

BRYNSENG SKOLE

KLIMAGASSBEREGNING



Foto: Undervisningsbygg Oslo KF

Fase	Utarbeidet	Rev1	Rev2	Rev3
Forprosjekt				
Ferdigstillelse «Som bygget»	29.1.2018 EE	26.2.2019 ES		
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. SKOLEFUNKSJONEN - FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER.....	7
3.1.1. Referansebygg - Skolebygg	7
3.1.2. Prosjektert bygg - Skolebygg	7
3.1.3. «Som bygget» - Skolebygg.....	8
3.1.4. «I drift» (etter 2 år)	8
3.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE FOR SKOLEBYGG – UTSLIPP FRA ENERGIBRUK	8
3.3. PROSJEKTFASER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER - FLERBRUKSHALL.....	9
3.3.1. Referansebygg - Flerbrukshall	9
3.3.2. Prosjektert bygg - Flerbrukshall.....	10
3.3.3. «Som bygget» - Flerbrukshall	11
3.3.4. «I drift» (etter 2 år) – Flerbrukshall	11
3.4. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – FLERBRUKSHALL	11
3.5. KLIMAGASSREDUKSJONER ENERGIBRUK SAMLET FOR SKOLEBYGG OG FLERBRUKSHALL.....	13
4. MATERIALER.....	14
4.1. BEREGNINGSALTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	14
4.1.1. Referansebygg.....	14
4.1.2. Prosjektert bygg	15
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 – SKOLEBYGG	18
5.1. REFERANSEBYGG BARNESKOLE I OSLO UTEN SPESIELLE TILTAK	18
5.2. PROSJEKTERT BYGG BARNESKOLE BRYNSENG MED TILTAK	19
5.3. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA TRANSPORT FOR SKOLEN	21
5.4. REFERANSEBYGG FLERBRUKSHALL I OSLO UTEN SPESIELLE TILTAK	22
5.5. PROSJEKTERT BYGG FLERBRUKSHALL BRYNSENG MED TILTAK	24
5.6. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA TRANSPORT FOR FLERBRUKSHALLEN	25
5.7. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA TRANSPORT FOR SKOLEBYGG OG FLERBRUKSHALL	26
6. VEDLEGG	28
VEDLEGG 1: UNDERLAG BEREGNINGER FOR ENERGI	28
VEDLEGG 2: UNDERLAG BEREGNINGER FOR MATERIALER.....	28

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:

- Dokumentasjon av beregninger og beregningsresultater - klimagassreduksjonene
- 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.

Brynseng skole i Oslo kommune er et FutureBuilt-prosjekt og foreliggende rapport er dokumentasjon av beregnede klimagassutslipp for prosjektet og oppnådde reduksjoner sammenlignet med et referanseprosjekt. Rapporten utarbeides gjennom tre faser av prosjektet – forprosjekt/prosjektering, som bygget og etter 2 års drift.

Den foreliggende rapporten (26.2.2019) er rapportering av **referansebygg, prosjektert bygg og som bygget**.

Beregningene er utført av Civitas ved Elin Enlid (energibruk), Njål Arge (transport) og Eivind Selvig (materialer og samlet). Materialberegningene bygger på tidligere beregninger av Terje Andersen NCC Norge AS og underlag innsamlet av Bodil Motzke, Undervisningsbygg Oslo kommune.

Klimagassrapporter i ulike faser av prosjektet:

I **forprosjektfasen** (versjon 1) presenteres prosjektet ved:

- 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.

Som bygget (versjon 2) presenteres prosjektet ved en beregning som:

- bygger på beregnet energibruk (netto iht. NS 3031) og faktiske utslippsdata for valgte bygningsprodukter (fra EPD'er) i så stor grad som mulig. Transportutslipp er beregnet med grunnlag i mobilitetsplan for prosjektet.

I drift – etter 2 års drift (versjon 3) presenteres beregninger som:

- baseres på målt energi fordelt på ulike energiposter og med transportutslipp iht. gjennomført reisevaneundersøkelse for brukerne i bygget. Utslipp fra materialbruk er som tidligere beregning som bygget.

1. PROSJEKTBESKRIVELSE

Brynseng skole er en barneskole i bydel Østensjø, nord-øst i Oslo. Skolen har fire paralleller for elever fra 1.–7. trinn med plass til 840 elever og anslagsvis 110 ansatte. Å bygge et nesten nullenergibygg har vært det overordnede miljø- og energimålet i prosjektet. For å oppnå dette er det i tillegg til en varmepumpe med brønnpark montert bygningsintegrerte solceller i den sørvendte fasaden.

Flerbrukshallen på toppen av skolebygget har en gjennomskinnelig fasade i et godt isolerende materiale.

T-bane, buss og tog med holdeplasser er i umiddelbar nærhet, noe som betyr en enkel og trygg adkomst med offentlig transport både for elever og ansatte. Mellom skolebygg og T-bane er det bygd et nytt sykkel- og gangfelt. Det er ingen parkeringsplasser på skolens område.

Prosjektet har fått støtte fra Enova på 4,5 MNOK gjennom programmet "Energieffektive nybygg". Solcellene er tilpasset slik at produksjonen er størst når skolen har et reelt energibehov.

Skolebygget har et oppvarmet bruksareal på 7.972 m², mens flerbrukshallen har et oppvarmet bruksareal på 2.753 m², totalt 10.725 m². Utbygger er Undervisningsbygg Oslo KF, og Arkitekter har vært HRTB Arkitekter AS og Bjørbeek og Lindheim AS.

1.1. Beregningsprogram for klimagassberegninger

Følgende beregningsmodeller er anvendt:

- Simien og klimagassregnskap.no for energi
- ISY Calcus versjon 7.3 og klimagassregnskap.no versjon 5.0 for materialer
- Klimagassregnskap.no for transport

2. HOVEDRESULTATER OG SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVER

Det er beregnet både et **standard referansebygg** og et **tilpasset referansebygg**. Det tilpassede ligger tett opp til prosjektert når det gjelder geometri og materialmengder, men med standard utvalg av materialer.

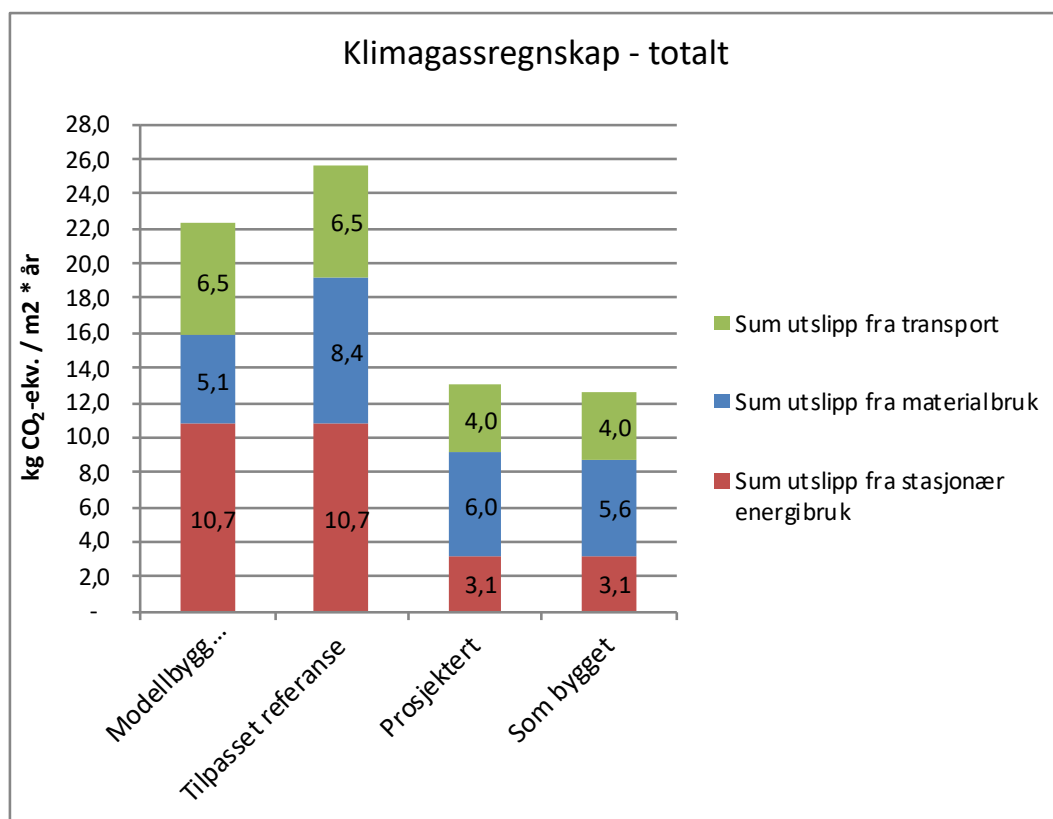
Prosjektets totale klimagassutslipp sammenlignet med «tilpasset referansebygg» er for «prosjektert bygg» redusert med 49 prosent og for «som bygget» redusert med 51 prosent. Klimagassutslippet for prosjektet «som bygget» er beregnet til **12,7 kg CO₂-ekv./m²*år**, og **128 kg CO₂-ekv./person*år**. Totalt for bygget er det **8.105 tonn CO₂-ekv.** over livsløpet **135 tonn CO₂-ekv./år**.

