

FutureBuilt ZERO og ZERO T

Ski Vest Ungdomsskole – Prosjekteringsfase

1.3	20.09.2022	Oppdatert BTA	Vilde Borgnes	
1.2	24.08.2022	Oppdatert etter KS fra FutureBuilt v. Eivind Selvig	Vilde Borgnes	
1.1	29.06.2022	Oppdatering som følge av endring i mal	Vilde Borgnes	Synne Eliasson
1.0	26.05.2022	Klimagassberegning etter endt forprosjekt	Vilde Borgnes	
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Kontrollert

Innledning

FutureBUILTs prosjekter dokumenteres på FutureBUILTs nettside. Her får man en samlerapport som redegjør for prosjektets miljøtiltak og resultater. Denne klimagassrapporten er et vedlegg til øvrig dokumentasjon på nettsiden og går i mer detalj om forutsetninger, datagrunnlag, tiltaksvurderinger, valg av tiltak, mv. som ligger til grunn for klimagassberegningene og oppnådde klimagassreduksjoner.

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.

Rapporten utarbeides og revideres tre ganger; gjennom planlegging/prosjektering, etter bygging og etter 2 års drift.

Revisjon 1 presenterer:

- **Klimagassutslipp fra materialer og energibruk for den prosjekterte bygningen**, beregnet iht FutureBuilt ZERO. Forutsetninger: beregnet netto energibruk (iht. NSPEK), planlagt energiforsyning, planlagt materialbruk samt beregnet energibruk i byggeprosess. Sammenlignet med FB Zero kravsnivå for det aktuelle årstallet bygget er planlagt ferdigstilt.
- **Klimagassutslipp fra transport** for den valgte lokaliseringen, beregnet i henhold til FutureBuilt ZERO-T – kriterier for grønn mobilitet. Sammenlignet med FB ZERO-T delmål trinn 1 og FutureBuilt målverdi som er aktuelt for det området prosjektet er lokalisert.

Revisjon 2 presenterer:

- **Klimagassutslipp fra materialer og energibruk for den ferdige bygningen («som bygget»)**, beregnet iht FutureBuilt ZERO. Forutsetninger: beregnet netto energibruk (iht. NSPEK), valgt energiforsyning, valgte materialer/produkter med faktiske utslippsdata fra EPD'er og målt/registrert energibruk i byggeprosess. Sammenlignet med FB Zero kravsnivå for det aktuelle årstallet bygget er planlagt ferdigstilt og klimagassberegningen for prosjektert bygning (fra versjon 1 av rapporten).
- **Klimagassutslipp fra transport** beregnet i henhold til FutureBuilt ZERO-T med effekt av valgte parkeringsbegrensninger og andre mobilitets tiltak (effekten av andre mobilitetstiltak må dokumenteres/faglig begrunnes). Sammenlignet med FB Zero-T delmål trinn 1 og FutureBuilt målverdi, samt klimagassberegningen for prosjektert bygning (fra versjon 1 av rapporten).

Revisjon 3 presenterer:

- **Klimagassutslipp for bygningen etter 2 års drift («I drift»)**, basert på målt energibruk fordelt på ulike energiposter og anvendte energiforsyning. Utslipp fra materialer vil være som i rapport 2. Sammenlignet med FB Zero kravsnivå for det aktuelle årstallet bygget er planlagt ferdigstilt, klimagassberegningen for prosjektert bygning og ferdig bygning.
- **Klimagassutslipp fra transport etter 2 års drift** basert på prosjektspesifikk reisevaneundersøkelse utarbeidet etter 2 år i drift. Sammenlignet med FB Zero-T delmål trinn 1 og FutureBuilt målverdi, samt klimagassberegningen for prosjektert bygning og ferdig bygning.

1 Prosjektbeskrivelse

Ski Vest Ungdomsskole skal bli en 8-parallell ungdomsskole i Ski Vest for 672-720 elever og ca. 100 ansatte. Skolen skal tilpasses fremtidig bymessig utvikling av Ski Vest og vil få et arkitektonisk uttrykk av høy kvalitet med tanke på materialvalg, miljø, naturmangfold, bymiljø og sosiale tilbud. Skolen har en sentral beliggenhet ca. 700 m fra Ski stasjon (i luftlinje). Det er planlagt oppstart for bygging i 2023 og ferdigstillelse i begynnelsen av 2025.

Nøkkelparametere	
Bygningskategori	Skole
Utbygger	Norde Follo kommune
Bruttoareal (BTA)	7 955 m2
Oppvarmet bruksareal (oppv. BRA)	7 453 m2

For å utføre beregningen er One Click LCA, i kombinasjon med regnearket *FutureBuilt ZERO beregningsverktøy_V2.0_18.6.21*, benyttet. *FutureBuilt ZERO-T beregningsverktøy V3.1 07.04.22* er brukt for å beregne klimagassutslipp fra transport i drift.

Ski Vest Ungdomsskole er et FutureBuilt-prosjekt og foreliggende rapport er dokumentasjon av klimagassberegninger, oppnådde klimagassreduksjoner og foreslåtte og gjennomførte tiltak.

Beregningene for Ski Vest Ungdomsskole er utarbeidet av Vilde Borgnes v/HENT AS.

Versjon 1.1, datert 29.06.2022, inneholder resultatene av klimagassberegninger for den prosjekterte bygningen (etter endt forprosjekt).

2 FutureBuilt – Samlede resultater

Her presenteres kombinerte resultater for FutureBuilt ZERO (energibruk og materialer) og FutureBuilt ZERO-T (transport i drift).

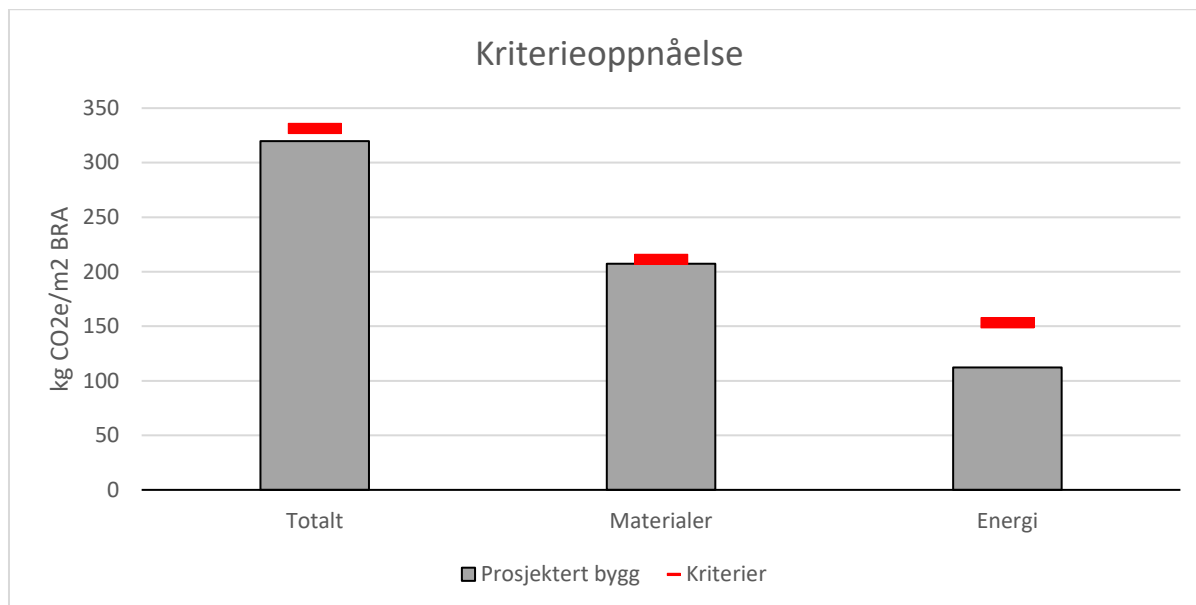
FB ZERO	Kravsnivå	Prosjektert bygg		Som bygget		I drift	
		NS 3720	FB ZERO	NS 3720	FB ZERO	NS 3720	FB ZERO
Materialer	211	293*	207*				
2 Bygning		258**	175				
4-9 E.utstyr		8	5				
Energi i drift	153	165	112				
SUM M+E	331	459	320				
FB ZERO-T	Målverdi	NS 3720	FB ZERO-T	NS 3720	FB ZERO-T	NS 3720	FB ZERO-T
Transport i drift	601	666	666				
SUM M+E+T		1 125	986				

kg CO ₂ -e/m ² år	18,7	16,4		
kg CO ₂ -e/person/år	170	149		
kg CO ₂ -e totalt	8 382 246	7 347 028		

Tabell 1: Hovedresultater FutureBuilt ZERO og ZERO-T, alle prosjektfaser, kg CO₂-e/m² oppv. BRA. *Inkludert utslipp fra byggeplassdrift (A5). ** Ekskludert bygningsdel 21

3 FutureBuilt ZERO - Hovedresultater

Her presenteres utslippsresultatene sammenlignet med FB ZERO-kriteriene totalt, for materialer og for energi.



