

Notat

Tonstad skole prosjektering

OPPDRAKSGIVER

Trondheim kommune

EMNE

Klimagass til regulering

DATO / REVISJON: 4. juli 2025 / 00

DOKUMENTKODE: 10264474-01-NOT-LCA-001



Multiconsult



Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt i den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult med mindre annet følger av norsk lov. Multiconsult påtar seg intet ansvar for bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn det som er godkjent skriftlig av Multiconsult. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter med mindre annet følger av norsk lov.



Rapport

OPPDRAAG	Tonstad skole prosjektering	DOKUMENTKODE	10264474-01-NOT-LCA-001
EMNE	Klimagass til regulering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Trondheim kommune	OPPDRAAGSLEDER	Johnny Holst
KONTAKTPERSON	Elin Randli	UTARBEIDET AV	Sigurd T. Rønningen
KOORDINATER	Sone: / Øst: / Nord:	ANSVARLIG ENHET	10234021 Seksjon Spesialrådgivning TRL
GNR./BNR./SNR.	/ / / Trondheim		

SAMMENDRAG

På oppdrag for Trondheim kommune, har Multiconsult utført klimagassberegninger i reguleringsfase for nybygging og ombygging av Tonstad skole i Trondheim kommune. Rapporten estimerer totalt ekvivalent klimagassutslipp for prosjektet for de livsløpsmodulene som skal vurderes iht. TEK17 og Trondheim kommunes egne miljøkrav. Beregning er utført iht. Trondheim kommunes klimaveileder, og omfatter livsløpsmodulene A1-A5, B2, B4, B6 og B8. Rapporten behandler også tiltak for reduksjon av klimagassutslipp.

Grunnet prosjektets tidlige fase, er det en del usikkerhet knytt til løsninger og resultater. Ved senere beregninger basert på mer detaljert underlag, må det forventes at resultatet for klimagassberegningene kan vise større utslipp. Denne vurderingen er ikke ment til å gi et absolutt tall på klimagassutslippene forbundet med byggingen, men skal gi et estimat og en indikasjon på utslippenes størrelsesorden.

Det er på forhånd bestemt at gammel skole skal bevares i den utstrekning det er mulig, i stedet for at hele bygningsmassen rives og bygges om igjen. Det er i tillegg forutsatt utstrakt bruk av ombrukte materialer og komponenter fra eksisterende bygg. Det bevarte arealet er medregnet i tiltaket (det er også medregnet i FutureBuilt-vurderinger, men holdt utenfor BREEAM-sertifisering), som gir et stort fordelingsareal for klimagassutslipp. Siden nye Tonstad skole skal sertifiseres til FutureBuilt, er det forutsatt at man skal oppnå 50% reduksjon av klimagassutslipp ift. Paris-målene. Dette kravet er en synkende kurve hvor målet skjerpes inn for hvert år. Grunnet det allerede ambisiøse målet for klimagassutslipp i prosjektet, er det ikke valgt å benytte mange alternative scenarier for klimagassutslipp. Hele prosjekteringsprosessen vil uansett være preget av å maksimere utslippsreduksjon.

Resultatene viser at prosjektet, som i utgangspunktet er ambisiøst, ligger godt under referansenivå for utslipp generelt, men litt over på energi grunnet lite handlingsrom. Det har tilsynelatende særlig god effekt å bygge på- og om gammelt skolebygg, da dette gir mye ekstra areal å fordele utslippene på. Det er en stor besparelse i å beholde størsteparten av gammel bygningsmasse. Totalt beregnet utslipp er 1990 tonn CO₂e over livsløpet, 39,8 tonn CO₂e/år, og 3,98 CO₂e/m² BRA år.