Figur 2.1 viser hovedresultatene for Brynseng skole med ca 50 prosents reduksjon sammenlignet med tilpasset referansebygning. Tabell 2.1 og 2.2 viser reduksjonene for alternativene vist for henholdsvis materialbruk, stasjonær energibruk til drift av bygget og person- og varetransport i driftsfasen.

Tiltakene som er implementert i prosjektet har ført til at utslippet «som bygget» er omlag 50 prosent lavere enn referanseprosjektet (tilpasset referanse) og omlag 45 prosent lavere enn standard referanseprosjekt.

Tiltakene som har gitt de lave utslippene (reduksjonene sammenlignet med referansebygg) er i hovedsak:

- Sentral lokalisering ved et knutepunkt for kollektivtransport samt ingen parkeringsplasser for ansette eller besøkende
- Energiforbruk redusert fra TEK10 til passivhusnivå
- Egenproduksjon av energi – elektrisitet ved solceller i fasaden
- Egenproduksjon av energi – geotermiske brønner – 20 stk. 250 m dype – vann-vann.
- Materialtyper med lave utslipp, men først og fremst valg av produsenter med lavt klimagassutslipp i sin produksjon (lavt utslipp pr. m², pr. m³, pr.enhet)



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

Tabell 2.1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. år for Brynseng skole og flerbrukshall på totalt 10.725 m² (Skole 7.972 m² og Flerbrukshall 2.735 m²).

	Referansebygg	Tilpasset referanse	Prosjektert bygg	Som bygget
	[tonn CO ₂ / år]	[tonn CO ₂ / år]	[tonn CO ₂ / år]	[tonn CO ₂ / år]
Materialbruk	55	90	63	59
Stasjonær energi	115	115	34	34
Transport	69	69	43	43
Total	239	275	140	135
Reduksjon ifht. Tilpasset referansebygg	-	-	49%	51%
Reduksjon i fht. Standard referansebygg	-	-	41%	43%

Tabell 2.2: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. person¹ pr. år for Brynseng skole med 110 ansatte og 949 elever og andre brukere.

	Referansebygg	Tilpasset referanse	Prosjektert bygg	Som bygget
	[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	52	85	61	56
Stasjonær energi	109	109	32	32
Transport	65	65	40	40
Total	226	260	133	128
Reduksjon ifht. Tilpasset referansebygg	-	-	49%	51%
Reduksjon i fht. Standard referansebygg	-	-	41%	43%

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.

Beregningene for energibehov, -bruk og klimagassutslipp er splittet på de to funksjonene **skolebygg** (3.1) og **flerbrukshall** (3.2).

3.1. Skolefunksjonen - forutsetninger og delresultater

3.1.1. Referansebygg - Skolebygg

Som referansebygg er det lagt til grunn et skolebygg som har et netto energibehov iht. minimumskrav i Forskrift om tekniske krav til byggverk. Standard referansebygg = Tilpasset referansebygg for energibehov og bruk.

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).
- Referansebygget for skole har ikke kjølebehov.

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	58	100 % el	5,58
Varme	62	60 % varmepumpe 40 % elkjel	4,36
Kjøling	0	100 % lokal kjøling	
Sum	120	-	9,94

3.1.2. Prosjektert bygg - Skolebygg

Det prosjekterte bygget er planlagt oppført som passivhus. Byggets netto energibehov er beregnet ved hjelp av beregningsprogrammet Simien, se energibudsjett i tabell 3.2 (passivhusberegning). Beregningene viser at byggets netto energibehov er redusert med 53 prosent i forhold til rammekravet i teknisk forskrift.

Tabell 3.2: Energibudsjett – passivhusberegning – netto energibehov.

Energibudsjett		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	71732 kWh	9,0 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	33291 kWh	4,2 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	80338 kWh	10,1 kWh/m ²
3a Vifter	62487 kWh	7,8 kWh/m ²
3b Pumper	11576 kWh	1,5 kWh/m ²
4 Belysning	79278 kWh	9,9 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	70471 kWh	8,8 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	39484 kWh	5,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	448657 kWh	56,3 kWh/m ²

90 prosent av byggets varmebehov dekkes med vann-vann varmepumpe. Elektrokjel benyttes som spisslast. Videre har bygget en integrert solcellefasade på 1.100 m² mot sør. Solcellene har en beregnet produksjon på 105.000 kWh per år. I klimagassberegningene er solcelleproduksjonen fordelt mellom skolebygg og flerbrukshall iht. andel beregnet el-behov.

Byggets beregnede klimagassutslipp som prosjektert er 2,43 kg CO₂-ekv/m²/år, se tabell 3.3. Dette utgjør en reduksjon på 76 prosent i forhold til referansebygget.

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

Prosjektert bygg	Netto energibehov [kWh/m ² /år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
Elspesifikk energi	28	35 % fra solceller 65 % el fra nett	0,31
Varme	23	90 % VP 10 % elkjel	1,06
Kjøling	5	100 % lokal kjølig	1,06
Sum	56	-	2,43

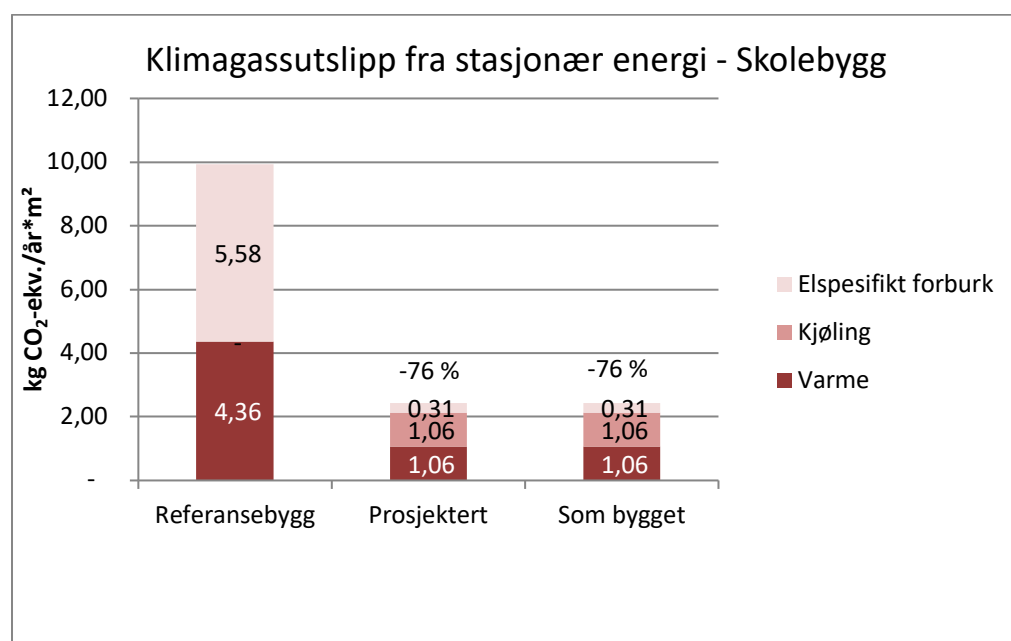
3.1.3. «Som bygget» - Skolebygg

Samme som «prosjektert»

3.1.4. «I drift» (etter 2 år)

Klimagassregnskap for bygget i reell drift kommer i neste versjon av rapporten.

3.2. Sammenligning av alternativene for Skolebygg – utslipp fra energibruk



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

Tabell 3.4: Fordeling av klimagassutslipp pr. energikategori for ulike prosjektfaser:

	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
Elspesifikk energi	44.450	2.483	94 %	2.483	94 %		
Varme	34.767	8.483	76 %	8.483	76 %		
Kjøling	0	8.483	-	8.483	-		
Total	79.217	19.400	76 %	19.400	76 %		

Tabell 3.5: Fordeling av klimagassutslipp pr. person (110 ansatt og 840 elever) pr. energikategori for ulike prosjektfaser:

	Referansebygg	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	47	3	94	3	94		
Varme	37	9	76	9	76		
Kjøling	0	9	-	9	-		
Total	84	20	76	20	76		

Klimagassreduksjonen er redusert med 76 % fra referansebygget til «prosjektert» og «som bygget»
Energiforbruket på skolen reduseres ved å bygge etter passivhus-standard.

90 prosent av oppvarming- og varmtvannsbehovet dekkes av varmepumpe (vann-vann, geotermiske brønner på egen tomt).

Integrerte solcellepaneler på 1100 m² på den sørvendte fasade vil kunne produsere elektrisitet på rundt 105.000 kWh per år. Solstrømmen vil dermed dekke rundt 25 prosent av behovet for elektrisk strøm. Flerbrukshallen som er plassert i 5. etasje har en fasade av okalux glass, som er både høyisolerende og gjennomskinnelig.

3.3. Prosjektfaser – forutsetninger og delresultater - Flerbrukshall

3.3.1. Referansebygg - Flerbrukshall

Som referansebygg er det lagt til grunn en idrettsbygning 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).
- Referansebygget har ikke kjøling.

Tabell 3.6: 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	44	100 % el	4,23
Varme	126	60 % varmepumpe 40 % elkjel	8,86
Kjøling	0	100 % lokal kjøling	0
Sum	170	-	13,09

3.3.2. Prosjektert bygg - Flerbrukshall

Det prosjekterte bygget er planlagt oppført som passivhus.