Figur 1: Kriterieoppnåelse (kg CO₂-e /m² BRA), prosjektert bygg

kg CO ₂ -e/m ² BRA	Kravnivå	Prosjektert bygg		Som bygget		I drift	
		NS 3720	FB ZERO	NS 3720	FB ZERO	NS 3720	FB ZERO
Materialer	211	293*	207*				
2 Bygning		(258)**	(175)				
49 E.utstyr		(8)	(5)				
Energi i drift	153	165	112				
TOTALT	331	459	320				

kg CO ₂ -e/m ² år	7,6	5,3		
kg CO ₂ -e/person/år	69	48		
kg CO ₂ -e totalt	3 417 426	2 382 208		

Tabell 2: Hovedresultater, alle prosjektfaser. *Inkludert utslipp fra byggeplassdrift (A5). ** Ekskludert bygningsdel 21

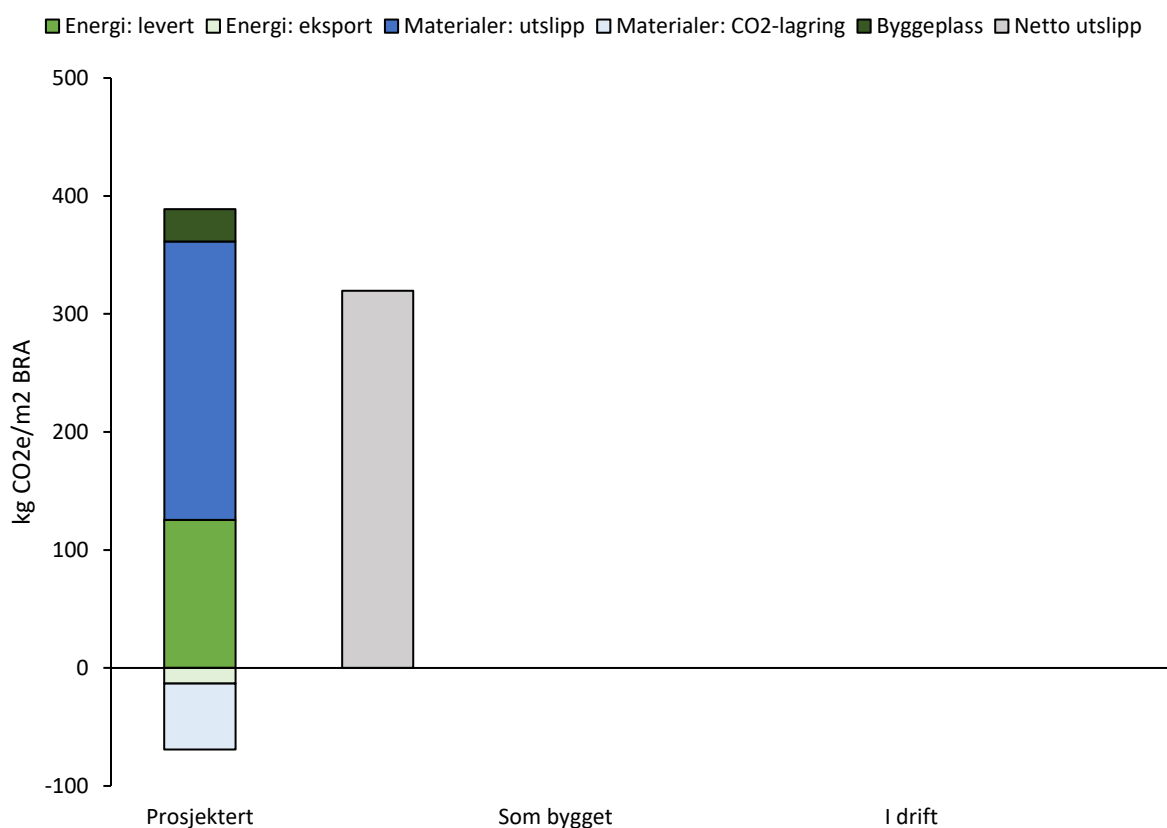
3.1 Hovedresultater

Prosjektets totale klimagassutslipp ligger under kravnivået.

Klimagassutslippet for prosjektet i prosjekteringsfase er beregnet til **320 kg CO₂-ekv./m² BRA**, og **48 kg CO₂-ekv./person*år**. Totalt for bygget utgjør dette **2 382 208 kg CO₂-ekv.** Dermed er FutureBuilt ZERO-kriteriene for klimagassutslipp fra materialer og energi oppnådd med 3-4 % margin. Dette er et utslippsnivå som er om lag halvparten av dagens praksis, dvs. en reduksjon på ca. 50 %.

Hovedårsaken til reduksjonen av klimagassutslipp er at klimagassutslipp har vært en sentral del av prosjektering fra start, både når det kommer til energi- og materialer. Dette har ført til valg av materialer med lave klimagassutslipp, som utstrakt bruk av massivtre og limtre. Bygget er også svært energieffektivt og er prosjektert med solceller for å redusere behovet for levert energi til bygget. Videre i prosjektering og bygging vil det fokuseres på å gjøre alternativsvurderinger mht. klimagassutslipp for materialvalg som ennå ikke er tatt, samt å innhente prosjektspesifikke EPDer fra leverandører av materialene. Klimagassregnskapet vil oppdateres fortløpende for å sørge for at det ikke foretas endringer som fører til økte klimagassutslipp slik at vi havner over FutureBuilt-kravet. Hovedutfordringen i prosjekteringsfase har vært å redusere usikkerheten i klimagassregnskapet, da prosjektet er i tidligfase hvor leverandører og transportavstander ikke er kjent. I tillegg er det store usikkerheter knyttet til energiforbruk på byggeplassen.

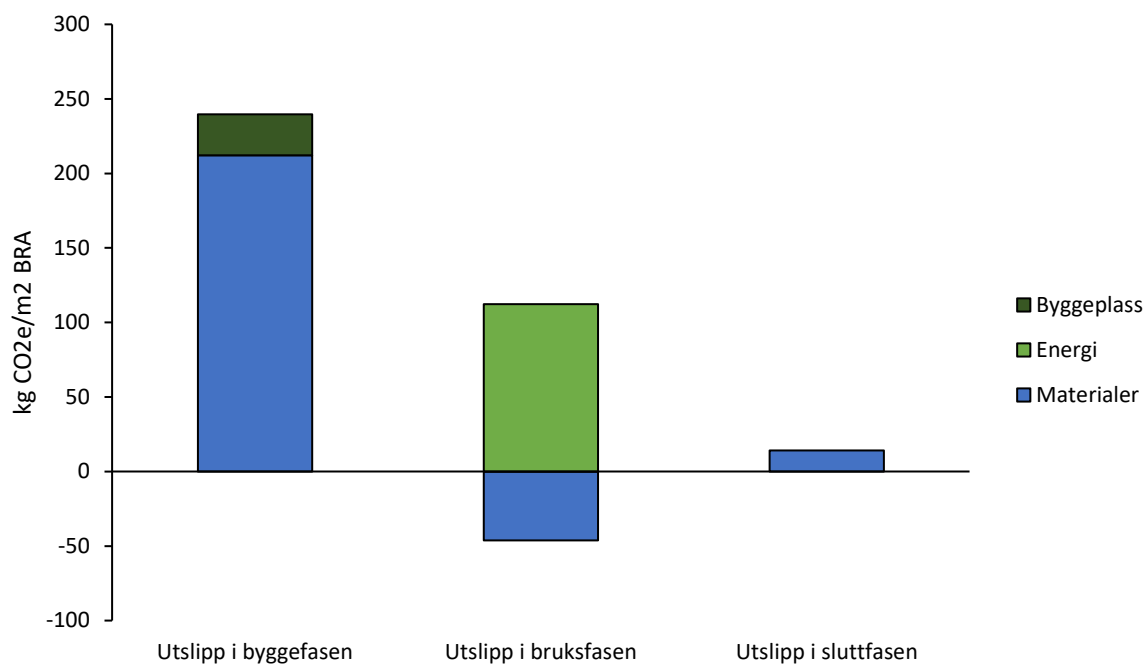
3.2 Fordeling av klimagassutslipp per prosjektfase