Ulike klimagassreduserende tiltak er vurdert gjennom hele forprosjektet, og det er derfor allerede planlagt med en stor andel lavkarbon ekstrem-betong, tre istedenfor stål, ombruk av fasadematerialer og bevaring av eksisterende konstruksjoner. Denne kartleggingen har likevel belyst hvor virkningsfullt det er på det totale utslippet fra prosjektet å oppfordre til redusert bruk av bil til og fra skolen. Ved å redusere antall parkeringsplasser og ellers løfte fram alternative transportmetoder kan man ha stor påvirkning på de totale utslippene knyttet til byggets levetid.

00	04.07.2025	Klimagass til regulering	STR	SU	STR
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



INNHALDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	6
2	Metode	6
2.1	Systemgrenser	7
2.2	Beregningsverktøy – Reduzer	7
2.3	Beregningsgrunnlag.....	7
3	Klimagassutslipp – materialer	9
3.1	Materialutslipp i byggefase	9
3.2	Materialutslipp samlet	10
4	Klimagassutslipp – Anleggsarbeid	10
5	Klimagassutslipp – energibruk i drift	10
5.1	Energibruk i drift og energiproduksjon fra solceller	11
6	Klimagassutslipp – Transport i drift	11
7	Klimagassutslipp – Landskap	13
8	Resultater oppsummert.....	13
9	Referanser	16



1 Bakgrunn

På oppdrag fra Trondheim kommune er det utført en innledende klimagassberegning for Tonstad Skole.

Formålet med klimagassberegningen er å kvantifisere klimagassutslipp målt i CO₂-ekvivalenter (CO₂e) fra prosjektet. Klimagassberegningene vil gi nyttig informasjon for valg av miljøvennlige løsninger og materialer i prosjektet, og vil brukes som et verktøy gjennom hele prosjekteringen for å oppnå FutureBuilt ZERO B-sertifisering, samt oppnå et utvalg klimagassrelaterte poeng i BREEAM-sertifiseringen. For ZERO B-sertifiseringen benyttes beregningskriterier som ligger inne i Reduzer-verktøyet for FutureBuilt, mens for beregningene presentert under, er beregningskriterier for NS3720 – «Basis – Uten lokalisering – 50 år» benyttet. For beregninger som gjelder transport i drift, er beregningskriterier for «No system boundary – 50 år» benyttet. På den måten får man gjort beregninger for NS3720 Basis med lokalisering over 50 år iht. klimaveilederen.

Nøkkelparametere for prosjektet er beskrevet i Tabell 1-1.

Tabell 1-1 Bygningsinformasjon. Livsløpsmoduler iht. TKs krav til reguleringsplaner.

Parameter	Beskrivelse
Lokalisering	Trondheim
Bygningskategori	Skole/Idrettshall
Bruttoareal (BTA)	11450 m ²
Oppvarmet bruksareal (BRA)	10000 m ²
Livsløpsmoduler	A1-A5, B2, B4, B6 og B8
Beregningsperiode	50 år

Datagrunnlaget i skissefasen er begrenset, og det er derfor en del usikkerhet knytt til de reelle klimagassutslippene. Det antas at en mer detaljert klimagassberegning på et senere stadium vil gi større utslipp jo flere materialer som legges inn, men prosjektet vil også benytte flere ombrukte materialer ettersom tilgjengeligheten av disse blir klarere. Beregninger på et senere stadium kan derfor også ende opp med å vise lavere utslipp. Vurderingen som gjøres i denne fasen har ikke til hensikt å angi et nøyaktig klimagassutslipp, men å vise i hvilken størrelsesorden utslippene ligger, og belyse hvilke kilder som står for de største utslippene. Dette bidrar til å identifisere de mest virkningsfulle klimagassreduserende tiltakene for Tonstad skole.

