: Oversikt over energibehov, energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for skolebygget «som bygget»

Som bygget	Netto energibehov [$\text{kWh}/\text{m}^2/\text{år}$]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [$\text{Kg CO}_2\text{-ekv}/\text{m}^2/\text{år}$]
Elspesifikk energi	28,1	100 % el	3,2
Varme	27,7	90 % varmepumpe 10 % elkjel	1,5
Kjøling	0,0	100 % lokal kjøling	0,0
Sum	55,8	-	4,6

Tabell 3.10: Oversikt over energibehov, energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for idrettsbygget «som bygget»

Som bygget	Netto energibehov [$\text{kWh}/\text{m}^2/\text{år}$]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [$\text{Kg CO}_2\text{-ekv}/\text{m}^2/\text{år}$]
Elspesifikk energi	32,2	100 % el	3,1
Varme	69,9	90 % varmepumpe 10 % elkjel	3,7
Kjøling	0,0	100 % lokal kjøling	0,0
Sum	102,1	-	6,9

3.1.4. «I drift» (etter 2 år)

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. Den kjøpte energimengden i de enhetene den er kjøpt, f.eks. i bioolje, kWh el eller tonn briketter. Bruk klimagassregnskap.no, modul stasjonær energi- eksisterende bygg, eller andre omregningsverktøy for å beregne klimagassutslipp og energi til bygget. Alle virkningsgrader og andre beregningsfaktorer skal oppgis i vedlegg. Energidata for andre års drift benyttes.
- I den grad bygget har målere som deler byggets energibruk inn iht. NS 3031s energiposter, oppgis dette i tabell 3.7.

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

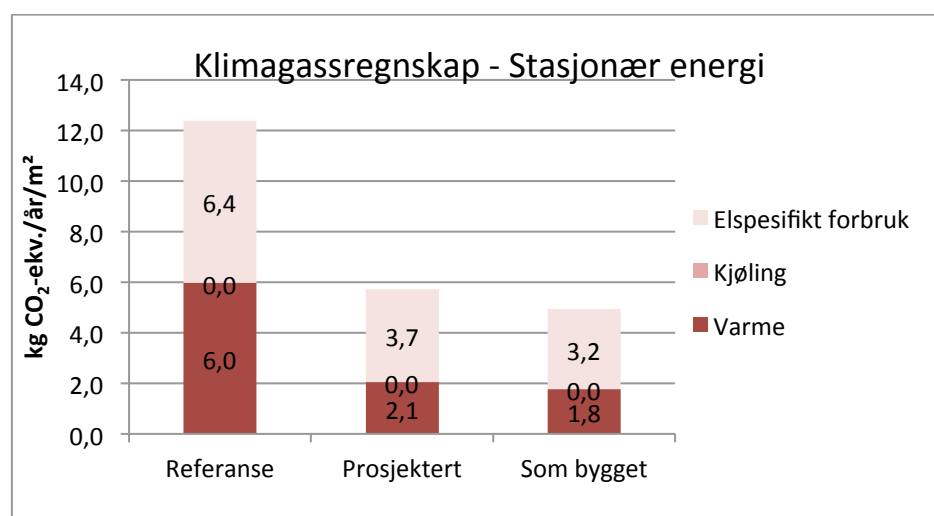
Tabell 3.6: Oversikt over kjøpt energi, tilført energi og tilhørende klimagassutslipp for prosjektet etter to års drift.

I drift	Kjøpt energi	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		-	

Tabell 3.7: Oversikt over målt energibruk fordelt på energiposter iht. NS 3031

I drift	Målt energi [kWh/år]
Romoppvarming	
Ventilasjonsvarme	
Varmt tappevann	
Vifter og pumper	
Belysning	
Teknisk utstyr	
Romkjøling	
Ventilasjonskjøling	
Sum	

3.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra 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:

	Referansebygg	Prosjekttert 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	6,4	3,7	43 %	3,2	51 %		
Varme	6,0	2,1	66 %	1,8	70 %		
Kjøling	0,0	0,0	-	0,0	-		
Total	12,4	5,7	54 %	4,9	60 %		

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

	Referansebygg	Prosjekttert 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	65,6	37,5	43 %	32,4	51 %		
Varme	61,2	21,0	66 %	18,1	70 %		
Kjøling	0,0	0,0	-	0,0	-		
Total	126,8	58,5	54 %	50,5	60 %		

Klimagassreduksjonen er 60 % fra referansebygget til «som bygget», hvorav hovedårsaken til nedgang i klimagassutslipp er at varmepumpen dekker 90 % av oppvarmingsbehovet og gir mer gratis energi enn en 60/40 fordeling som referansebygget er beregnet med, selvfølgelig i kombinasjon med passivhus-tiltak i bygningskroppen.