Figur 2: Fordeling av klimagassutslipp (kg CO₂-e/m² BRA), alle prosjektfaser

Det er forventet at klimagassutslippene vil justeres noe til «som bygget»-regnskapet da det gjenstår noe prosjektering i detaljprosjekt. Erfaringsmessig kan det forventes en økning i klimagassutslipp fra materialer, da underlaget vil detaljeres ytterligere. Det er også usikkerheter knyttet til energiforbruk på byggeplass, noe som vil kunne føre til en endring i utslippene som bygget.

3.3 Tidspunkt for utslippene

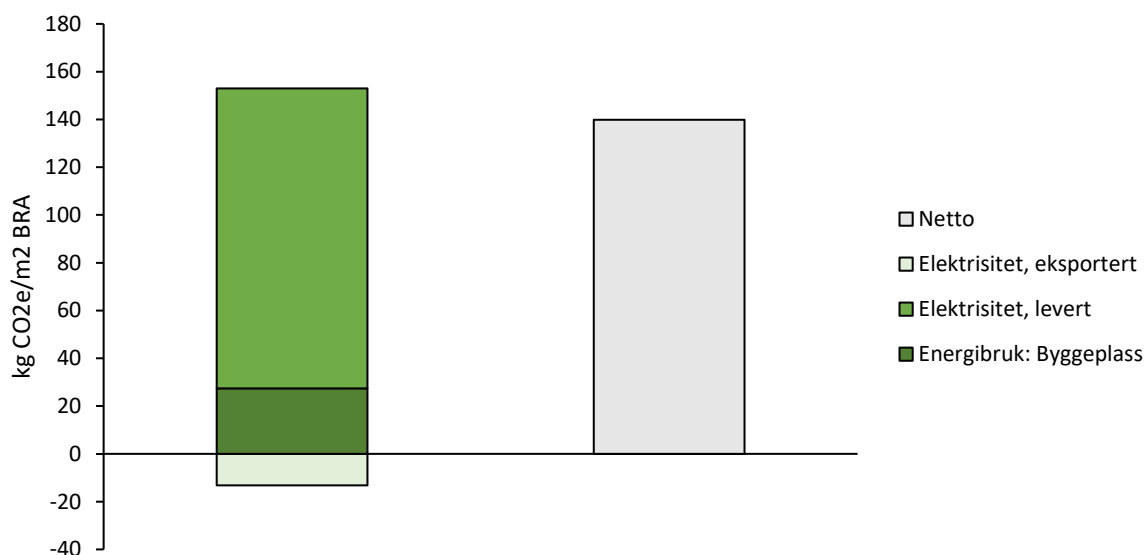


Figur 3: Tidspunkt for utslipp (kg CO₂-e/m² BRA), prosjekteringsfase

Hoveddelen av klimagassutslippene fra prosjektet kommer fra materialbruk i byggefase. Dette inkluderer produksjon av materialer, transport til byggeplass og kapp og svinn, og utgjør 66 % av klimagassutslippene til prosjektet.

4 Energibruk

Her presenteres utslippsresultatene for energibruk mer i detalj. Utslippene er også sammenlignet med FB ZERO-kriteriene for energi.



Figur 4: Fordeling av klimagassutslipp fra energibruk (kg CO₂-e/m² BRA), prosjekteringsfase

kg CO ₂ -e/m ² BRA	Kravnivå	Prosjektert bygg		Som bygget		I drift	
		NS 3720	FB ZERO	NS 3720	FB ZERO	NS 3720	FB ZERO
Energibruk: Byggeplass		27,4	27,4				
Bioenergi			0				
Fjernvarme			0				
El, levert		165,1	125,5				
El, eksportert			-13,1				
TOTALT	153	193	140				

kg CO ₂ -e/m ² år	3,2	2,3		
kg CO ₂ -e/person/år	29	21		
kg CO ₂ -e totalt	1 434 703	1 041 724		

Tabell 3: Klimagassutslipp fra energibruk, alle prosjektfaser

4.1 Resultater Fase 1 – Prosjektert bygg

Energikonseptet er designet ut ifra et overordnet energimål om å innfri Futurebuilt sitt krav om nær nullenergibygget (nZEB), samt passivhusstandard iht. NS3701. Dette innebærer at energibehovet må være lavt, samt at levert energi ikke kan overstige 35,0 kWh/m². Energistrategien for Ski Vest Ungdomsskole er derfor optimalisert både med tanke på lavest mulig energibehov og høyest mulig lokal energiproduksjon. For å innfri lavest mulig energibehov er det medtatt energiltak på bygningskropp og teknisk anlegg. Disse er oppsummert i tabell under, og nærmere beskrevet i notatet «Energikonsept Ski Vest Ungdomsskole». De fleste verdier er iht. passivhusstandard, eller bedre.

Energitiltak for lavest mulig energibehov	
Isolasjonsmengde [W/m ² K]	En kombinasjon av massivtre og bindingsverk med 350mm isolasjon på yttervegger, 200mm isolasjon på gulvdekker og 400mm isolasjon i tak
Vindu [W/m ² K]	3-lags energieffektive vinduer og glass alu som i kombinasjon med alle dører gir en gjennomsnittlig U-verdi på 0,79 W/m ² K
Lekkasjetall	Lekkasjetall er forutsatt lavere enn angitt i passivhusstandard NS 3701 og skal måles til 0,40 h ⁻¹ .
Kuldebro	Minstekravet for passivhusstandard NS3701 på 0,03 W/m ² k som skal beregnes og dokumenteres.
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner	Beregning fra RIV angir en gjenvinningsgrad på 81,8%, som er bedre enn minstekrav for passivhusstandard NS3701.
Effektbehov belysning i driftstid	Minstekravet for passivhusstandard på 4,50 W/m ² .

Ved å innføre disse energitiltakene oppnår bygget et energibehov på 67,9 kWh/m², som ligger ca. 38 % lavere enn forskriftskravet for netto energibehov som for skolebygg er 110 kWh/m². Videre, for å oppnå høyest mulig lokal energiproduksjon skal prosjektet installere væske-væske varmepumpe med brønnpark som grunnlast og elkjel som spisslast. Anlegget vil dekke store deler av det termiske energibehovet og operere med den produksjonsvirkningsgrad på 4,0, samtidig som det forutsetter at all kjøling skal skje ved frikjøling fra brønnparken. Dette innebærer at skolebygget i stor grad vil reduseres energibruket på varme og kjøling, hvor levert energi til bygget er beregnet til å bli 39,4 kWh/m².

For å innfri nZEB-kravet er det også forutsatt lokal elektrisk energiproduksjon i form av solceller. Det er planlagt solceller på tak og fasade som ved beregninger fra leverandør er estimert til ca. 75 086 kWh. Noe av dette vil utnyttes i bygget, mens noe vil måtte eksporteres til strømmettet.

En oppsummering av energibehov, levert energi, solstrøm til egenbruk og eksport er angitt i tabell under og er også ytterligere dokumentert i notatet «Energikonsept Ski Vest ungdomsskole».