2 Metode

Klimagassberegningen beskriver prosjektets påvirkning på klimaendringer. Effekten måles i ekvivalent utslipp av drivhusgasser (tonn CO₂e). Klimagassberegningen for dette notatet er utarbeidet iht. NS 3720 Metodikk for klimagassberegning for bygninger, ved hjelp av NS3420- beregningskriterier i beregningsprogrammet Reduzer. Kravet fra Trondheim kommunes klimaveileder er at beregning skal utføres som basis med lokalisering. «Med lokalisering» innebærer at i tillegg til å beregne klimagassutslipp fra byggeplass, materialer og energi i drift, skal det også beregnes klimagassutslipp fra transport i drift.



2.1 Systemgrenser

NS 3720 fastsetter en felles livsløpsmodell for bygninger der livsløpsstadiene deles inn i separate moduler slik at utslippene kan sammenlignes på tvers av prosjekter.

Klimagassberegninger for forskjellige formål inkluderer og ekskluderer forskjellige livsløpsstadier.

Inkluderte stadier i beregningen for Tonstad skole er beskrevet i utklippet fra Trondheim kommunes klimaveileder vist i Tabell 2-1. Det er beregnet for alle bygningsdeler utenom tekniske systemer og inventar. Solceller er medtatt i materialberegningene. Grunnet underlagets tidlige fase, er det antatt at mange detaljer ikke er medtatt, men at de største utslippskildene er gjort rede for.

Tabell 2-1 Påkrevde livsløpsmoduler iht. Trondheim kommunes veileder, markert med blå farge. TKs krav til reguleringsplaner er at beregningene skal omfatte modulene A1-A5, B2, B4, B6 og B8. B6 og B8 inngår ikke i TEK-kravet for alle byggesaker.

	PRODUK-SJONSFASE			GJENNOM-FØRINGSFASE		BRUKSFASE								SLUTTFASE			
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	C1	C2	C3	C4
	RÅVARER	TRANSPORT	PRODUKSJON	TRANSPORT	ANLEGGSARBEID	BRUK	VEDLIKEHOLD	REPARASJON	UTSKIFTING	OMBYGGING	ENERGIBRUK I DRIFT	VANNFORBRUK I DRIFT	TRANSPORT I DRIFT	RIVING	TRANSPORT	AVFALLSBEHANDLING	AVHENDING
TK																	
TEK																	

Klimagassberegninger for reguleringsplaner skal baseres på NS 3720, med omfang basis med lokalisering, og minimum omfatte materialer tilsvarende omfang i TEK (modulene A1-A4, B2,B4), arbeid på byggeplass (A5), energibruk i drift (B6) og transport i drift (B8), se Figur 4. Beregningstiden er 50 år, tilsvarende krav i TEK (Trondheim kommune, 2025).

2.2 Beregningsverktøy – Reduzer

Verktøyet Reduzer er benyttet til å gjennomføre klimagassberegningene for Tonstad skole. Verktøyet bygger på forskning fra NTNU og Danmarks Tekniske Universitet (DTU), og har siden utviklet seg til å bli en raskt voksende programvare for klimagassberegninger i byggebransjen. Programmet inneholder verifiserte globale og lokale databaser for miljødata, og har inne flere forskjellige sertifiseringer med egne beregningsmetoder, deriblant FutureBuilt og BREEAM, som begge er relevante for prosjektet. Transport og massehåndtering for gravearbeidene er i denne fasen forenklet beregnet med verktøyet VegLCA v5.14B fra Statens Vegvesen.

2.3 Beregningsgrunnlag

Tabell 2-2 beskriver underlaget som er benyttet i klimagassberegningene.



Tabell 2-2 Informasjon om benyttet beregningsgrunnlag.

Datatype	Datakilde
Materialer (A1-A3)	Hentet fra ARK- og RIB-modeller i skisseprosjekt. Ellers estimerer, forenklinger og antakelser der utdypende data mangler.
Transport (A4)	Typiske transportavstander og metoder for aktuelle materialtyper fra Reduzer.
Anleggsarbeid (A5)	Estimerte masseuttak fra geotekniker, standardverdier fra Reduzer.
Materialer i bruksfasen (B2, B4)	Estimerte levetider basert på standardverdier fra Reduzer.
Energibruk i drift (B6)	Basert på energiberegninger i skisseprosjekt, basert på krav i FutureBuilt-standarden.
Transport i drift (B8)	Basert på reisevaneundersøkelser for Trondheim kommune, listet under forutsetninger.