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 tidligfasemodulen til klimagassregnskap.no. Følgende størrelser er lagt til grunn:

- BYA: 4.698 m²
- BTA: 10.172 m²
- BTK: 1.356 m²

Det er bærekonstruksjon og dekker i betong med armering og konstruksjonsstål, som utgjør det største utslippet relatert til materialbruk. Det var derfor tidlig fokus på å benytte «lavkarbon»-betong, bubledeck og så høy som mulig resirkuleringsgrad av konstruksjonsstålet som mulig. Det så også ut som gips-platene fikk et høyt utslipp, samt EPS-isolasjonen i grunnen rundt bygget. Det var disse materialene som fikk størst fokus når prosjektet gikk inn i prosjekteringsfasen.

Tabell 4.1: Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for referansebygg for både skolebygg og idrettsbygg.

Bygningsdel	Oppbygging (hovedelementer)	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Bærekonstruksjon	Plasstøpt betong, konstruksjonsstål i jomfruelig stål, resirkulert armeringsstål	4,5	33 %
Isolasjon (alle elementer)	Glava, lecakuler og EPS	2,6	19 %
Innvendige overflater	Gips (2 lag), og gips i himling	0,5	4 %
Membraner og tettesjikt		0,0	0 %
Gulv/ dekker	Betongdekker, ellers hovedsakelig linoleum, terrazzo og parkett	4,2	30 %
Utvendig vegg (fasader)	Teglforblending og noe trepanel	2,0	14 %
Sum Utslipp fra materialer		13,8	

4.1.2. Prosjektert bygg

Når vi utarbeidet det prosjekterte klimagassregnskapet for materialer, så var det få som hadde gjort øvelsen tidligere og få andre prosjekter å etterspørre informasjon om hvordan dette ble beregnet. Muligheten for å lage et referansebygg i verktøyet «Klimagassregnskap.no» var ikke tilgjengelig, og vi fikk hentet inn CO₂-faktorer på ulike materialer fra Civitas. Siden «Klimagassregnskap.no» ikke ga mulighet til å legge inn alle vurderte klimagass tiltak i regnskapet, så ble det utarbeidet et klimagassregnskap i et eget excel-ark.

Den største endringen på klimagassutslippet fra referansebygg til prosjektert er «Lavkarbon»-betongen som ble benyttet, bubbledeck og resirkulert konstruksjonsstål. Det fantes ikke en EPD på «lavkarbon»-betongen, slik at det ble innhentet tall fra rådgivere. Bubbledeck hadde heller ingen EPD på dette tidspunktet, men det ble i de prosjekterte beregningene for dekker redusert mengde betong med 25 %. Utslipps-faktorene for «Lavkarbon»-betong og resirkulert stål viste seg å være svært konservativt anslått, når det endelige klimagassregnskapet ble beregnet.

Det ble i prosjekteringen vurdert Glasopor istedenfor lecakuler, og det ble innhentet EPDer på begge produktene. Det viste seg at Glasopor hadde noe høyere utslipp per tonn enn lecakuler, og dermed ble dette ikke vurdert som aktuelt å benytte. Tilsvarende ble det regnet på bruk av Foamglas isteden for EPS, men dette ga også ingen reduksjoner. Det ble der i mot innhentet EPD på EPS som gjorde at klimagassutslippet fra EPS per tonn var lavere enn utslippet fra Foamglas per tonn.

Det ble lagt inn naturstein som erstatning for teglstein, men vi hadde ingen gode EPDer på natursteinen så dette gav liten reduksjon i regnskapet.

Mengdene med innvendige plater ble justert opp med 45 % pga to-lag på innvendige vegger, og ga et noe økt utslipp ift referansebygget på innvendige overflater, til tross for tiltaket med limte treplater.

Totalt (både fro skolebygg og idrettsbygg) så klarte vi i prosjekteringsfasen kun å redusere utslippet fra materialer med 17 % sammenlignet med referansebygget.

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.]
Bærekonstruksjon	«Lavkarbon»-betong og resirkulert konstruksjonsstål og armeringsstål	3,7	32 %
Isolasjon (alle elementer)	Glava, Glasopor, Foamglas og EPS	1,7	15 %
Innvendige overflater	Gips og limte treplater, treullsementplater i himling	1,7	15 %
Membraner og tettesjikt		0,0	0 %
Gulv/ dekker	«Lavkarbon»-betong og bubbledeck	2,8	25 %
Utvendig vegg (fasader)	Naturstein og trepanel	1,5	13 %
Sum Utslipp fra materialer		11,4	

4.1.3. «Som bygget»

Bjørnsletta skole ble ferdigstilt til skolestart i august 2014, hvor skolebygget ble tatt umiddelbart i bruk.