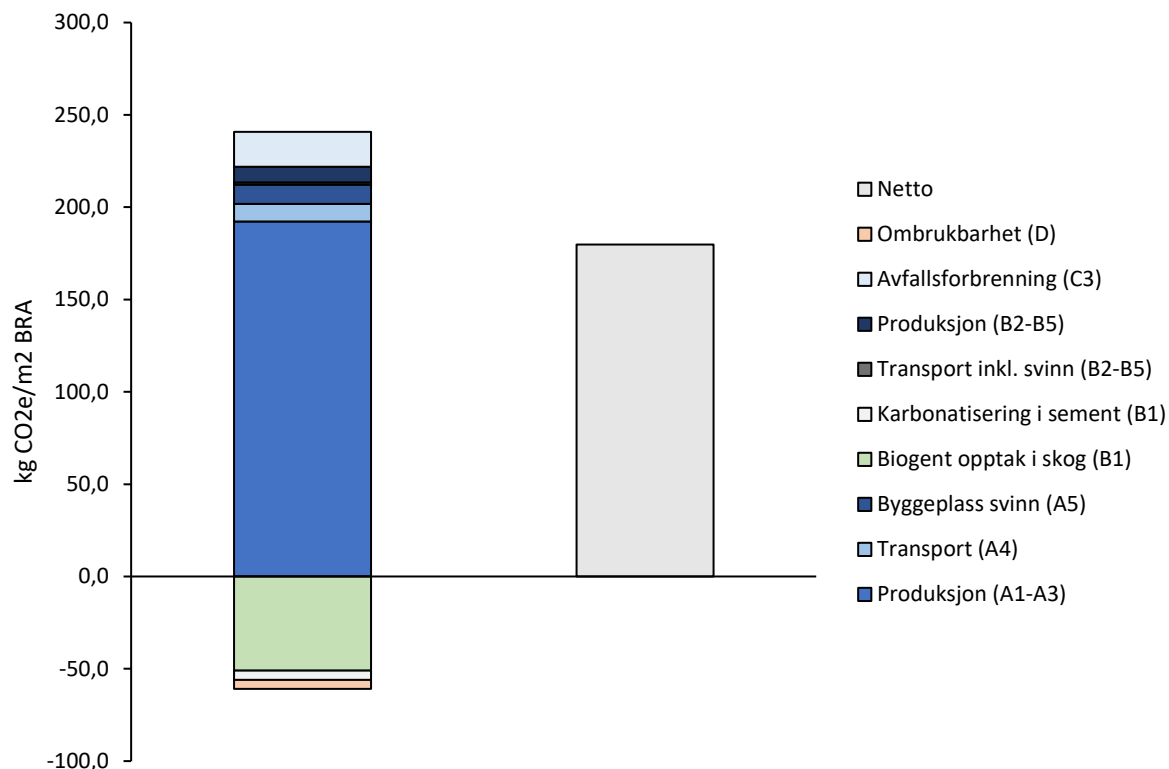
Resultater fra energikonsept	
Energibehov (vurdert mot forskriftskrav for skole på 110 kWh/m ²)	67,4 kWh/m ²
Levert energi til bygningen	39,4 kWh/m ²
Solstrøm til egenbruk	6,6 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	4,3 kWh/m ²
Netto levert energi	29,3 kWh/m ²

Som angitt i tabellen over innfris nZEB-kravet med god margin. Erfaringsmessig kan nZEB-krav være utfordrende å innfri, da det som regel forutsetter en omfattende solcelleproduksjon. Stor solcelleproduksjon forutsetter et stort anlegg som kan gå på akkord med bygningsform og arkitektonisk utforming. Dette har løst seg relativt enkelt i prosjektet, hvor anlegget tidlig ble et integrert element i det arkitektonisk løsning.

For byggeplassen er det antatt at prosjektet vil ivareta kravet til 50 % utslippsfri byggeplass med utslippsfri oppvarming og byggtørk. Anleggsmaskinene vil i hovedsak være fossilfrie (benytte biodiesel), men det legges i tillegg opp til 1-2 elektriske anleggsmaskiner for å sikre margin. I hvilken grad prosjektet vil benyttes utslippsfrie anleggsmaskiner avhenger av tilgjengelighet i markedet, samt kostnad for dette. Med denne løsningen for energiforsyning til byggeplass og energibruk i drift ligger prosjektet 8 % under makskravet til FutureBuilt.

5 Materialbruk

Her presenteres utslippsresultatene for materialer i mer detalj og sammenlignet med FB ZERO-kriteriene for materialer.



Figur 5: Fordeling av klimagassutslipp fra materialer (kg CO₂-e/m² BRA), prosjekteringsfase

kg CO ₂ -e/m ² BRA	Kravnivå	Prosjektert bygg		Som bygget		I drift	
		NS 3720	FB ZERO	NS 3720	FB ZERO	NS 3720	FB ZERO
A1-A3 Produksjon		192,2	192,2				
A1-A3 Biogent opptak i skog							
A4 Transport		9,6	9,6				
A5 Byggeplass inkl. svinn		8,1	10,3				
B1 Biogent opptak i skog		-	-51,0				
B1 Karbonatisering i sement		-	-5,1				
B2-B5 Transport inkl. svinn		6,3	1,3				
B2-B5 Produksjon		20,3	8,4				
C3 Avfallsforbrenning		29,4	18,9				
D Ombrukbarhet		-	-4,9				
TOTALT	211	266	180	xxx			

kg CO ₂ -e/m ² år	4,4	3,0		
kg CO ₂ -e/person/år	40	27		
kg CO ₂ -e totalt	1 981 753	1 340 484		

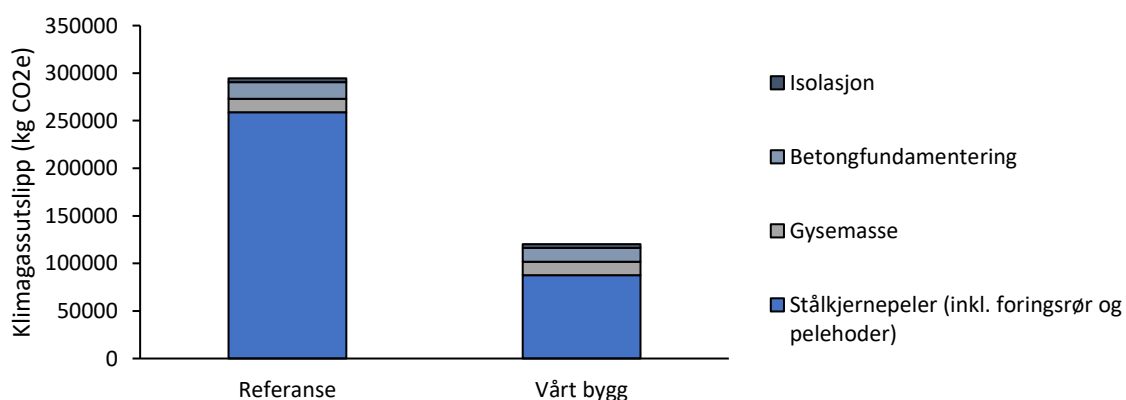
Tabell 4: Klimagassutslipp fra materialbruk, alle faser

5.1 Resultater

Prosjektet er under kravnivået til FutureBuilt med 180 kg CO₂e/m² BRA fra materialer. Klimagassutslippene fra materialene er først og fremst redusert ved at det ble tatt en tidlig beslutning om å prosjektere og bygge skolen i massivtre til fordel for stål og betong. Denne beslutningen ble blant annet tatt på bakgrunn av oppnåelse av kriteriene gitt av FutureBuilt ZERO. Dermed er det utstrakt bruk av tre i både yttervegger, bæresystem og dekker. Dette har ført til en betydelig reduksjon i klimagassutslipp som følge av biogen karbonlagring. Videre har klimagassutslippene blitt beregnet fortløpende, fra tidlig i skissefase og gjennom skisse- og forprosjekt. Dette har blant annet ført til valget om å benytte lavkarbonbetong klasse A. Det er også utført alternativsvurderinger mht. klimagassutslipp som underlag til beslutninger, eksempelvis for ytterveggskledninger, isolasjon og gulvbelegg. Her ble trekledning vurdert opp mot en pusset fasade, vi så på muligheter for valg av vinylbelegg opp mot linoleum og det ble vurdert hvorvidt vi kunne bruke glassull til fordel for steinull i vegger. Det er fortsatt en del av produktvalgene som ikke er tatt i forprosjektet og dette vil følges opp videre i detaljprosjekteringen.