Byggets netto energibehov er beregnet ved hjelp av beregningsprogrammet Simien se, energibudsjett (passivhusberegning) i tabell 3.2 Beregningene viser at byggets netto energibehov er redusert med 38 % i forhold til rammekravet i teknisk forskrift.

Tabell 3.7: Energibudsjett. Beregnet netto energibehov.

Energibudsjett		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	41096 kWh	14,9 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	22918 kWh	8,3 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	139333 kWh	50,4 kWh/m ²
3a Vifter	20107 kWh	7,3 kWh/m ²
3b Pumper	7082 kWh	2,6 kWh/m ²
4 Belysning	40328 kWh	14,6 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	7332 kWh	2,7 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonsskjøling (kjølebatterier)	13018 kWh	4,7 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	291214 kWh	105,3 kWh/m ²

90 % av byggets varmebehov dekkes med vann-vann varmepumpe. Elektrokjel benyttes som spisslast. Videre har bygget en integrert solcellefasade på 1100 m² mot sør. Solcellene har en beregnet produksjon på 105.000 kWh. I klimagassberegningene er solcelleproduksjonen fordelt mellom skolebygg og flerbrukshall iht. andel beregnet elbehov.

Byggets beregnede klimagassutslipp som prosjektert er 5,22 kg CO₂-ekv/m²/år, se tabell x. Dette utgjør en reduksjon på 60 % i forhold til referansebygget.

Tabell 3.8: Oversikt over energibehov, energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for prosjektert bygg.

Prosjektert bygg	Netto energibehov [kWh/m ² /år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
Elspesifikk energi	27	35 % fra solceller 65 % el fra nett	1,7
Varme	73	90 % VP 10 % elkjel	3,34
Kjøling	5	100 % lokal kjølig	0,18
Sum	105	-	5,22

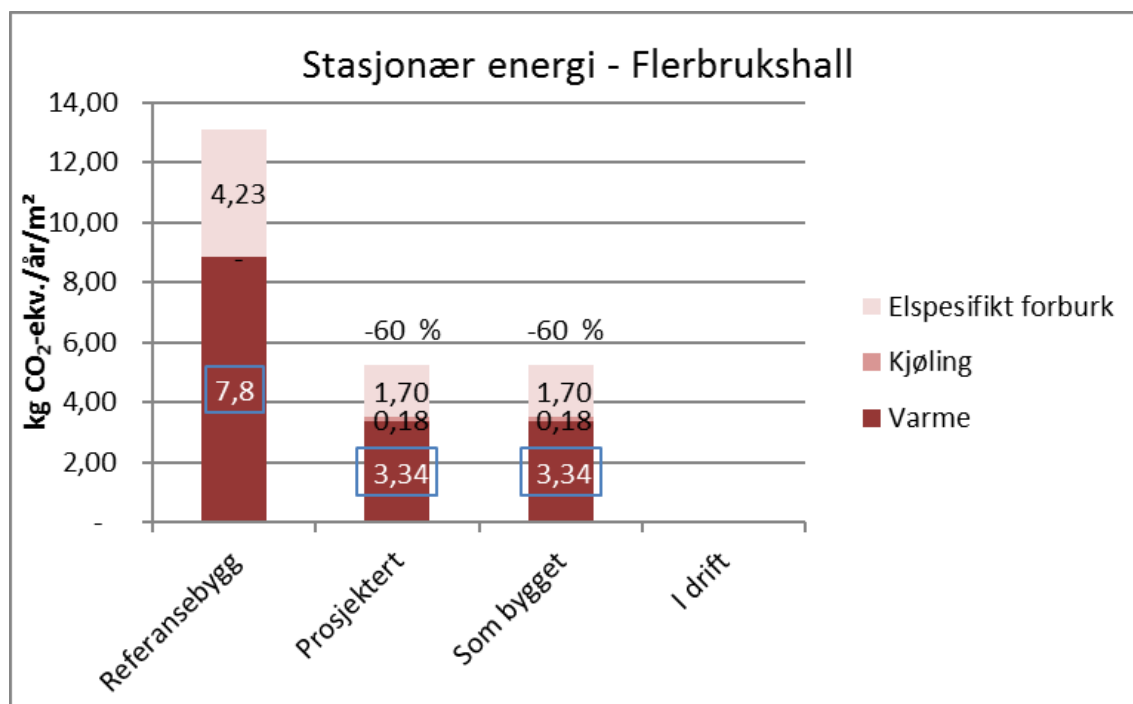
3.3.3. «Som bygget» - Flerbrukshall

Samme som «prosjektert».

3.3.4. «I drift» (etter 2 år) – Flerbrukshall

Klimagassregnskap for bygget i reell drift kommer i neste versjon av rapporten.

3.4. Sammenligning av alternativene – Flerbrukshall



Figur 3.2: Beregnede klimagassutslipp for energi, fordelt på formål; varme, kjøling og elspesifikt.

Tabell 3.9: 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	11.650	4.683	60 %	4.683	60 %		
Varme	24.400	9.200	62 %	9.200	62 %		
Kjøling	-	500	-	500	-		
Total	36.050	14.383	60 %	14.383	60 %		

Tabell 3.10: Fordeling av klimagassutslipp pr. person (109 brukere) 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	107	43	60 %	43	60 %		
Varme	224	84	62 %	84	62 %		
Kjøling	-	5	-	5	-		
Total	331	132	60 %	132	60 %		

Klimagassreduksjonen er redusert med 60 prosent fra referansebygget til «prosjektert» og «som bygget».

Også for denne flerbrukshallen er det prosjekterte bygget mer energieffektivt enn rammekravet tilsier. Flerbrukshallen som er plassert i 5. etasje har en fasade av okalux glass, som er både høyisolerende og gjennomskinnelig.

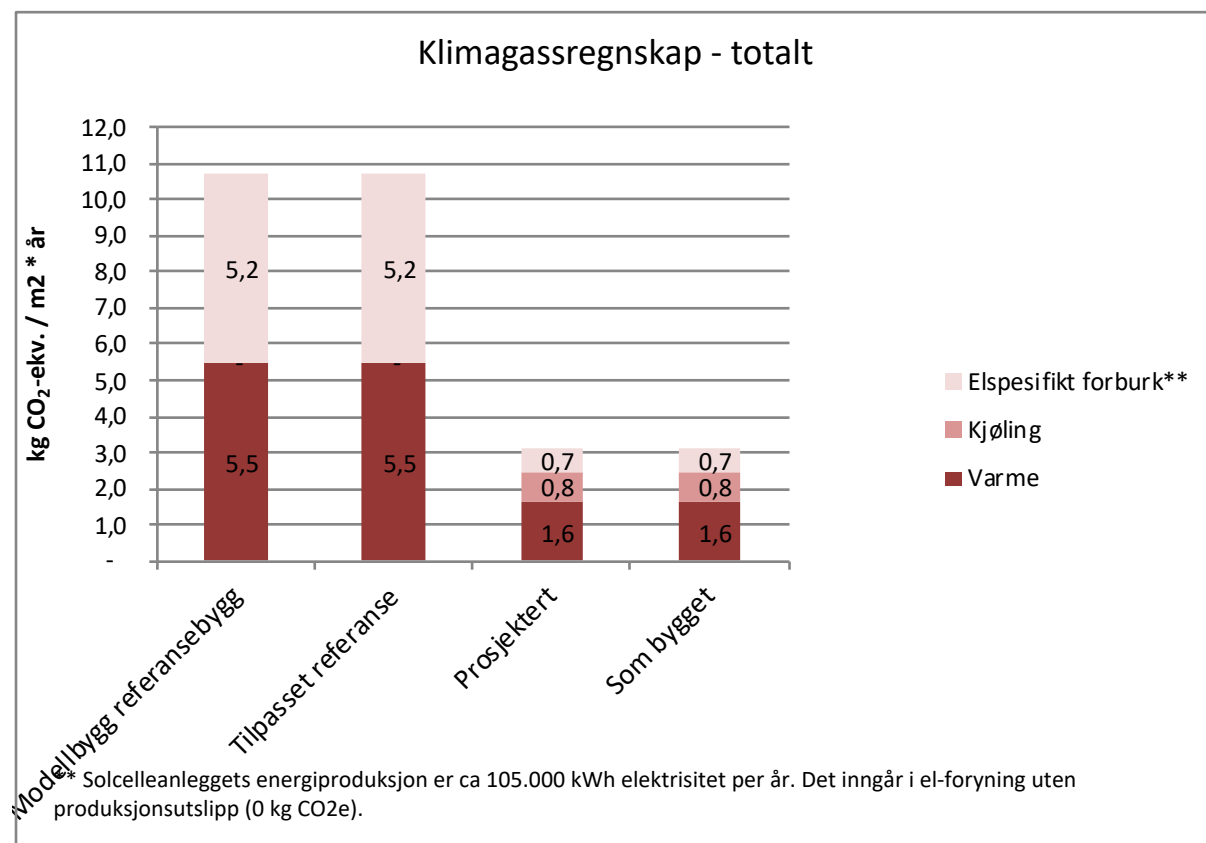
90 prosent av oppvarming- og varmtvannsbehovet planlegges dekket av varmepumpe.