Bubbledeck: Det ble benyttet bubbledeck i dekket over idrettsbygg og administrasjonsbygg, samt i etasjeskillene oppover i etasjene. Bubbledeck er plast-baller armert fast i et tynt betongdekke. Det ble innhentet EPD for hele denne bubbledeck-konstruksjonen. Bruk av bubbledeck muliggjorde reduserte mengder betong. Det er vanskelig å si nøyaktig hvor mye vi har fått redusert mengdene med betong i prosjektet ved bruk av bubbledeck, da de reelle betongmengdene var lavere enn de prosjekterte mengdene. På Bjørnsletta har vi redusert betongmengdene med 28 %.

Lavkarbonbetong: Det er benyttet lavkarbonbetong kl.B fra Norbetong, og her er det innhentet EPD. Prisforskjellen mellom kl.A og B var stor, mens forskjellen i klimagassutslippet var en reduksjon på 1% for utslippet fra materialer. Valget falt på lavkarbonbetong kl.B, som er standard resept som kan leveres fra alle betongfabrikker.

Resirkulert konstruksjonsstål: Det er benyttet to typer stål kvaliteter; varmvalsete bjelker og kaldformete hulprofiler.

Bjelkene fra BT Stål ble påsett at de er produsert i Vest-Europa, og dermed er 100 % skrapjern. Det som er produsert på verket i Polen er produsert av jomfruelig stål.

BT Stål har fått bekreftet fra sin leverandør at hulprofilene er produsert av minimum 80 % skrapjern. Vi har mottatt EPDer utarbeidet av Norsk Stålforbund for både varmvalsede bjelker og kaldformede hulprofiler.

Leca lettklinker: Det ble vurdert ulike typer tilbakefyllingsmateriale på Bjørnsletta skole, Leca lettklinker fra Weber mot Skumglass i bulk fra Glasopor. Det ble innhentet EPD på begge materialer hvor klimagassutslippet per tonn er på 252 kg CO₂/tonn for lettklinker Leca, og 292 kg CO₂/tonn for skumglass. Skumglass hadde også en høyere kompresjonsverdi (15-20 %) enn Leca (5 %), som medførte også behov for større mengder skumglass enn Leca. Totalt for prosjektet ga dette en differanse i klimagassutslippet på 10 %. Prosjektet konkluderte dermed at Leca lettklinker hadde et lavere klimagassutslipp enn skumglass.

EPS: Det ble vurdert i prosjektet å redusere mengdene med EPS til fordel for andre materialer som Foamglas, spesielt til isolasjon på tak mellom skolebyggene samt tak på idrettshall. Det ble dermed gjort en vurdering av følgende isolasjonsmaterialer: EPS, XPS, Foamglas og markplater fra Rockwool.

	kg CO ₂ /m ³	tonn CO ₂	
Foamglas (T4+)	129	104,5	Ingen EPD på denne typen Foamglas, så det er beregnet. Utslippsfaktoren inkluderer også bruk av Bitumen.
EPS	62	47,3	
XPS	147	111,5	Generelle EPDer, ikke fra benyttet produsent
Rockwool	159	121,0	

Ved sammenstilling av klimagassutslippene også totalt for prosjektet, så er utslippene fra EPS betraktelig lavere enn Foamglas. Her var de generiske tallene fra EPS fire ganger høyere enn det som stod i EPDen. Det ble også gjort en beregning av U-verdiene fra de ulike isolasjonsmaterialene, men her var differansen liten og ubetydelig for energiberegningene. EPS ble valgt som isolasjonsmateriale.

Accoya - trekledning: Det ble i prosjektet gjort en vurdering av valg av fasademateriale på Bjørnsletta skole. I et beslutningsmøte ble Accoya vurdert opp mot bla. furu, Kebony, pussplater, og Steni-plater. Det ble lagt vekt på klimagassutslipp, vedlikeholdsbehov, det arkitektoniske uttrykket, samt naboenes og kommunens forventninger til skolens utseende. På bakgrunn av vurderingene og diskusjonene så falt valget på Accoya, slik det var beskrevet i forprosjektet. Accoya var trekledningen med høyest klimagassutslipp, men det var lavere enn pussplater og Steni-plater. Accoya ble vurdert som den trekledningen med lengst levetid, og med antitagging-behandling som den mest robuste løsningen.