Livsløpsmodulene A1-A5, B2 og B4 benytter utslippsfaktorer fra materialene som er valgt i beregningsprogrammet. Modul B6 bruker verdier basert på prosjektets foreløpige energiberegninger fra skissefasen. Disse er justert for endringer som er bestemt i etterkant av at energiberegninger for skisseprosjekt ble levert. Modul B8 Transport i drift bruker tall basert på reisevaneundersøkelsen som ble gjennomført høsten 2023 for elever (1.-7. trinn) i sommerhalvåret (Miljøpakken, 2024). For ansatte benyttes *Reisevaner i 2022 Hovedresultat for Trondheimsregionen Nasjonal reisevaneundersøkelse 2022 med tilleggsutvalg* (Miljøpakken, 2023), data er hentet fra transportmiddelfordeling etter endesone for Sørbyen øst.



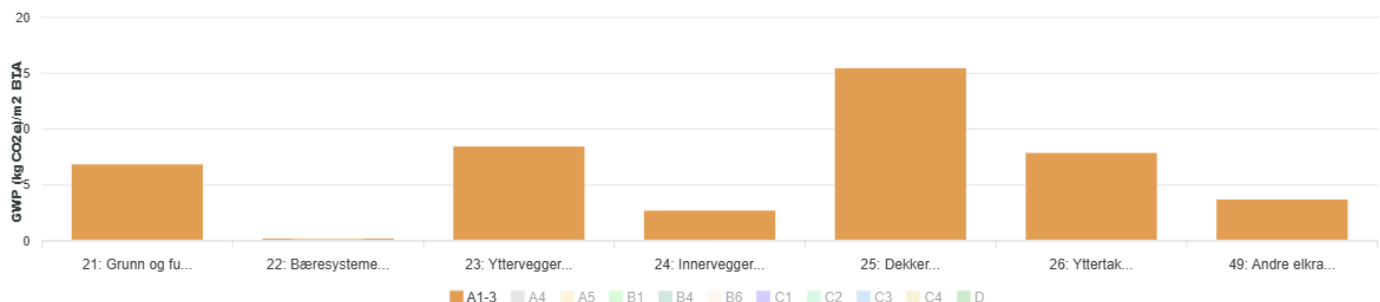
3 Klimagassutslipp – materialer

Klimagassutslipp fra løsningene på Tonstad skole skal settes opp mot et referansenivå. Det er valgt å sammenligne med verdier oppgitt i Trondheim kommunes klimaveileders vedlegg 2: Referanseverdier og utslippsfaktorer. For materialer, er referanseverdien for skolebygg satt til 6,03 kgCO₂e/BTA m² år. Det er beregnet utslipp fra materialer utenom tekniske systemer, med unntak av materialer til energiproduksjon på stedet (solcellepaneler).

3.1 Materialutslipp i byggefase

Siden det fra starten har vært vektlagt CO₂-reduserende tiltak i hele prosjekteringsfasen, er det minimert andel stål i hele tiltaket, og all betong er prosjektert som lavkarbon ekstrem-betong. Det er valgt ombrukstegl til kledning på nytt skolebygg, og trekledning på idrettshall. Limtresøyler erstatter stål- og betongsøyler i stort omfang, derav lite utslipp fra bæresystem. RIB-modell som informasjon er hentet fra er relativt detaljert, og det er knytt lite usikkerhet til data fra denne. Det antas å medfølge noe påslag på RIB-utslipp dersom man ikke finner løsning der man unngår avrettingsstøp. Endelig materialvalg for trapper vil også ha en konsekvens.