Integrerte solcellepaneler på 1.100 m² på den sørvendte fasade vil kunne produsere elektrisitet på tilsammen 105.000 kWh per år. I klimagassberegningene er solcelleproduksjonen fordelt mellom skolebygg og flerbrukshall iht. andel beregnet elbehov. Solstrømmen vil dermed dekke rundt 25 prosent av behovet for elektrisk strøm.

3.5. Klimagassreduksjoner energibruk samlet for skolebygg og flerbrukshall

I denne framstillingen har vi slått sammen de to funksjonene, skole og flerbrukshall. Samlet er utslippsreduksjon i overkant av 70 prosent for som bygget sammenlignet med referansebygg.

Absolutt utslippsnivå er beregnet til 3,1 kg CO₂-ekv./m²*år, redusert fra 10,7 kg CO₂-ekv./m²*år.



Figur 3.3: Beregnede klimagassutslipp for energi, fordelt på formål; varme, kjøling og elspesifikt.

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.

Skolefunksjonen og flerbrukshallen er som bygning totalt integrert med hverandre. Flerbrukshallen ligger i øverste etasje med et areal på 2.753 m² oppvarmet BRA.

4.1. Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater

4.1.1. Referansebygg

Referansebyggene er hentet fra klimagassregnskap.no versjon 5.0. Tilpasset referanse har hentet materialmengder og geometri fra grunnlagsberegninger gjort i ISY Calcus CO₂, versjon 7.3.

Følgende opplysninger er lagt til grunn:

- Byggtype: Skolebygg (ungdomsskole pga urban kontekst) og flerbrukshall
- Skolebygget: 7.972 m² oppvarmet BRA
- Flerbrukshallen: 2.753 m² oppvarmet BRA
- Samlet oppvarmet bruksareal (BRA): 10.725 m²
- Antall etasjer totalt: 5
- Antall oppvarmede etasjer under bakken: 0
- Antall etasjer over bakken: 5
- Totalt bruttoareal (BTA): 11.800 m²
- Totalt bruttoareal kjeller (BTK): 0 m²
- Totalt bebygd areal (BYA): 2.753 m²

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

Bygningsdel	Oppbygging (hovedelementer)	Klimagassutslipp [kg CO ₂ - ekv/m ² *år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	Kantbjelke (397 m). Bunnplate 500 mm+300 mm XPS-isolasjon på bærelag av løsmasser (2.103 m ²).	1,3	15 %
Bæresystemer	Stålkjernereler til fjell (1.200 m). Stålsøyler og bjelker (dragere) (HEA/HEP/IPE profiler)	0,9	11 %
Yttervegger	Betongvegg (637 m ²) med teglforblending, 300 mm mineralull, klimavegg (3630 m ²) med trekledning, 350 mm mineralull, glassfelt/vinduer med tre/alu-karm., ytterdører i stål, solavskjerming.	1,3	16 %
Innervegg	Betongvegger 250 mm (1.555 m ²), Gipsplatevegger (5.550 m ²), glassvegger (316 m ²), innerdører i laminat og stål, overflater keramisk flis (ca 2.000 m ²)	0,9	11 %
Dekker	Betongdekker (300 mm, ca 9.500 m ²), Vinyl (ca 9.500 m ²), keramisk flis (590 m ²), sporstgolv parkett (800 m ²), Gipshimlinger med stål (ca 7.700 m ²)	3,4	40 %
Yttertak	Betong (200 mm, 2.103 m ²), 2 lag tekking og 400 mm fallisolasjon.	0,6	7 %
Trapper og balkonger	Betongtrapper med repo (3 stk), stål rekkverk, baldakin av stål (170 m ²).	0,0	0 %
SUM	Komplett bygning	8,4	100 %

Beregningen omfatter kun LCA modulene A1-A3.

Det er betongarbeidene og bruk av stål som utgjør de største utslippspostene. Dekker med 40%, Yttervegger med 16% og Grunn&fundamenter med 15%. Innervegger og bæresystemet har hver for seg 11% av utslippene.

Utslipet er estimert til ca 8,4 kg CO₂-ekv./m²*år.

Tre strategier kan velges for å redusere utslippene fra materialer:

- Redusere materialmengdene ved å velge andre konstruksjonsprinsipper og/eller optimalisere mengder i fht. bæring og sikkerhet.
- Anvende de samme materialtypene men velge bedre produkter/produsenter (lavere klimagassutslipp per mengde)
- Anvende andre materialtyper med lavere utslipp

4.1.2. Prosjektet bygg

Prosjektet bygg skiller seg fra tilpasset referanse ved at det er valgt andre materialtyper og andre produkter innenfor samme materialtyper. Geometri og mengder er omlag de samme. Materialer som inngår i solcellene er inkludert i materialregnskapet. Energien som produseres er inkludert (fratrasket) i energiregnskapet (reduisert eksternt levert energi).

Tiltakene som er implementert følger alle de tre strategiene som utkrystalliserte seg ved å analysere hvilke bygningsdeler og materialtyper som bidrar mest til utslippene i referanseprosjektet.

Utslippene kan reduseres ved å se på andre konstruksjonsprinsipper og samtidig redusere mengdene der dette er forsvarlig og uten å redusere kravet til bygningens fysiske egenskaper og sikkerhet.

Det er valg lavkarbonklasse B i alle betongarbeider, 100% resirkulert armeringsstål, økt resirkulert stål i stålprofiler, redusert andelen betongvegger både yttervegger og innervegger, redusert andelen keramiske fliser, bruk av innvendige glassfelt, redusert betongmengdene ved å velge huldekker i stedet for plasstøpte hele dekker. Vinyl er byttet ut med linoleum i store arealer.

Samlet sett ble det oppnådd ca 30 prosent utslippsreduksjon fra materialer. Utslippet er estimert til ca 6 kg CO₂-ekv./m²*år

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

Bygningsdel	Oppbygging	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv./m ² *år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	Kantbjelke (278 m). Bunnplate 300 mm+300 mm XPS-isolasjon på bærelag av løsmasser (2.103 m ²).	0,9	15 %
Bæresystemer	Stålkjernepeler til fjell (1.200 m). Stålsøyler og bjelker (dragere) (HEA/HEP/IPE profiler)	0,4	7 %
Yttervegger	Klimavegg med teglforblending, 300 mm mineralull (693m ²), klimavegg med trekledning, 350 mm mineralull (3.632 m ²), glassfelt/vinduer med tre/alu-karm., ytterdører i stål, solavskjerming, solcelleanlegg (37 panel)	1,2	19 %
Innervegg	Betongvegger 200 mm (1.550 m ²), Gipsplatevegger (7.890 m ²), innerdører i laminat, overflater keramisk flis (ca 2.000 m ²)	0,9	16 %
Dekker	Huldekke betong (300 mm, ca 8.900 m ²), Vinyl (ca 354 m ²), påstøp betong (200 mm i 800 m ² gymsal), Linoleum (9.440 m ²), keramisk flis (590 m ²), sporstgult parkett (800 m ²), Gipshimlinger med stål (ca 7.700 m ²)	2,0	34 %
Yttertak	Korrugert stålplatetak (120 mm, 991 m ²), 2 lag tekking og 400 mm fallisolasjon.	0,5	8 %
Trapper og balkonger	Betongtrapper med repo (3 stk), stål rekkverk, baldakin av stål (170 m ²).	0,0	1 %
SUM	Komplett bygning	6,0	100 %

4.1.3. «Som bygget»

Det er ikke store endringer fra prosjektet til som bygget.

Valgene ble som i prosjektet, dvs. lavkarbonklasse B i alle betongarbeider, 100% resirkulert armeringsstål, økt resirkulert stål i stålprofiler, redusert andelen betongvegger både yttervegger og innervegger, redusert andelen keramiske fliser, bruk av innvendige glassfelt, redusert betongmengdene ved å velge huldekker i stedet for plasstøpte hele dekker. Vinyl er byttet ut med linoleum i store arealer. Mengdene av betongarbeider i grunn og fundamenter ble ytterligere optimalisert og utslippene dermed noe mer redusert.

Solcellene er montert rett på brann- og fuktsikker isolasjon, og fungerer også som et fasademateriale. Lønnsomheten til solcellene må derfor også inkludere at de erstatter et annet fasademateriale.

Flerbrukshallen har et fasademateriale som består av et 4 lags glass. I ett av glass-lagene ligger det horisontale «sugerør», som vil reflektere ut varme og lys sommerstid men slippe lys og varme inn i hallen når solen er lav om vinteren.

Skolebygget består ellers av en teglfasade. Under oppføring av teglfasaden ble det oppdaget svakheter rundt inngangspartier og i mørtelen, og deler av fasaden mot t-banen raste ned. Dette medførte at hele fasadeveggen ble demontert og oppført på nytt med ny mørtel. De klarte å gjenbruke 75% av teglsteinen ved oppbygging av ny fasade.

Samlet sett ble det oppnådd ca 35 prosent utslippsreduksjon fra materialer. Utslipppet er estimert til ca 5,6 kg CO₂-ekv./m²*år.