Mineralullplater i himling: Det var prosjektert med treullsementplater i himlingen, med tro om at dette ville redusere klimagassutslippet fra materialene. Dette ble i prosjektet sammenlignet med mineralullplater både med tanke på klimagassutslipp og akustiske egenskaper. Det var ikke mulig å få EPDer på materialene, slik at det ble benyttet verdier fra www.greenspec.co.uk. Treullsementplaten

fra Troldekt kunne ikke vise til absorpsjonsklasse A iht akustikkrådgiver fra Brekke & Strand, og det var dermed behov for en pålimt 20 mm mineralullplate over treullsementplaten. Dette medførte at denne typen himlingsplate ble tung og endte opp med et klimagassutslipp som lå 42% høyere enn mineralullplater. Mineralullsplater ble valgt løsning.

Robust gips: Gips så ut til å få et betydelig klimagassutslipp og det ble i prosjekteringen lagt inn innvendige limte treplater (Dold) som et klimagasstiltak. Det var ikke mulig å finne en EPD på produktet, så det ble benyttet verdier fra ICE klimagasstabell. Det viste seg at 3-lags limte treplater hadde et klimagassutslipp som lå dobbelt så høyt som EPDene på gipsplater viste. I tillegg så må platene brannbehandles. Dermed ble det en miljømessig bedre løsning å velge robuste gipsplater på innvendige vegger. Det er også redusert på mengdene av gips i bygget, hvor mange av overflatene i administrasjonsbygget ikke er kledd med gips, men består av eksponert betong overflater.

Tabell 4.3: Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for bygget slik det ble oppført.

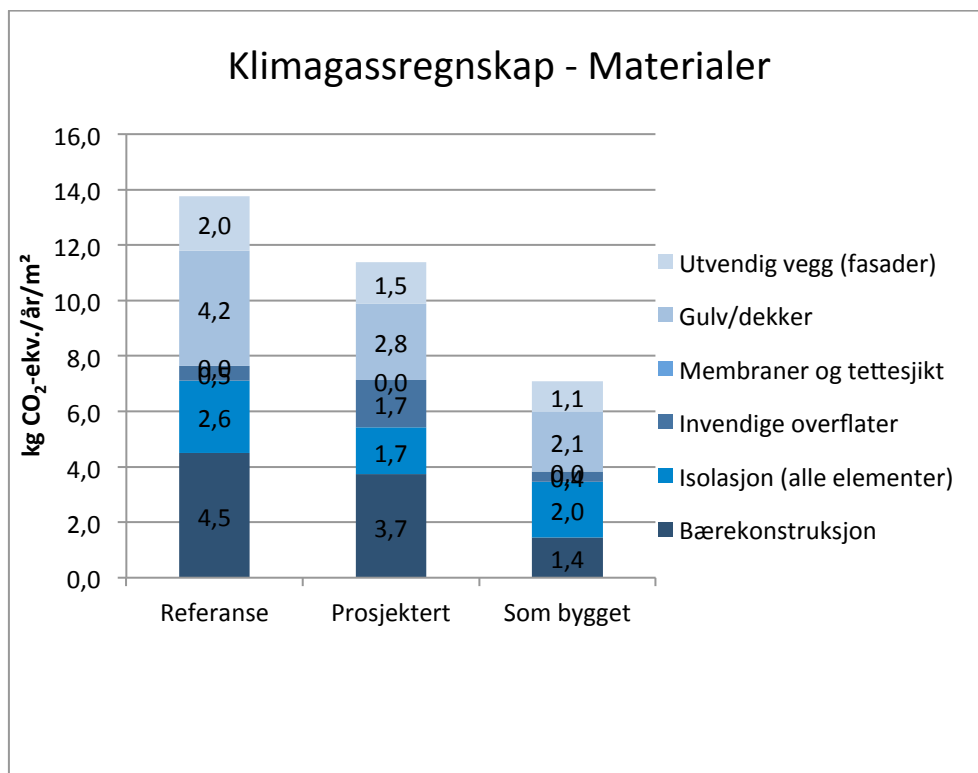
Bygningsdel	Oppbygging	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Bærekonstruksjon	Lavkarbon betong kl.B - Norbetong, og 70% resirkulert stål	1,4	20 %
Isolasjon (alle elementer)	Rockwool, Leca, EPS Sundolitt, og Glava i himlingsplater	2,0	29 %
Innvendige overflater	Gips, fibergips og robust gips Eksponert betong, mineralullsplater i himling	0,4	6 %
Membraner og tettesjikt		0,0	0 %
Gulv/ dekker	Lavkarbon betong kl.B, Bubledeck, linoleum og sportsgulv	2,1	30 %
Utvendig vegg (fasader)	Accoya og naturstein	1,1	15 %
Sum Utslipp fra materialer		7,1	

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 17 % for prosjektert og 49 % for som bygget. Det er ingen endringer i materialbruk fra "som bygget" til "i drift".