Som følge av prosjektets strategi for sirkulært bygg er det planlagt tilrettelegging for fremtidig ombruk for søyler og bjelker i tre og stål, massivtredekker, vinduer/dører/glassfasader og himlingsplater. Da det er noe usikkert hva prosjektet får til på nåværende stadium er effekten av ombrukbarhet kun tatt med for bæresystem og dekker. Dette bidrar til en liten reduksjon i klimagassutslippene (ca. 5 kg CO₂e/m²). Når det beregnes hvor mye fratrekk i klimagassutslipp det vil være ved å legge til rette for fremtidig ombruk skal det iht. regnereglene i FutureBuilt ZERO trekkes fra klimagassutslipp tilsvarende 10 % av utslippene ved produksjon av materialet/produktet. Det reelle fratrekket vil kunne argumenteres for å være vesentlig større, men dette er noe som vil komme «neste» prosjekt, altså de som bruker materialene om igjen, til gode. Ombrukbarhet for materialene vil følges opp i detaljprosjektering i samråd med leverandør, og er planlagt dokumentert ved hjelp av strategier beskrevet i FutureBuilds definisjon for sirkulære bygg.

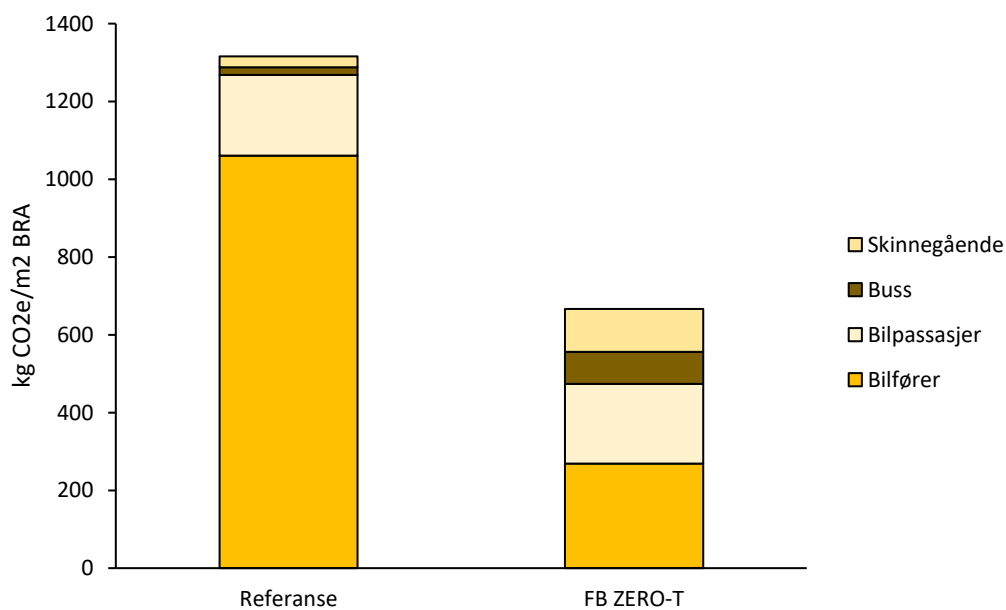
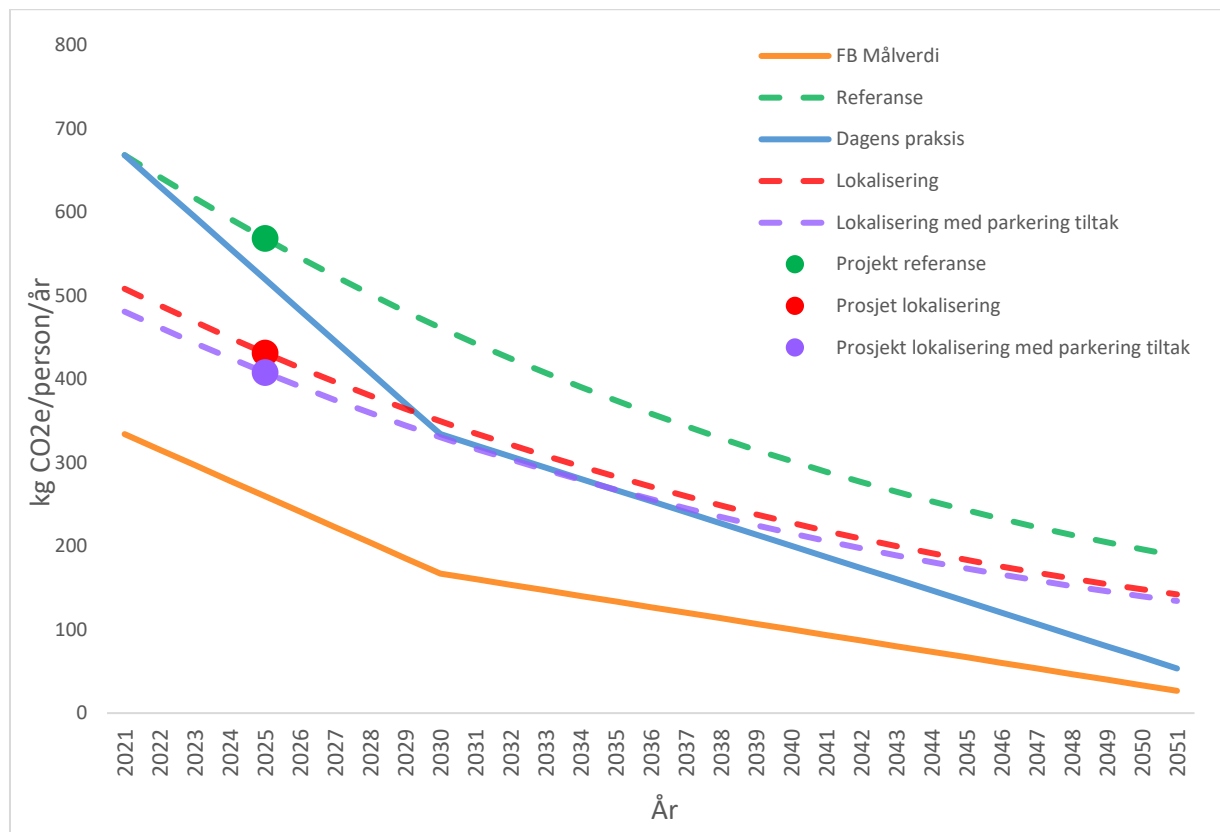
5.2 Grunn og fundamenter



For grunn og fundamenter er det oppnådd en reduksjon på 59 % sammenlignet med beregnet referanseløsning. Både referanseløsningen og «vår bygg» er basert på bruk av stålkjernepeler, men for referanseløsningen er det lagt til grunn 15 % mer stål (i vekt) på grunn av behov for mer fundamentering i et bygg av stål og betong. I tillegg er det for «vårt bygg» benyttet tilgjengelige EPDer for stålkjernepeler, forrør og pelehoder, mens det for referanseløsningen er benyttet en generisk utslippsfaktor for stål, med en resirkuleringsgrad på 60 %.

6 FutureBuilt ZERO-T

Her presenteres klimagassutslippene fra transport i drift og sammenlignes resultatene FB ZERO -T målverdi.