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

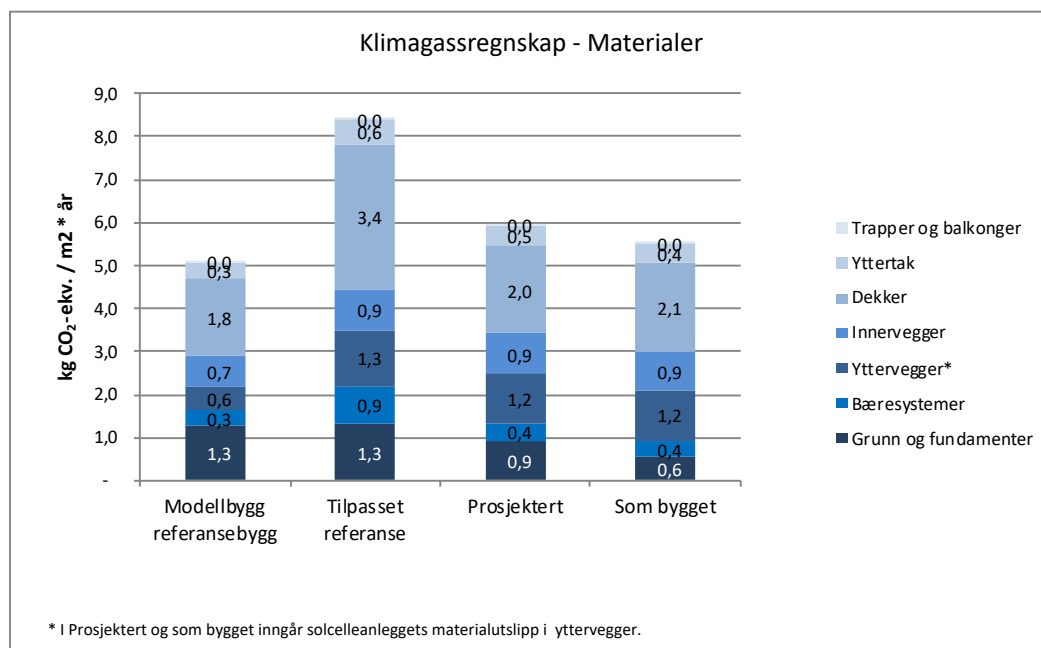
Bygningsdel	Oppbygging	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv./m ² *år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundament	Kantbjelke (278 m). Bunnplate 300 mm+300 mm XPS-isolasjon på bærelag av løsmasser (2.103 m ²).	0,6	10 %
Bæresystemer	Stålkjernereler til fjell (1.200 m). Stålsøyler og bjelker (dragere) (HEA/HEP/IPE profiler)	0,4	7 %
Yttervegger	Klimavegg med teglforblending, 300 mm mineralull (693m ²), klimavegg med trekledning, 350 mm mineralull (3.632 m ²), glassfelt/vinduer med tre/alu-karm., ytterdører i stål, solavskjerming, solcelleanlegg (37 panel)	1,2	21 %
Innervegg	Betongvegger 200 mm (1.550 m ²), Gipsplatevegger (7.890 m ²), innerdører i laminat, overflater keramisk flis (ca 2.000 m ²)	0,9	16 %
Dekker	Hulldække betong (300 mm, ca 8.900 m ²), Vinyl (ca 354 m ²), påstøp betong (200 mm i 800 m ² gymsal), Linoleum (9.440 m ²), keramisk flis (590 m ²), sporstgulv parkett (800 m ²), Gipshimlinger med stål (ca 7.700 m ²)	2,1	38 %
Yttertak	Korrugert stålplatetak (120 mm,991 m ²), 2 lag tekking og 400 mm fallisolasjon.	0,4	8 %
Trapper og balkonger	Betongtrapper med repo (3 stk), stål rekkverk, baldakin av stål (170 m ²).	0,0	1 %
SUM	Komplett bygning	5,6	100 %

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 30 prosent for prosjektert og i underkant av 35 prosent for «som bygget». Det er ingen endringer i materialbruk fra prosjektert til «som bygget» .



Figur 4.1: Fordeling av klimagassutslipp pr konstruksjon for de enkelte prosjektfaser

Tabell 4.4: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel for ulike prosjektfaser:

	Tilpasset 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
Grunn og fundamenter	1,3	0,90	-31 %	0,57	-56 %
Bæresystemer	0,9	0,44	-50 %	0,36	-59 %
Yttervegger	1,3	1,15	-12 %	1,17	-10 %
Innervegg	0,9	0,93	0 %	0,87	-7 %
Dekker	3,4	2,02	-40 %	2,09	-38 %
Yttertak	0,6	0,48	-15 %	0,45	-21 %
Trapper og balkonger	0,0	0,04	-4 %	0,04	-15 %
Total	8,4	5,97	-29 %	5,55	-34 %

Tabell 4.5: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel pr. person og år 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
Grunn og fundamenter	13,2	9,2	-31 %	5,8	-56 %
Bæresystemer	9,0	4,5	-50 %	3,7	-59 %
Yttervegger	13,3	11,7	-12 %	11,9	-10 %
Innervegg	9,4	9,4	0 %	8,8	-7 %
Dekker	34,3	20,5	-40 %	21,2	-38 %
Yttertak	5,7	4,8	-15 %	4,5	-21 %
Trapper og balkonger	0,4	0,4	-4 %	0,4	-15 %
Total	85,4	60,5	-29 %	56,2	-34 %

5. TRANSPORT – SKOLEBYGG

Antall ansatte er 110 totalt. Antall elever er 840 på trinn 1 – 7. Det er bygget en flerbrukshall (basketball konkurranse størrelse) i tilknytning til skolen. Forutsetninger for hvert av beregningsalternativene er gitt i de påfølgende avsnittene. Beregningen er foretatt med klimagassregnskap.no (KGR).

5.1. Referansebygg barneskole i Oslo uten spesielle tiltak

Til referansebygg benyttes reisevaner for en tenkt barneskole innenfor Oslo kommunes grenser. Ansatte ved barneskoler bor gjerne nærmere skolen enn ansatte ved kontorbedrifter, men for barneskoler i Oslo generelt har vi ingen dokumentasjon på dette. Derfor har vi valgt å benytte gjennomsnittlige reiselengder per tur for Oslo slik det framgår av nasjonal RVU 2013/14 når det gjelder ansatte ved skolen. Det er 16 km for bilreiser og 13,8 km for kollektivreiser. Bilbelegget er i henhold til KGR 1,3 personer per bil, bussbelegget er 20 passasjerer per buss og 60 % av kollektivreisene skjer med skinnegående kollektivmidler. For øvrig er det i dag ingen begrensninger på parkeringstilgang for de ansatte ved de fleste barneskoler i Oslo.

Elever til barneskoler kommer vanligvis fra nærområdet og har relativt kort skolevei. RVU 2013/14 har bare publisert data om skolereiser for elever >13 år. Ifølge TØI-rapport 1383/2014 «Nasjonal RVU 2013/14 – Nøkkelrapport» foreligger det data om elever < 13 år, men dette er ikke publisert per d.d. Derfor har vi brukt en tilsvarende undersøkelse fra 2002 (TØI-rapport 616/2002 «Barns reiser til skolen») og antatt at reisevanene for skolebarn <13 år i Oslo ikke har endret seg mye i løpet av de siste 15 år. Gjennomsnittlig reiseavstand mellom hjem og barneskole var ca. 2 km.

For øvrig vil elever som fraktes med bil, bli sluppet av og plukket opp uten at det er behov for parkeringsplass.

Tabell 5-1: KGR s standard turproduksjon for kontor/skoler med mer

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

Turproduksjon er ikke hentet fra RVU, men fra kombinasjon av undersøkelser av antall reiser til og fra en bygning og RVU. Turproduksjon er målt som antall reiser per ansatt/andre brukere eller per kvm bygningsmasse. Mens RVU oppgir reisevaner for et gjennomsnittsdøgn (7 dagers uke) er turproduksjonen oppgitt i antall reiser per virkedøgn (5 dagers uke). Det er ca. 250 virkedager i året og ca. 50 helger. Sum reiser lørdag og søndag er likt antall reiser på en vanlig virkedag. Omregning fra virkedøgn til årsdøgn gjøres derfor enkelt ved å gange med brøken 300/365. Denne omregningen gjøres automatisk i KGR.

Antall turer per virkedøgn for elever framkommer slik: 2 reiser (t/r) per elev * 95 % elever til stede i gjennomsnitt * 190 skoledager i året / 300 = 1,2 reiser per virkedøgn.

Tabell 5-2: Kjøre hastighet i vegnettet

	Ansatte	Følgereiser for elever
Under 50 km/t	50 %	50 %
Over 50 km/t	50 %	50 %

Biler som kjører i jevn hastighet >50 km/t ha lavere utslipp enn biler som pga. ujevn hastighet og start og stopp i vegkryss og lignende har en reisehastighet på <50 km/t. Her er brukt standardverdier

fra KGR for Oslo når det gjelder fordeling 50/50 mellom kjøring på lokalveinettet (< 50 km/t) og kjøring på hovedveinettet (> 50 km/t) for ansatte. For elever som kjøres av foreldre, regner vi med 90/10 fordi en stor andel av reisen foregår på lokalveier og for øvrig med relativt lav hastighet på veger som også trafikkeres av skolebarn.

Tabell 5-3: Transportmiddelfordeling for referansebygg. Tall for ansatte uten parentes, tall for elever i parentes.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	19 (43)	47 (26)	34 (31)
Tjeneste	19	29	52
Innkjøp og service	42	21	37
Annet	43	26	31

Reisevaner for ansatte i en barneskole i Oslo er hentet fra KGR «Bolig, kontor og handel i Oslo kommune». Reisevaner for barneskoleelever er hentet fra TØI-rapport 616/2002. Det i dag ingen begrensninger på parkeringstilgang for de ansatte ved de fleste barneskoler i Oslo.