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

Tabell 5.4: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel for ulike prosjektfaser:

	Referansebygg	Prosjekttert 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
Bærekonstruksjon	4,5	3,7	17 %	1,4	68 %
Isolasjon (alle elementer)	2,6	1,7	34 %	2,0	22 %
Innvendige overflater	0,5	1,7	219 % (økning)	0,4	29 %
Membraner og tettesjikt	0,0	0,0	-	0,0	-
Gulv/ dekker	4,2	2,8	34 %	2,1	49 %
Utvendig vegg (fasader)	2,0	1,5	23 %	1,1	43 %
Total	13,8	11,4	17 %	7,1	49 %

Tabell 5.5: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel pr. person for ulike prosjektfaser:

	Referansebygg	Prosjekttert bygg		"Som bygget"	
	kg CO ₂ -ekv./person/år	kg CO ₂ -ekv./person/år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./person/år	% red saml. med ref
Bærekonstruksjon	32,2	26,4	18 %	5,7	82 %
Isolasjon (alle elementer)	31,4	25,6	19 %	24,9	21 %
Innvendige overflater	11,6	21,9	88 % (økning)	7,1	39 %

Membraner og tettesjikt	9,1	3,6	61 %	4,8	47 %
Gulv/ dekker	42,7	28,2	34 %	21,9	49 %
Utvendig vegg (fasader)	13,9	10,9	21 %	8,1	42 %
Total	140,9	116,5	17 %	72,5	49 %

Det største bidraget av klimagassutslipp i bygget er bærekonstruksjon og dekker i betong og stål. I referansebygget utgjorde disse materialene ca. 60 % av utslippet, og fikk dermed stor fokus med tanke på å redusere klimagassutslippet i prosjektet.

Innvendige overflater har også gått igjennom en prosess hvor utslippet fra gips lå på et forholdsvis høyt nivå i referansebygget, men det var bare lagt inn ett lag med gips. I det prosjekterte bygget ble det lagt inn to lag med innvendige plater, hvorav ett lag med gips og ett lag med limte treplater. Dette resulterte i en stor økning av klimagassutslippet, og det ble dermed gjort endringer i prosjektet. Resultatet ble to lag med gips på innvendige vegger, innside av yttervegg er kun kledd med ett lag robust gips. Det er også mye eksponert betong på innvendige vegger i administrasjonsdelen av bygget. Dette resulterte i at vi fikk redusert utslippet med 29 % på denne bygningsdelen.

TRANSPORT

4.3. Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater

Forutsetninger for hvert av beregningsalternativene er gitt i de påfølgende avsnittene. Det er gjort separate klimagassberegninger for elevene og de ansatte på skolen, da reisemønsteret er svært ulikt for disse gruppene. Beregningene er gjort for skolebygget og brukerne av bygget. Det er ikke utført beregninger for bruken av idrettshallen utenom skoletid.

4.3.1. Referansebygg

Beregningene av transporten fra de **ansatte** på skolen har følgende forutsetninger for referanseberegningene:

Forutsetninger:

- Antall ansatte: 86 ansatte
- Standard turproduksjon, hastigheter og andel skinnegående kollektivtransport for valgte kommune(type). Tallene er hentet fra klimagassregnskap.no.
- Transportmiddelfordeling: Ansattes reiser er vektet fordi de er bosatt dels i Omegn til Oslo og dels i Oslo. I TØI rapport 1154/2011 oppgis dette til andelene 28 / 72.
- Ingen påvirkning av reisemiddelfordeling ved parkeringstilgang

Tabell 5.1a: Transportmiddelfordeling for referansebygg - ansatte

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	19 %	28 %	53 %
Tjeneste	28 %	17 %	55 %
Innkjøp og service	40 %	9 %	52 %
Annet	37 %	6 %	57 %

Beregningene av transporten av **elevene** på skolen har følgende forutsetninger for referanseberegningene:

Forutsetninger:

- Antall elever: 790 elever
- Standard turproduksjon, hastigheter og andel skinnegående kollektivtransport for valgte kommune(type). Tallene er hentet fra klimagassregnskap.no.
- Vi har hentet reisevanedata for skolereiser i Oslo fra RVU 2009. Det er vektet for elever eldre enn 13 år (8-10) og yngre enn 13 år (1-7).
- Ingen påvirkning av reisemiddelfordeling ved parkeringstilgang

Tabell 5.1b: Transportmiddelfordeling for referansebygg - elever

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Annet	78 %	18 %	4 %

Beregningene av transporten relatert til bruk av **idrettsbygget** på skolen har følgende forutsetninger for referanseberegningene:

Forutsetninger:

- Idrettsbygget er to gymsaler uten stor tribune plass. Det er antatt at salene i hovedsak brukes om kveldene og bare sporadisk i helgene. 2 spilleflater med plass til 10

personer på hver, 4 partier per kveld. Det gir omlag 80 andre brukere per gjennomsnittskveld.

- Turproduksjon: 2 turer/bruker/døgn.
- Reisevanene er antatt å være de samme som for ansatte ved skolen. Øvrige betingelser også som for ansatte. Dette er en usikker vurdering og det er lite erfaringstall å finne.
- Ingen påvirkning av reisemiddelfordeling ved parkeringstilgang

Tabell 5.1b: Transportmiddelfordeling for referansebygg - elever

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Annet	19 %	28 %	53 %

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

Klimagassutslipp	kg CO ₂ -ekv/m ² /år
Bil	5,0
Kollektiv – buss	1,4
Kollektiv – skinnegående	0,1
Varetransport	1,5
Sum	7,9

4.3.2. Prosjektert bygg

Beregningene av transporten fra de **ansatte** på skolen har følgende forutsetninger for de prosjekterte beregningene:

Forutsetninger:

- Antall ansatte: 86
- Standard turproduksjon
- Transportmiddelfordeling er basert på lokal RVU utført av Norsam datert 20.03.2014. Data hentet fra denne og tilpasset til klimagassregnskapets inndatabehov (vektning av sommer og vinter til hele året). Reiselengder og andel skinnegående er også hentet fra denne undersøkelsen.
- Ansattes parkering: Besvarelsen som er gitt på reisevanene til/fra arbeidet gir 47% p-dekning. Det er kun prosjektert 12 p-plasser for fossildrevne biler. Det er en dekning på 14%. Det er en endring i p-faktor på 70% og vi setter p-dekningen til 0,3 i modellen. Da har vi sikret at det ikke blir beregnet dobbel effekt av redusert p-tilgang. De reisende overføres med 10% til bilpassasjer, 45% til gang-sykkel og 45% til kollektiv.

Tabell 5.3a: Transportmiddelfordeling når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt - ansatt

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	34 %	52 %	14 %
Tjeneste	28 %	17 %	55 %
Innkjøp og service	40 %	9 %	51 %
Annet	37 %	6 %	57 %

Beregningene av transporten av **elevene** på skolen har følgende forutsetninger for prosjektert bygg:

Forutsetninger:

- Antall elever: 790
- Standard turproduksjon
- Det er benyttet reisevanedata fra lokal RVU gjennomført av Norsam blant 8.-10.klassinger. undersøkelsen hadde høy svarprosent. Resultatene samsvarer godt med skolereiser i Oslo fra RVU 2009, men med noe høyere bil/drosje-andel enn snittet for Oslo. Det er valgt å ikke gjennomføre noen vekting med elever fra 1.-7. klasse. Man kan anta både større bilkjøring av disse og større gåandel på grunn av mindre skolekrets. Disse effektene kan antas å oppveie hverandre.
- Ingen påvirkning av reisemiddelfordeling ved parkeringstilgang

Tabell 5.3b: Transportmiddelfordeling når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt - elever

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Annet	67,2 %	25 %	7,5 %

Beregningene av transporten relatert til bruk av **idrettsbygget** på skolen har følgende forutsetninger for prosjektert bygg:

Forutsetninger:

- Antall brukere: 80
- Turproduksjon: 2 turer/bruker/døgn
- Reisevanene til andre brukere av idrettsbygget tar utgangspunkt i de skoleansattes reisevaner. Dette er en usikker vurdering og det er lite erfaringstall å finne.

Tabell 5.1b: Transportmiddelfordeling for referansebygg - elever

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Annet	25 %	43 %	31 %

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

Klimagassutslipp	Areal spesifikt utslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
Bil	3,5
Kollektiv – buss	2,1
Kollektiv – skinnegående	0,2
Varetransport	1,5
Sum	7,2

4.3.3. «Som bygget»

Her er det ingen endring i forhold til prosjekterte beregninger.