Figur 6: Fordeling av klimagassutslipp fra transport (kg CO₂-e/m² BRA)

kg CO ₂ -e/m ² BRA	Kravnivå	Prosjektert bygg		Som bygget		I drift	
		Referanse	FB ZERO-T	Referanse	FB ZERO-T	Referanse	FB zero-T
Bilfører		1 060	269				
Bilpassasjer		208	205				
Buss		19	82				
Skinnegående		28	110				
TOTALT	601	1 316	666				

kg CO ₂ -e/m ² år	22	11		
kg CO ₂ -e/person/år	199	101		
kg CO ₂ -e totalt	9 807 360	4 964 820		

Tabell 5: Klimagassutslipp fra transport, alle faser

6.1 Resultater

Klimagassutslippene fra transport i drift er redusert med 49 % som følge av byggets lokalisering, samt svært få parkeringsplasser. Prosjektet ligger 10 % over FutureBuilt's målverdi og har derfor planlagt en rekke tiltak for å redusere utslippene fra transport i drift ytterligere. Tiltakene som er planlagt gjennomført er basert på transportkartleggingen og tilhørende mobilitetsplan som ble utarbeidet i forprosjektet og inkluderer følgende:

- Iverksette ett forslag til forbedring av tilstanden til det lokale sykkelveinettet, valgt sammen med lokale myndigheter
- Installasjon av samsvarende sykkelparkeringsplasser
- Dusjer og garderober på skolen og nabotomten for hhv. ansatte og elever
- Dokumentasjon av økning i den eksisterende kollektivtransportindeksen gjennom forhandlinger med lokale buss-, tog- eller trikkeselskaper for å øke frekvensen til det lokale tjenestetilbudet til utbyggingen
- Oppsett av kollektivtransportinformasjonssystem i et offentlig tilgjengelig område
- Samtlige parkeringsplasser på terreng adskilt fra hovedfunksjonen
- Etablering av ladestasjoner for minst 50 % av prosjektets totale bilparkeringskapasitet
- Parkeringsdekning er redusert til kommunal minimumsnorm (tilsvarer 6 plasser for prosjektet)

Sammen med allerede god tilgang på kollektivtransport er det antatt at tiltakene vil redusere bruk av bil blant skolens brukere.

7 Tilleggsdokumentasjon

7.1 Komplette beregning iht. NS 3720

kg CO2e per m2 BRA	Kapittel i NS 3720	Prosjektet bygg	Som bygget	Avvik fra FB ZERO
Tomtebearbeiding	7.2	-		
Byggeplass	7.3	27		Tilsvarende
Materialer	7.4	566		Inkluderer bygningsdel 21, ingen teknologi- og tidsvektning ved utskiftninger og omfatter C1-C4 ved endt livsløp (ikke kun C3). Ingen kompensasjon for karbonopptak
- 2 Bygning		275		Inkluderer bygningsdel 21, ekskl. bygningsdel 49 (ligger under 4 Elkraft)
- 3 VVS-installasjon		187		Kun inkludert i NS3720
- 4 Elkraft		74		Kun inkludert i NS3720 (med unntak av bygningsdel 49)
- 6 Andre installasjoner		9		Kun inkludert i NS3720
- 7 Utendørs		21		Kun inkludert i NS3720
Energi i drift	7.5	165		Ingen tidsvektning eller kompensasjon for eksportert elektrisitet
Transport i drift	7.6	666		Fra FB ZERO-T
Totalt		1 424		

8 Vedlegg

8.1 Underlag beregninger for energi

Lvert energi er hentet fra energiberegningen utført i prosjektet (datert 19.05.2022), se beregnet lvert energi under.

Lvert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Lvert energi	Spesifikk lvert energi
1a Direkte el.	245960 kWh	33,0 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem	47732 kWh	6,4 kWh/m ²
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-49534 kWh	-6,6 kWh/m ²
Totalt lvert energi, sum 1-7	244159 kWh	32,8 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	-25551 kWh	-3,4 kWh/m ²
Netto lvert energi	218607 kWh	29,3 kWh/m ²

8.2 Underlag for beregninger fra byggeplass

Forbruk av energi og drivstoff på byggeplass er basert på følgende 3 kilder:

- Kilde 1: Potensialet for utslippsreduksjon ved fossil og utslippsfrie bygge- og anleggsplasser, utarbeidet for Klimaetaten Oslo Kommune av DNV GL.
- Kilde 2: LCA of diesel and biodiesel based on ecoinvent 3.3. OneClickLCA (2016) LCA study for country specific electricity mixes based on IEA, OneClickLCA 2016.
- Kilde 3: Erfaringstall fra tidligere HENT-prosjekter (basert på 11 prosjekter med målt energiforbruk)

	Kilde 1	Kilde 2	Kilde 3	Gjennomsnitt
Oppvarming	47 kWh/m ² BTA	43 kWh/m ² BTA	74 kWh/m ² BTA (totalt elektrisitetsbehov)	55 kWh/m ² BTA
Anleggsmaskiner	30-45 kWh/m ² BTA (avhengig av grunnforhold)	54 kWh/m ² BTA (basert på byggeplass med biodiesel)	64 kWh/m ² BTA	54 kWh/m ² BTA

8.3 Underlag beregninger for materialer

Materialmengder og -typer er hentet fra IFC-modell, samt fra prosjektets kalkyle. Følgende materialmengder er benyttet:

Svar	Mengde	Enhet	Kommentar	Bygningsdel	Kapp og svinn	EPD
Ventilation system for educational or commercial building	7980	m2	Ventilasjonssystem	30	1 %	Nei
Heat distribution system (water heat distribution) for educational or commercial buildings	7980	m2	Varmedistribusjonssystem	30	1 %	Nei
Pipesystem, hot and cold water supply, PEX, per m2 GFA	7980	m2	Rørsystem varmt og kaldt vann	30	0.0 %	Nei
Sewage water drainage piping network, per m2 GIFA (office buildings)	7453	m2	Avløpsrør	30	6 %	Nei
Drainage system, PVC, per m2 GFA	7980	m2	Overvannsrør	30	0.0 %	Nei
Electricity distribution system, cabling and central, for all building types	7980	m2	Elektrisitetdistribusjonssystem	40	1 %	Nei
Solar panel photovoltaic system, 3 000 Wp	189	m2	Solceller tak	49	0.0 %	Nei
Elevator, 630 kg capacity, for passenger use	4	unit	Heiser	60	0.0 %	Nei
Crushed stone construction aggregate products, Oslo and Bærum (crushing stage 1)	1092	m3	Pukk til omfylling grøfter, kummer, drenering	71	0.0 %	Nei
Ferdigbetong, normal styrke, generisk, B30 (var: lavkarbonklass C)	8,8	m3	Betong vannkummer	72	4 %	Nei
Forsterkning stål (armering), generisk	332	kg	Armering betongkummer	72	4.85 %	Nei
Concrete water reservoir	11	unit	Fordrøyningsbasse ng	72	6 %	Nei
Naturstein av larvikitt/anortositt, uttak av LUNDHS Antique	13750	kg	Mur naturstein	72	4.5 %	Nei
Betong	24	m3	Bunnplate trafo og boder	72	4 %	Nei
Betong	6	m3	Fundamenter div utomhus	72	4 %	Nei
Steel, rebar products (concrete reinforcement)	2880	kg	Armering bunnplate	72	4.85 %	Nei
Steel, rebar products (concrete reinforcement)	734	kg	Armering fundamenter	72	4.85 %	Nei
XPS isolasjonsplate	160	m2	Isolasjon bunnplate	72	4 %	Nei
XPS isolasjonsplate	9	m2	Isolasjon fundamenter	72	4 %	Nei
Høvellast, bartre	12	m2	Bindingsverk yttervegger boder	72	17.9 %	Nei
Høvellast, bartre	30	m2	Utlekking yttervegger boder	72	17.9 %	Nei
Steinull-isolasjon	89	m2	Isolasjon yttervegger boder	72	8 %	Nei
Orienterte strandbrett (OSB), generisk	101	m2	OSB yttervegger boder	72	16.7 %	Nei
Malmfuru, behandles med jernvitrol	101	m2	Kledning boder	72	17.9 %	Nei