Tabell 5-4: Klimagassutslipp fra transport, fordelt på transportmidler, for referansebygg.

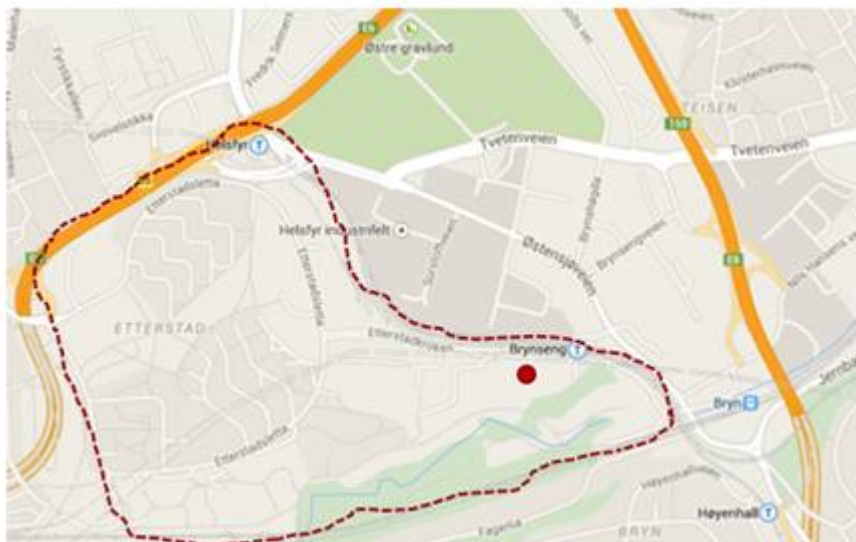
Klimagassutslipp	kg CO2-ekv/m ² *år Ansatte	kg CO2-ekv/m ² *år elever	kg CO2-ekv/m ² *år Sum
Bil	3	1	4
Kollektiv – buss	0,4	0,1	0,5
Kollektiv – skinnegående	0,2	0,1	0,3
Varetransport	1,7	-	1,7
Sum	5,2	1,2	6,5

Forutsetninger om drivstoff er innblanding med 5 % biodrivstoff i bil, kollektiv og varetransport. Dette er i henhold til standard for Norge.

5.2. Prosjektert bygg barneskole Brynseng med tiltak

Skolekretsen er vist på kartet under. Vi antar at skolekretsen dekker alle 840 elevene og at ingen elever kommer fra hjemsteder utenfor skolekretsen. Dette er utgangspunkt for beregning av antall reiser. Gjennomsnittlig avstand mellom hjem og skole langs veg har vi anslått til 1,2 km.

Beliggenhet og skolekrets



Figur 5-1: Beliggenhet og skolekrets

Tabell 5-5: Transportmiddelfordeling for prosjektert bygg og «som bygget». Tall for ansatte uten parentes, tall for elever i parentes.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	22 (96)	47 (2)	31 (2)
Tjeneste	26	33	41
Innkjøp og service	59	22	19
Annet	50	29	21

Forutsetninger for prosjektert bygg Brynseng barneskole er i stor grad sammenfallende med referansebygget. Antall ansatte og deres turproduksjon og reiselengder er de samme. Brynseng skolekrets ligger i bydel Gamle Oslo og reisemiddelfordelingen hentes i KGR i utgangspunktet fra «Kontor lokalisert i Indre by Oslo utenom sentrum». Antall parkeringsplasser er imidlertid redusert til 2 elbilplasser og 2 HC plasser. For øvrig blir det 240 plasser for sykkel, hvorav 180 er under tak.

For skolebarna vil skoleveien være kortere. På grunnlag av erfaringer fra Veitvet barneskole der elevene kommer fra nærområdet slik som ved Brynseng, går eller sykler 96 % av elevene, noen tar T-banen mens nesten ingen blir kjørt.

Tabell 5-6: Påvirkning av transportmiddelfordeling ved parkeringstilgang

Reduksjon i biltrafikk fordeles på (%)	Ansatte	Elever
Økt bilbelegg	0	0
Flere gående og syklende	25	25
Flere kollektivreiser	75	75

Den sterke begrensningen på parkeringsplasser vil føre til at ansatte som i utgangspunktet ville foretrukket å bruke bil, må benytte andre transportmidler. Brynseng T-banestasjon ligger ca. 100 m fra skolen trafikkeres av tre linjer (Furusetbanen, Østensjøbanen og Lambertseterbanen) som knytter Brynseng direkte til bosettingen i Groruddalens østside og til store deler av bebyggelsen i Oslo sør, samt knytter Brynseng til andre deler av Oslo med overganger til andre T-banelinjer. Bryn

jernbanestasjon ligger ca. 4-500 fra skolen og trafikkeres av lokaltog Spikkestad/Asker-Lillestrøm med avganger hvert kvarter. Dette knytter Brynseng til Lørenskog og Lillestrøm samt til Oslo vest. Busslinje 23 Lysaker-Simensbråten kjører i området langs hele Ring 3 og har stoppested ved Brynseng T-banestasjon på Østensjøveien og avganger hvert 10 min. på dagtid og hvert kvarter på kveldstid. Til Kollektiv tilgjengelighet til Brynseng er med andre ord svært god.

Bortsett fra innenfor selve skolekretsen er det ganske store avstander til bebyggelse hvor ansatte ville kunne være bosatte. Rundt Brynseng er det flere store veger (først og fremst E6 nord og Ring 3) som vil kunne virke som barrierer for sykling til og fra skolen fra områder rundt. Selv om det eksisterer og er planlagt flere sykkelveger som leder inn til området, anser vi likevel at bare en begrenset del av tidligere reisende med bil vil gå over til sykkel eller gange.

På denne bakgrunn vil vi anta at ansatte som i utgangspunktet ville foretrukket å bruke bil, vil 25 prosent av disse benytte sykkel og gange og 75 prosent kollektivtrafikk. Siden det bare blir et meget lite antall parkeringsplasser regner vi ikke med at kameratkjøring vil ta over noen av disse reisene.

Tabell 5-7: Transportmiddelfordeling når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt. Tall for ansatte uten parentes, tall for elever i parentes.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	29 (96)	68 (2)	3 (2)
Tjeneste	26	33	41
Innkjøp og service	59	22	19
Annet	50	29	21

Tabell 5-8: Klimagassutslipp «prosjektert» og «som bygget» når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

Klimagassutslipp	kg CO2-ekv/m ² *år Ansatte	kg CO2-ekv/m ² *år elever	kg CO2-ekv/m ² *år Sum
Bil	1	0,01	1
Kollektiv – buss	0,5	0,01	0,5
Kollektiv – skinnegående	0,3	0,01	0,3
Varetransport	2,3	-	2,3
Sum	4,1	0,03	4,1

5.3. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra transport for skolen

Beregningen utført med klimagassregnskap.no viser at man oppnår en reduksjon av klimagassutslipp på 80 prosent ved de tiltak som er gjennomført for transport. Det er to forhold som bidrar til reduksjonen:

- For det første fører parkeringsbegrensninger for ansatte ved Brynseng skole til en nedgang i bilreiser og en økning i kollektivbruken i forhold til referanse som til sammen gir nedgang i utslipp fra bil og buss.
- For det andre fører kortere reiseavstander for følgereiser til mindre utslipp fra bilreiser i forhold til referanse.

Prosjektert og som bygget har samme forutsetninger og klimagassutslipp.

Tabell 5.8: Fordeling av beregnet klimagassutslipp på ansatte og andre brukere for skolen. Referanse og prosjektert/som bygget

	Referansebygg CO ₂ -ekv/m ² *år			Prosjektert CO ₂ -ekv/m ² *år		
	Ansatte	Elever	Sum	Ansatte	Elever	Sum
Bil	3	1	4	1	0,01	1
Kollektiv - buss	0,4	0,1	0,5	0,5	0,01	0,5
Kollektiv - skinnegående	0,2	0,1	0,3	0,3	0,01	0,3
Varetransport	1,7	-	1,7	2,3	-	2,3
Sum	5,2	1,2	6,5	4,1	0,03	4,1

Tabell 5.9: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport for skolebygg – totalt utslipp i livsløpet.

	Referansebygg	Prosjektert bygg		"Som bygget"		"i drift"	
	tonn CO ₂ -ekv.	tonn CO ₂ -ekv.	% red saml. med ref	tonn CO ₂ - ekv.	% red saml. med ref	tonn CO ₂ - ekv.	% red saml. med ref
Bil	1.810	488	- 73	488	- 73		
Kollektiv – buss	234	238	+ 1,7	238	+ 1,7		
Kollektiv – skinnegående	143	145	+ 1,4	145	+ 1,4		
Varetransport	1.090	1.090	0	1.090	0		
Sum	3.277	1.961	- 40	1.961	- 40		

Tabell 5-9: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport for skolebygg – utslipp per person og år.