4.3.4. «I drift» (etter 2 år)

- Antall ansatte, bosatte, andre brukere

- Standard turproduksjon (antall turer per person per døgn hentes fra klimagassregnskap.no)
- 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

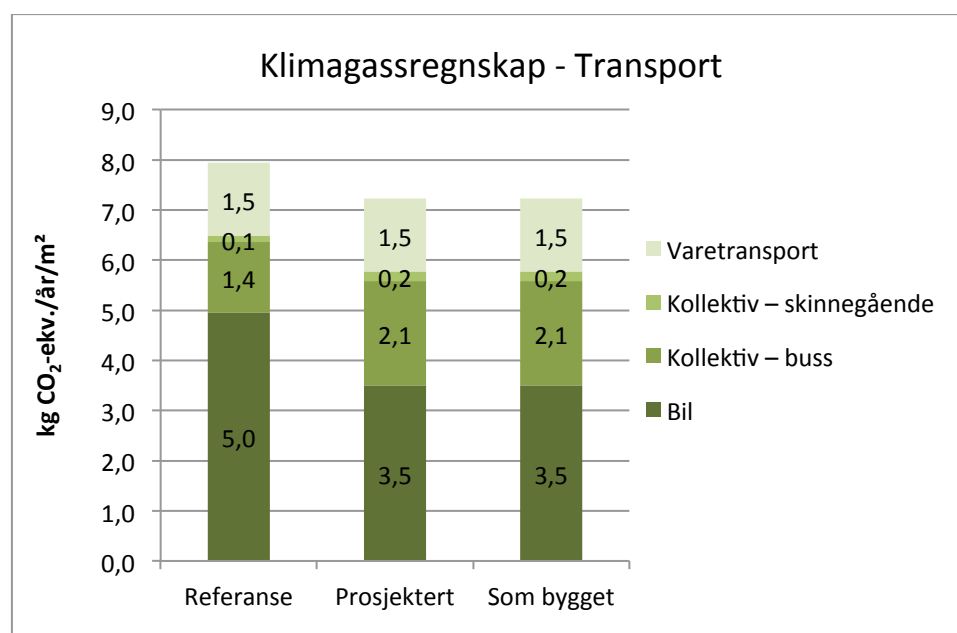
Transportmiddelfordeling (% av alle reiser per dag)	Gang/sykkkel	Kollektiv	Bil
Arbeid			
Tjeneste			
Innkjøp og service			
Annet			

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	

4.4. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra transport

Beregningen viser at man oppnår en reduksjon av klimagassutslipp på 9 % ved de tiltak som er gjennomført for transport.



Figur 11: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport på Bjørnsletta skole

Tabell 5.7: Fordeling av beregnede klimagassutslipp per areal for transport for Bjørnsletta

	Referansebygg	Prosjektert bygg		"Som bygget"		"i drift"	
	kg CO ₂ - ekv./år/m ²	kg CO ₂ - ekv./år /m ²	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv./år /m ²	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv./år /m ²	% red saml. med ref
Bil	5,0	3,5	30 %	3,5	30 %		
Kollektiv – buss	1,4	2,1	49 % (økning)	2,1	49 % (økning)		
Kollektiv – skinnegående	0,1	0,2	49 % (økning)	0,2	49 % (økning)		
Varetransport	1,5	1,5	-	1,5	-		
Sum	7,9	7,2	9 %	7,2	9 %		

Tabell 5.8: Fordeling av beregnede klimagassutslipp per person for transport for Bjørnsletta

	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	50,8	35,8	30 %	35,8	30 %		
Kollektiv – buss	14,3	21,3	49 % (økning)	21,3	49 % (økning)		
Kollektiv – skinnegående	1,3	2,0	49 % (økning)	2,0	49 % (økning)		
Varetransport	15,0	15,0	-	15,0	-		
Sum	81,3	74,0	9 %	74,0	9 %		

Det ble gjennomført en Reisevaneundersøkelse på de eksisterende ungdomsskoleelevene og lærere ved Bjørnsletta skole. Undersøkelsen hadde fokus på trafikksikkerhetstiltak for elevene, og på bakgrunn av denne ble det gjennomført følgende tiltak:

- etablert et fortau på hovedveien inn til skolen
- etablert en ny gangsti på nordsiden av skolen
- og rustet opp gangsti øst for skolen

Reisevaneundersøkelsen viser også følgende reisemønster for de ansatte og ungdomsskole elevene som deltok i undersøkelse.