Galvanized profiled steel sheets, polyester-coated, for ceiling and wall application	35	m2	TRP-plater tak	72	7.5 %	Nei
Fuktmembran for kjellervegger, betonggulv og grønne tak, PP	35	m2	Dampsperre tak	72	10 %	Nei
Glava glassull	35	m2	Isolasjon tak	72	8 %	Nei
Two-layer waterproofing systems	35	m2	Tekking tak	72	10 %	Nei
PE pipes for transportation of water, waste water or other liquid and as a cable protection pipe	183	kg	Vannledning brannvann til bygg og brannhydrant	73	0.0 %	Nei
PE pipes for transportation of water, waste water or other liquid and as a cable protection pipe	56	kg	Vannledning forbruksvann	73	0.0 %	Nei
PVC drainage pipes	165	m	Spillvann- og overvannsledninger	73	0.0 %	Nei
PP drainage pipes	200	m	Drensrør veitrau	73	0.0 %	Nei
Kabelrør PVC	1280	m	Trekkerør PVC	74	0.0 %	Nei
Avtrappet mast med fotplate [kg mast] - Varmforsinket	525	kg	Lysmaster	74	7.5 %	Nei
Crushed stone construction aggregate products, Oslo and Bærum (crushing stage 1)	2192	m3	Forsterkningslag pukk	76	0.0 %	Nei
Filter fabric N3	4704	m2	Fiberduk	76	10 %	Nei
Crushed stone construction aggregate products, Oslo and Bærum (crushing stage 2)	470	m3	Nedre bærelag pukk	76	0.0 %	Nei
Asfalt, bærelag	79	m3	Øvre bærelag asfalt	76	0.0 %	Nei
Asfalt, bærelag	79	m3	Slitelag asfalt	76	0.0 %	Nei
Naturstein av anortositt brukt som brostein, trappetrinn, kantstein, belegningsstein og murblokk.	25	m3	Kantstein storgatestein	76	4.5 %	Nei
Granite for interior and exterior coating of pavements, floors, walls and facades	36	m2	Kantstein granitt	76	4.5 %	Nei
Betong	216	m2	Bakstøp kantstein	76	4 %	Nei
Mineralized wood chips filling	2176	kg	Hoggflis lekeplassunderlag	76	0.0 %	Nei
Filter fabric N3	35	m2	Fiberduk regnbed	77	10 %	Nei
Crushed stone construction aggregate products, Oslo and Bærum (crushing stage 2)	18	m3	Drenerende pukk regnbed	77	0.0 %	Nei
Soil, compacted dry density	2141	m2	Vekstjord gressarealer	77	0.0 %	Nei
Soil, compacted dry density	35	m2	Jord filtermedium regnbed	77	0.0 %	Nei
Crushed stone construction aggregate products, Oslo and Bærum (crushing stage 1)	358	m3	Bærelag av pukk (0-20mm) til fundamenter/banketter og gulv på grunn	212	0.0 %	Nei
Crushed stone construction aggregate products, Oslo and Bærum (crushing stage 1)	950	m3	Forsterkningslag pukk (20-120mm) gulv på grunn ++	212	0.0 %	Nei
Crushed stone construction aggregate products, Oslo and Bærum (crushing stage 1)	428	m3	Pukk til grøfter VVS og el	212	0.0 %	Nei
Crushed stone construction aggregate products, Oslo and Bærum (crushing stage 1)	26	m3	Pukk til underlag utvendig isolasjon	212	0.0 %	Nei
Crushed stone construction aggregate products, Oslo and Bærum (crushing stage 1)	300	m3	Pukk (20-120 mm) til kvalitetsfyllinger	212	0.0 %	Nei

Filter fabric N2	3168	m2	Fiberduk	212	10 %	Nei
Sveiset stålrør	20967	kg	Foringsrør	215	3.3 %	Nei
Threaded steel core pile	78828	kg	Stålkjerner	215	3.3 %	Nei
Pelehoder av varmvalsede plater	2396	kg	Pelehoder	215	3.3 %	Nei
Portland sement, generisk	11	m3	Gysemasse (injeksjonssement)	215	5 %	Nei
Betong	56	m3	Stripefundament og pelehoder betong	215	4 %	Nei
Steel, rebar products (concrete reinforcement)	5610	kg	Armering stripefundament og pelehoder	215	4.85 %	Nei
XPS isolasjonsplate	597	m2	Isolasjon stripefundament og pelehoder XPS	215	4 %	Nei
Crushed stone construction aggregate products, Oslo and Bærum (crushing stage 1)	171	m3	Drenerende pukklag (rør ligger under 30)	217	0.0 %	Nei
Glued laminated timber (Glulam)	172	m3	Limtresøyler	222	0.0 %	Nei
Betong	0,6	m3	Betongsøyler	222	4 %	Nei
Steel, rebar products (concrete reinforcement)	119	kg	Armering betongsøyler	222	4.85 %	Nei
Kald- og varmformede hulprofiler	23594.0	kg	Stålsøyler	222	0.0 %	Nei
Glued laminated timber (Glulam)	190	m3	Limtrebjelker	223	0.0 %	Nei
Betong	11	m3	Betongbjelker	223	4 %	Nei
Steel, rebar products (concrete reinforcement)	2191	kg	Armering betongbjelker	223	4.85 %	Nei
HSQ bjelker	8,9	m3	HSQ-bjelker	223	0.0 %	Nei
Kald- og varmformede hulprofiler	1043	kg	Stålbjelker CF-RHS	223	0.0 %	Nei
Stålbjelker og kanaler S355J2 / S460M/ML	8975	kg	Stålbjelker IPE	223	0.0 %	Nei
Kald- og varmformede hulprofiler	02.aug	m3	Vindkryss stål	224	0.0 %	Nei
Gipsplate, vind tett	3885	m2	GU-X bindingsverksvegger	231	12.5 %	Nei
Høvellast, bartre	144	m3	Trestendere bindingsverksvegger inkl lekter	231	17.9 %	Nei
Glava glassull	939	m3	Glassullisolasjon bindingsverksvegger	231	8 %	Nei
Gram Dampsperre	3885	m2	Bindingsverksvegger dampspærre	231	10 %	Nei
Rock wool insulation, in slabs	2684	m2	Steinullisolasjon bindingsverksvegger	231	8 %	Nei
Cross laminated timber (CLT/XLAM)	140	m2	Massivtre	231	0.0 %	Nei
Steinull-isolasjon	140	m2	Redair massivtrevegger	231	8 %	Nei
Betong	58	m3	Ringmur betong	231	4 %	Nei
Steel, rebar products (concrete reinforcement)	6960	kg	Armering ringmur	231	4.85 %	Nei
EPS insulation panels	899	m2	EPS ringmur, inkl. innside utside + markisolasjon	231	4 %	Nei
Glass façade	198.0	m2	Glassfasade	233	0.0 %	Nei
Steel frame glass door, fireproof	52	m2	Ytterdører	234	0.0 %	Nei

2-veis innadslående ytterveggsvindu, med aluminiumskledning	719	m2	Vinduer	234	0.0 %	Nei
Høvellast, bartre	38	m3	Utlekking kledning	235	17.9 %	Nei
Høvellast, bartre	1043	m2	Trekantlekter	235	17.9 %	Nei
Høvellast, bartre	5,1	m3	Relief	235	17.9 %	Nei
Malmfuru, behandles med jernvitrol	2771	m2	Trekledning	235	17.9 %	Nei
Aluminium facade cladding for ventilated curtain walls (VCW)	52	m2	Metallkledning	235	10 %	Nei
Solar panel photovoltaic system, 3 000 Wp	259.0	m2	Solceller kledning	235	0.0 %	Nei
Gipsplate	3095	m2	Gips	236	12.5 %	Nei
Gipsplate	3050	m2	Robust gips	236	12.5 %	Nei
Kryssfiner fra bøk, generisk	1208	m2	Kryssfiner	236	16.7 %	Nei
Orienterte strandbrett (OSB), generisk	83	m2	OSB	236	16.7 %	Nei
Cross laminated timber (CLT/XLAM)	524	m2	Massivtrevegger heissjakter++	241	0.0 %	Nei
Stalprofil til innervegg	22186	kg	Stålstender innervegger	241	0.0 %	Nei
Glava glassull	684	m3	Isolasjon stålstendervegger	241	0.0 %	Nei
Stalprofil til innervegg	853	kg	Stålstender påforingsvegger	242	7.5 %	Nei
Glava glassull	30	m3	Isolasjon påforingsvegger	242	8 %	Nei
Glassveggsystem	46	m2	Glassvegger	243	0.0 %	Nei
Interior door	483	m2	Tredører	244	0.0 %	Nei
Interior glass door	61	m2	Glassdører	244	0.0 %	Nei
Acoustic movable wall system with steel frame	11	m2	Foldevegger	244	0.0 %	Nei
Stalprofil til innervegg	1114	kg	Stålstender skjørt	245	7.5 %	Nei
Glava glassull	32	m3	Isolasjon skjørt	245	8 %	Nei
Gipsplate	17158	m2	Gips	246	0.0 %	Nei
Vanntynnet, matt, løsemiddelfri dispersjonsmaling	1938	kg	Maling gipsvegger	246	0.0 %	Nei
Orienterte strandbrett (OSB), generisk	16574	m2	OSB (spikerslag)	246	0.0 %	Nei
Veggpanel i tre	1194	m2	Baderomspanel	246	0.0 %	Nei
Overflatebehandlet panel av gran eller furu	901	m2	Glattpanel gran	246	0.0 %	Nei
Glass wool acoustic ceiling panel	381	m2	Perforerte akustikkplater (veggabsorbenter)	246	8 %	Nei
Kryssfiner fra bøk, generisk	719	m2	Perforerte finerplater (veggabsorbenter)	246	16.7 %	Nei
Ceramic tiles and plates	310	m2	Fliser	246	10 %	Nei
Waterproof, protective, flexible coating	310	m2	Membran fliser	246	10 %	Nei
Cross laminated timber (CLT/XLAM)	4031	m2	Massivtredekker 240 mm	251	0.0 %	Nei
Cross laminated timber (CLT/XLAM)	515	m2	Massivtredekker 300 mm	251	0.0 %	Nei
Steel, rebar products (concrete reinforcement)	98831	kg	Armering gulv på grunn	252	4.85 %	Nei
Radon- og fuktmembran for byggeplass, PP	2745	m2	Radonmembran	252	10 %	Nei
XPS isolasjonsplate	2745	m2	Isolasjon XPS	252	4 %	Nei
Betong	2745	m2	Betong gulv på grunn	252	4 %	Nei
Betong	76.0	m2	Påstøp våtrom	253	4 %	Nei