	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	210	74	- 65	74	- 65		
Kollektiv – buss	27	36	+ 3,3	36	+ 3,3		
Kollektiv – skinnegående	17	22	+ 2,9	22	+ 2,9		
Varetransport	177	165	0	165	0		
Sum	531	297	- 44	297	- 44		

5.4. Referansebygg flerbrukshall i Oslo uten spesielle tiltak

Flerbrukshallen har basketballstørrelse (Konkurransetørrelse) som er 32 * 19 m inklusive sikkerhetssoner, dvs. ca. 600 m². Hallen kan deles i to like store deler, men dette forutsettes bare brukt av i skoletiden.) Ved trening på trening på kveldstid forutsettes hele hallen brukt. Brukstil på kvelden er 6,5 timer og antall brukere antas til ca. 20 stk. fire skift per kveld = 80 brukere per døgn. Antall åpne virkedager (mandag-fredag) er som skoleåret 190 dager.

Ved kamper lørdag og søndag antas også hele hallen brukt. Åpningstider 9 timer på lørdag og 10 timer på søndag. Vi antar ca. 2 timer per kamp med 20 spillere og 20 tilskuere. Antall åpne lørdager + søndager i året er 75. Til sammen blir dette 265 dager og 109 brukere i gjennomsnitt per dag.

Opplysningene om åpningstider, åpne dager i året, trenings- og kampaktiviteter er fra <https://www.idrettsforbundet.no/idrettskretser/oslo-idrettskrets/idrettsanlegg/idretthaller-i-oslo/> og halldriftsansvarlig for Brynsenghallen.

Beregningen foretas med klimagassregnskap.no (KGR) og der omregnes virkedøgn til årsdøgn med brøken 300/365 (se punkt 5.1.1 foran). Antall turer per virkedøgn for brukere framkommer slik: 2 reiser (t/r) per bruker * 255 åpne dager i året / 300 = 1,7 reiser per virkedøgn.

Til referansebygg benyttes reisevaner for en tenkt flerbrukshall innenfor Oslo kommunes grenser. Vi har som for ansatte ved skolen valgt å benytte gjennomsnittlige reiselengder per tur for Oslo slik det framgår av nasjonal RVU 2013/14. Det er 16 km for bilreiser og 13,8 km for kollektivreiser. Bilbelegget bør kunne økes fra standard i KGR 1,3 personer per bil til 1,6 personer fordi man gjerne drar sammen til trening slik at bilbelegget blir noe høyere. Bussbelegget settes til standard i KGR på 20 passasjerer per buss og at 60 % av kollektivreisene skjer med skinnegående kollektivmidler. For øvrig regner vi med at det i dag ikke er begrensninger på parkeringstilgang for brukere ved de sammenlignbare flerbrukshaller i Oslo.

Tabell 5-10: Kjørehastighet i vegnettet

	Brukere
Under 50 km/t	50 %
Over 50 km/t	50 %

Biler som kjører i jevn hastighet >50 km/t ha lavere utslipp enn biler som pga. ujevn hastighet og start og stopp i vegkryss og lignende har en reisehastighet på <50 km/t. Her er brukt standardverdier fra KGR for Oslo når det gjelder fordeling 50/50 mellom kjøring på lokalveinettet (< 50 km/t) og kjøring på hovedveinettet (> 50 km/t).

Tabell 5-11: Transportmiddelfordeling for referansebygg flerbrukshall. Tall for ansatte uten parentes, tall for elever i parentes.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykel	Kollektiv	Bil
Annet	43	26	31

Reisevaner for brukere av flerbrukshaller i Oslo er hentet fra KGR «Bolig, kontor og handel Oslo kommune» reiseformål «Annet».

Tabell 5-12: Klimagassutslipp fra transport, fordelt på transportmidler, for referansebygg.

Klimagassutslipp	kg CO2-ekv/m ² *år
Bil	4,5
Kollektiv – buss	0,6
Kollektiv – skinnegående	0,3
Varetransport	
Sum	5,3

Forutsetninger om drivstoff er innblanding med 5 % biodrivstoff i bil, kollektiv og varetransport. Dette er i henhold til standard for Norge.

5.5. Prosjektert bygg flerbrukshall Brynseng med tiltak

Forutsetninger for prosjektert flerbrukshall er i stor grad sammenfallende med referansebygget. Antall brukere, turproduksjon og reiselengder er de samme. Brynseng ligger i bydel Gamle Oslo og reisemiddelfordelingen hentes i KGR i utgangspunktet fra «Kontor lokalisert i Indre by Oslo utenom sentrum». Antall parkeringsplasser er imidlertid redusert til 2 elbilplasser og 2 HC plasser. For øvrig blir det 240 plasser for sykkel, hvorav 180 er under tak.

Tabell 5-13: Transportmiddelfordeling for prosjektert og som bygget. Tall for ansatte uten parentes, tall for elever i parentes.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Annet	50	29	21

Reisevaner for brukere av flerbrukshaller i Oslo er hentet fra KGR «Kontor lokalisert Indre by Oslo utenom sentrum» reiseformål «Annet».

Tabell 5-14: Påvirkning av transportmiddelfordeling ved parkingstilgang

Reduksjon i biltrafikk fordeles på (%)	Hallbrukere
Økt bilbelegg	30
Flere gående og syklende	40
Flere kollektivreiser	30

Den sterke begrensningen på parkeringsplasser vil føre til at brukere som i utgangspunktet ville foretrukket å bruke bil, må benytte andre transportmidler. Brynseng T-banestasjon ligger ca. 100 m fra skolen trafikkeres av tre linjer (Furusetbanen, Østsjøbanen og Lambertseterbanen). Bryn jernbanestasjon ligger ca. 4-500 meter fra skolen og trafikkeres av lokaltog Spikkestad/Asker-Lillestrøm med avganger hvert kvarter.

Rundt Brynseng er det flere store veger (først og fremst E6 nord og Ring 3) som vil kunne virke som barrierer for sykling til og fra skolen fra områder rundt. Det eksisterer og er planlagt flere sykkelveger som leder inn til området, slik at vi anser at Brynseng skole vil være middels tilgjengelig med sykkel for ansatte.

På denne bakgrunn vil vi anta at brukere som i utgangspunktet ville foretrukket å bruke bil, vil 40 % av disse benytte sykkel og gange og 30 % kollektivtrafikk. Selv om det bare blir et meget lite antall parkeringsplasser regner vi med at noen av brukerne av flerbrukshallen likevel vil finne steder til korttidsparkering, ta med man tar med flere i bilen eller bli bragt/hentet. Dette settes derfor til 30 %.

Tabell 5-15: Transportmiddelfordeling når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt. Tall for ansatte uten parentes, tall for andre brukere i parentes.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Annet	52	30	18

Tabell 5-16: Klimagassutslipp «som prosjektert» og «som bygget» når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

Klimagassutslipp	Arealspesifikt utslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]
Bil	2,6
Kollektiv – buss	0,6
Kollektiv – skinnegående	0,3
Varetransport	
Sum	3,5

5.6. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra transport for flerbrukshallen

Beregningen utført med klimagassregnskap.no viser at man oppnår en reduksjon av klimagassutslipp på 34 % ved de tiltak som er gjennomført for transport. Det er to forhold som bidrar til reduksjonen:

- For det første fører parkeringsbegrensninger for brukere av flerbrukshallen til en nedgang i bilreiser og en økning i kollektivbruken i forhold til referanse som til sammen gir nedgang i utslipp fra bil og buss.
- For det andre fører kortere reiseavstander for følgereiser til mindre utslipp fra bilreiser i forhold til referanse.

Tabell 5.8: Fordeling av beregnet klimagassutslipp på ansatte og andre brukere av flerbrukshallen. Referanse og prosjektert/som bygget.

	Referansebygg CO ₂ -ekv/m ² *år	Prosjekter/som bygget CO ₂ -ekv/m ² *år	Prosentvis endring
Bil	4,5	2,6	-42 %
Kollektiv - buss	0,6	0,6	0 %
Kollektiv - skinnegående	0,3	0,3	0 %
Varetransport			
Sum	5,3	3,5	-34 %

Tabell 5.9: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport for flerbrukshall.

	Referansebygg	Prosjektert bygg		"Som bygget"		"i drift"	
	tonn CO ₂ -ekv.	tonn CO ₂ -ekv.	% red saml. med ref	tonn CO ₂ - ekv./år	% red saml. med ref	tonn CO ₂ - ekv./år	% red saml. med ref
Bil	748	427	-43%	427	-43%		
Kollektiv – buss	80	93	+1,6%	93	+1,6%		
Kollektiv – skinnegående	49	57	+1,6%	57	+1,6%		
Varetransport	0	0	0	0	0		
Sum	876	577	-34%	577	-34%		

Tabell 5-17: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport for flerbrukshall.