Ansatte:

Transportmiddel	Sommer	Vinter
Går/sykler	32 %	13 %
Kollektiv	35 %	46 %
Bil	33 %	41 %

Elever:

Transportmiddel	Sommer	Vinter
Går/sykler	75 %	63 %
Kollektiv	20 %	28 %
Bil	5 %	9 %

Det vil bli gjennomført en ny reisevaneundersøkelse blant lærere og elever på den nye Bjørnsletta skole, når skolen alle elever er på plass.

VEDLEGG

Vedlegg 1: Underlag beregninger for energi

- Referansebygg:
 - ingen vedlegg
- Prosjektert bygg:
 - Prosjekterte energiberegninger skolebygg og idrettsbygg
 - Kuldebro-regnskap
- «Som bygget»:
 - PH beregninger skolebygg og idrettsbygg
 - Tetthetskontroll – hele bygget

Vedlegg 2: Underlag beregninger for materialer

- Referansebygg:
 - Se regnearket under prosjektert – eget regneark benyttet
- Prosjektert bygg:
 - Klimagassberegninger – Bjørnsletta skole
- «Som bygget»:
 - EPDer benyttet i klimagassregnskapet

Vedlegg 3: Underlag beregninger for transport

Legg for hver prosjektfase ved opplysninger om:

Turproduksjon for ansatte og andre brukere:

Referanse – ansatte

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

Reisemiddelfordeling

	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	19 %	28 %	53 %
Tjeneste	28 %	17 %	55 %
Private ærend	40 %	9 %	52 %
Annet	37 %	6 %	57 %

Kjørehastighet i vegnett

56 % under 50 km/t
44 % over 50 km/t

Gjennomsnittlig reiselengde

14.2 bil (km)
13.8 kollektivt (km)

Bil- og bussbelegg

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

Andel skinnegående kollektivtransport

16 % av personkm

Referanse – elever

Antall reiser/turer per dag per bruker av bygget

Turer/person/døgn

Andre brukere

Reisemiddelfordeling

	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Annet	78 %	18 %	4 %

Kjørehastighet i vegnett

% under 50 km/t

% over 50 km/t

Gjennomsnittlig reiselengde

bil (km)

kollektivt (km)

Bil- og bussbelegg

bilbelegg (gj.sn. ant. personer pr bil)

bussbelegg (gj.sn. ant. personer pr buss)

Andel skinnegående kollektivtransport

% av personkm

 Lagre og beregn

Referanse – idrettsbygg

Antall reiser/turer per dag per bruker av bygget

Turer/person/døgn

Andre brukere

Reisemiddelfordeling

	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Annet	19 %	28 %	53 %

Kjørehastighet i vegnett

% under 50 km/t

% over 50 km/t

Gjennomsnittlig reiselengde

bil (km)

kollektivt (km)

Bil- og bussbelegg

bilbelegg (gj.sn. ant. personer pr bil)

bussbelegg (gj.sn. ant. personer pr buss)

Andel skinnegående kollektivtransport

% av personkm

Prosjektert bygg – ansatte

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

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

45 Flere gående og syklende

45 Flere kollektivreiser

Utgangspunkt

	Gang/sykel	Kollektiv	Bil
Arbeid	22.5 %	40.5 %	37 %
Tjeneste	28 %	17 %	55 %
Innkjøp og service	40 %	9 %	52 %
Annet	37 %	6 %	57 %

Resultat

	Gang/sykel	Kollektiv	Bil
Arbeid	34 %	52 %	14 %
Tjeneste	28 %	17 %	55 %
Innkjøp og service	40 %	9 %	51 %
Annet	37 %	6 %	57 %

Prosjektert bygg – elever

Antall reiser/turer per dag per bruker av bygget

	Turer/person/døgn
Andre brukere	0.83

Påvirkning av reisemiddelfordeling - Parkering

Tilpasningsfaktor, parkering

1

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

15 Flere gående og syklende

75 Flere kollektivreiser

Utgangspunkt

	Gang/sykel	Kollektiv	Bil
Annet	67.5 %	25 %	7.5 %

Resultat

	Gang/sykel	Kollektiv	Bil
Annet	68 %	25 %	8 %

Referanse – idrettsbygg

Antall reiser/turer per dag per bruker av bygget

Andre brukere

Turer/person/døgn

2

Påvirkning av reisemiddelfordeling - Parkering

Tilpasningsfaktor, parkering

0.30

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

45 Flere gående og syklende

Utgangspunkt

	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Annet	22.5 %	40.5 %	37 %

Resultat

	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Annet	25 %	43 %	31 %