Steel, rebar products (concrete reinforcement)	521	kg	Armering avretting tekniske rom	253	4.85 %	Nei
Steel, rebar products (concrete reinforcement)	408	kg	Armering påstøp våtrom	253	4.85 %	Nei
Steel, rebar products (concrete reinforcement)	22050	kg	Armering avretting øvrige rom	253	4.85 %	Nei
Avrettingsmasse	173	m2	Avretting tekniske rom	253	13 %	Nei
ROCKWOOL stone wool thermal insulation ROCKWOOL International A/S (ROCKWOOL Nordics)	173	m2	Rockwool støpeplate (tilsvarer ca. 50 mm støpeplate)	253	8 %	Nei
Geotextile from polypropylene	173	m2	Fiberduk tekniske rom (tilsvarende 4940 Weber)	253	10 %	Nei
Geotextile from polypropylene	76	m2	Fiberduk våtrom (tilsvarende 4940 Weber)	253	10 %	Nei
Glava glassull	76	m2	Glava mineralullplate påstøp våtrom	253	8 %	Nei
Stone wool insulation, unfaced	7301	m2	Mineralull trinnlyd øvrige rom	253	8 %	Nei
EPS insulation boards	146	m3	Trinnlyd (tilsvarer Weber Komfort Rasjonell)	253	4 %	Nei
Avrettingsmasse	7301	m2	Avretting øvrige rom	253	13 %	Nei
Resilient linoleum floor covering	4424.0	m2	Linoleum	255	15 %	Nei
Resilient vinyl flooring, planks, tiles and sheets	1301	m2	Vinyl t1	255	10 %	Nei
Homogeneous vinyl (PVC) floor covering	174	m2	Vinyl t2	255	10 %	Nei
PVC safety flooring	45	m2	Sklisikker vinyl	255	10 %	Nei
Levelling screed for industrial floors	438	m2	Betongulv (tilsvarer Weber Industry SR)	255	13 %	Nei
Massive wooden flooring/parquet	236	m2	Industriparkett	255	17.9 %	Nei
Kryssfiner fra bøk, generisk	166	m2	Kryssfiner trapper og atrium	255	16.7 %	Nei
Epoksy Gulvmaling	97	m2	Epoxy gruber og sjakter	255	10 %	Nei
Glass wool acoustic ceiling panel	4219	m2	Himlingsplater A-kant, H01 og H03	257	8 %	Nei
Glass wool acoustic ceiling panel	352	m2	Himlingsplater A-kant, H02, H04	257	8 %	Nei
Galvanized steel profiles for suspended acoustic ceiling tiles	15999	m	Stålbæring systemhimling mineralull	257	7.5 %	Nei
Galvanized steel profiles for suspended acoustic ceiling tiles	1050	m	Stålbæring hygienehimling	257	7.5 %	Nei
Galvanized steel profiles for suspended acoustic ceiling tiles	1085	m	Stålbæring akustisk systemhimling	257	7.5 %	Nei
Suspended wooden ceiling, biogenic CO2 not subtracted (for CML)	920	m2	Spilehimling	257	17.9 %	Nei
Acoustic ceiling tile, glass veil faced	265	m2	Himlingsplater hygienehimling klasse A	257	8 %	Nei
Acoustic ceiling tile, glass veil faced	35	m2	Himlingsplater hygienehimling klasse B	257	8 %	Nei
Glassull akustisk takisolasjon, med glassfiberbelegg	310	m2	Akustisk systemhimling	257	8 %	Nei

Betong	1953	m2	Påstøp over massivtredekke	261	4 %	Nei
Steel, rebar products (concrete reinforcement)	29300	kg	Armering påstøp tak	261	4.85 %	Nei
Cross laminated timber (CLT/XLAM)	1953	m2	Massivtredekke tak plan 1 og 3	261	0.0 %	Nei
Cross laminated timber (CLT/XLAM)	24	m2	Massivtredekke tak plan 4	261	0.0 %	Nei
Fuktmembran for kjellervegger, betonggulv og grønne tak, PP	1977	m2	Dampsperre massivtretak	261	10 %	Nei
Fuktmembran for kjellervegger, betonggulv og grønne tak, PP	608	m2	Dampsperre TRP-tak	261	10 %	Nei
EPS insulation panels	494	m2	Isolasjon massivtretak, 25 %	261	4 %	Nei
Glava glassull	1483	m2	Isolasjon massivtretak, 75 %	261	8 %	Nei
Glava glassull	608	m2	Isolasjon TRP-tak	261	8 %	Nei
Galvanized profiled steel sheets, polyester-coated, for ceiling and wall application	608	m2	TRP-tak	261	7.5 %	Nei
Two-layer waterproofing systems	2585	m2	Takmembran dobbelt lag	262	10 %	Nei
Prefabricated system for facades and roof with aluminium profiles, with triple layer glass	52	m2	Glasstak	263	0.0 %	Nei
Extensive green roof system	585	m2	Tørreng tak	264	10 %	Nei
Cross laminated timber (CLT/XLAM)	62	m3	Trapper massivtre	281	0.0 %	Nei
Galvanisert ståltrapp, innendørs bruk	1,32	m3	Trapper stål	281	7.5 %	Nei

8.3 Underlag beregninger for transport

Klimagassutslippene fra transport er beregnet ved bruk av FutureBuilt's verktøy. Følgende input er lagt til grunn for beregningen:

Velg ferdigstillelsesår:

2025

Velg spesifikk plassering:

0 - 1 km fra

Spesifikk plassering jernbanestasjonene i Kolbotn og Ski

Område Follo

Hovedområde Tidligere Akershus fylke

Velg bygningkategori:

Skolebygning

Antall beboere

Antall ansatte

100

Antall senger

Antall elever

720

Antall fullstørrelse spillebaner

BTA

7980

BRA

7453

Scenario	Område	Parkering tiltak
Referanselokalisering	Tidligere Akershus fylke	Gratis p-plass hos arbeidsgiver
Byggets lokalisering, uten tiltak	0 - 1 km fra jernbanestasjonene i Kolbotn og Ski	Gratis p-plass hos arbeidsgiver
Byggets lokalisering, med effekt av parkeringsbegrensninger	0 - 1 km fra jernbanestasjonene i Kolbotn og Ski	Ikke p-plass hos arbeidsgiver, har andre p-muligheter