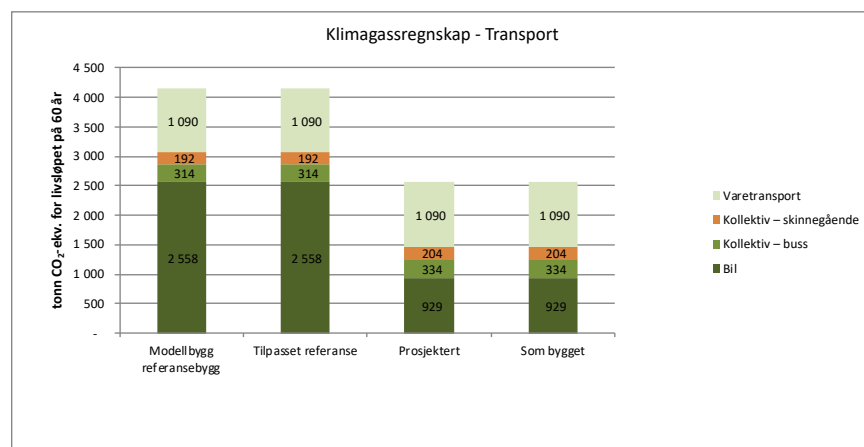
	Referansebygg	Prosjektert bygg		"Som bygget"		"i drift"	
	kg CO ₂ -ekv./person*år	kg CO ₂ -ekv./person*år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./person*år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./person*år	% red saml. med ref
Bil	114	65	-43%	65	-43%		
Kollektiv – buss	12	14	+1,6%	14	+1,6%		
Kollektiv – skinnegående	7,5	9	+2%	9	+2%		
Varetransport	0	0	0	0	0		
Sum	134	88	-34%	88	-34%		

5.7. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra transport for skolebygg og flerbrukshall

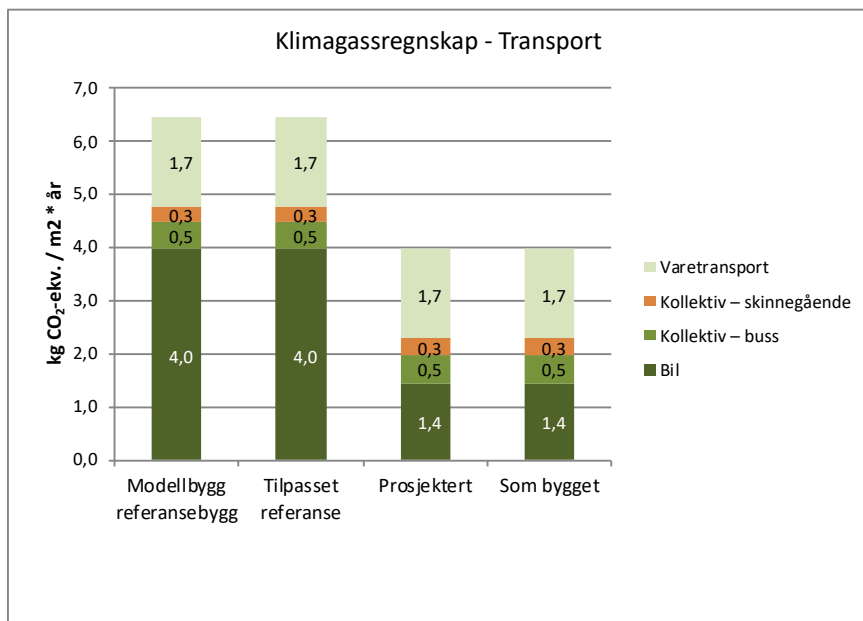
Utslppsreduksjonene er i underkant av 40n prosent sammenlignet med en referanselokalisering av en skole i Oslo.

Det er Brynseng skole og flerbrukshall sin lokalisering tett på et knutepunkt for kollektivtrafikken (100 meter til Bryn T-bane og buss samt 400 meter til Bryn-togstasjon), liten parkeringstilgang, gode gang- og sykkelforbindelser, gode sykkelparkeringsforhold som fører til denne reduksjonen i utslipp fra transport.

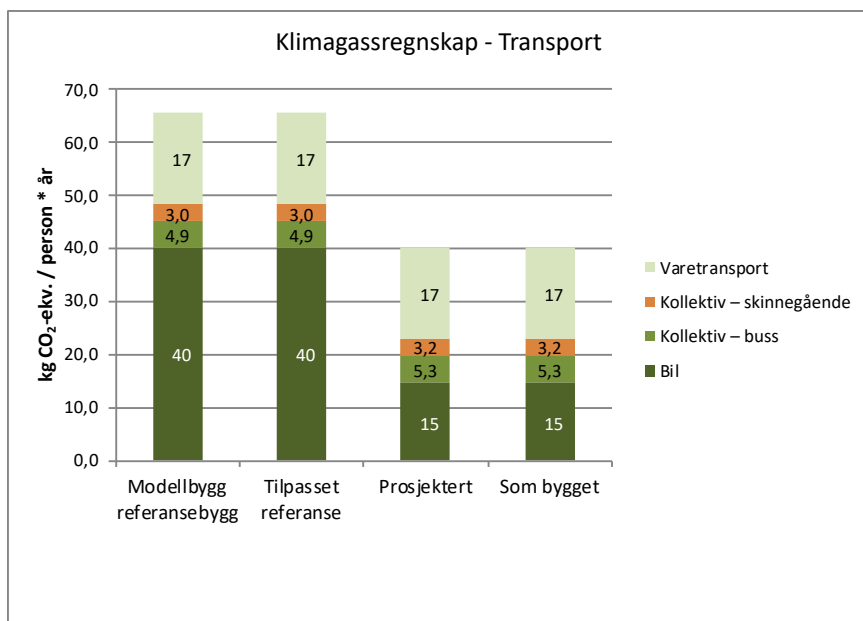
I de følgende figurene sammenlignes resultatene og angis utslippsnivået over livsløpet (tonn), per m2 og år (kg) og per person og år (kg).



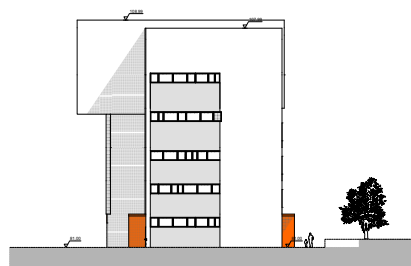
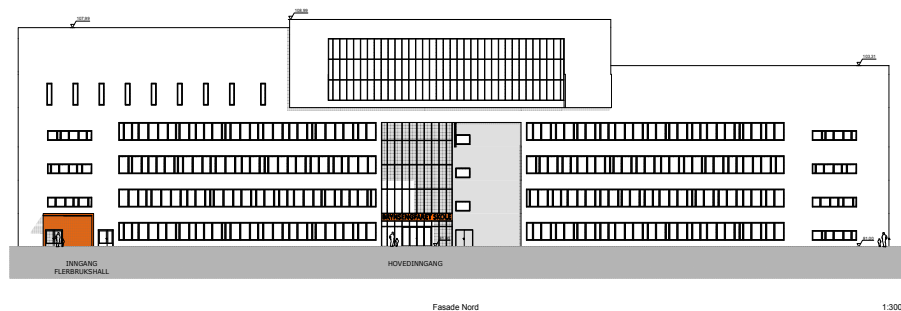
Figur 5.2: Utslipp fra transport – samlet for skole og flerbrukshall – over livsløpet på 60 år. Utslppsreduksjonen sammenlignet med en referansebeliggenhet er beregnet til -38%.



Figur 5.3: Utslipp fra transport – samlet for skole og flerbrukshall – per m2 og år. Utslippsreduksjonen sammenlignet med en referansebeliggenhet er beregnet til -38%.



Figur 5.4: Utslipp fra transport – samlet for skole og flerbrukshall – per person og år. Utslippsreduksjonen sammenlignet med en referansebeliggenhet er beregnet til -38%.

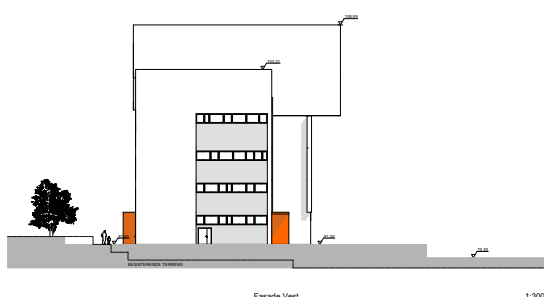
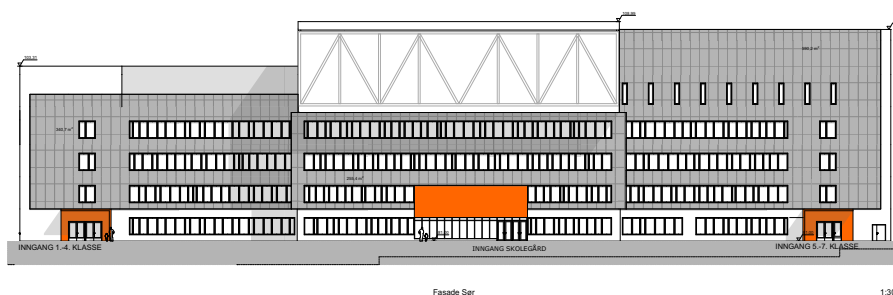


OPPRISS SKOLE 1:300 / A3

BRYNSENGFÆRET 8-12 28.11.14
ILLUSTRASJONER PLANFORSLAG ETTER
BEGRENSET HØRING

UNDERSVISNINGSBYGG

ARKITEKTER
HRTB



PLANER SKOLE 1:500 / A3

BRYNSENGFÆRET 8-12 28.11.14
ILLUSTRASJONER PLANFORSLAG ETTER
BEGRENSET HØRING

UNDERSVISNINGSBYGG

ARKITEKTER
HRTB

Underlag mottatt fra NCC Norge AS og Undervisningsbygg. Beregninger fra ISY Calcus CO2 versjon 7.3 og EPD'er for valgte produkter (liste). (ikke på trykk)