Øvrige utslipp kommer fra ARK-modell. Denne er noe mindre komplett, og det antas at disse utslippene vil øke senere i prosessen, når modell detaljeres ut. Det er dog forutsatt en stor andel ombruksmaterialer og bruk av resirkulerte materialer. Begge vil bidra til å redusere utslippet fra materialer. Andre elkraftinstallasjoner gjelder solcellepanelene som medtas for å tilfredsstille energikravene i FutureBuilt-standarden. Disse har høyt utslipp både på grunn av forurensende utvinning og produksjon.

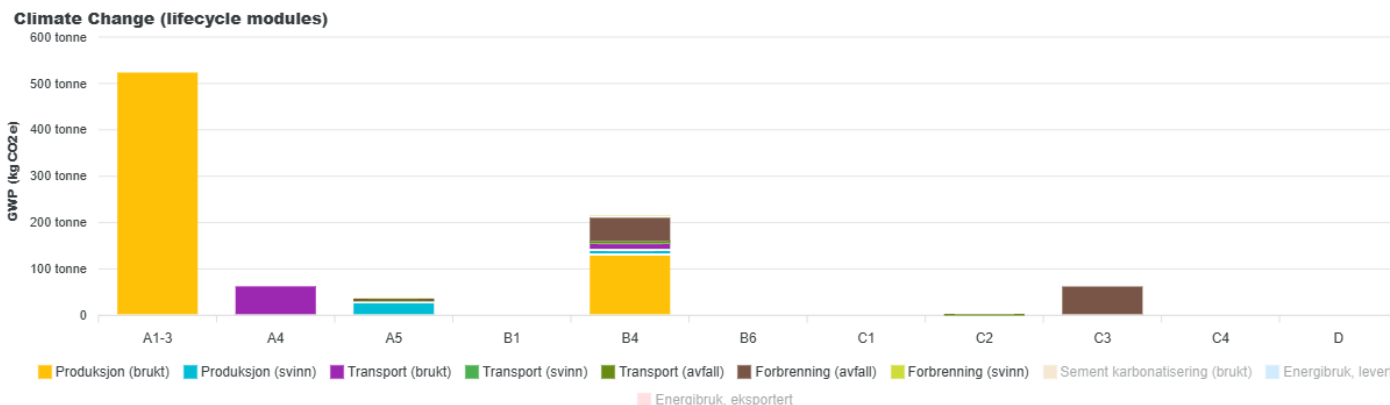


Figur 3-1 Klimagassutslipp fra materialer (A1-A3) fordelt på bygningselementer. Figur fra Reduzer-beregning.

Totalt utslipp fra materialer i byggefase er beregnet til 46 kg CO₂e/m² BTA. Fordelt på en beregningsperiode på 50 år, tilsvarer dette 0,92 kg CO₂e/m² BTA år



3.2 Materialutslipp samlet



Figur 3-2 Materialutslipp fra A1-A4 og B2 og B4. Vedlikeholdsutslipp (B2) er her bakt inn i B4 utskifting. Figur fra Reduzer-beregning.

Totalvurdering av A1-A3, B2 og B4 dytter «materialutslippet» opp til 70,1 kg CO₂e/m² BTA. Fordelt på en beregningsperiode på 50 år, tilsvarer dette 1,4 kg CO₂e/m² BTA år, betraktelig lavere enn referanseverdien på 6,03. Denne forskjellen stammer fra at omtrent halvparten av bygningsskall og bæresystemer er bevarte materialer (ombygging gammelt skolebygg), samt at det er valgt lavkarbonløsninger for nytt bæresystem m.m. Reelt totalutslipp når mer informasjon er tilgjengelig vil øke, men dette kan justeres vha. økt omfang av ombruksmaterialer dersom man nærmer seg grenseverdien for utslipp satt av FutureBuilt-standarden.

4 Klimagassutslipp – Anleggsarbeid

For arbeid på anleggsplass (A5) er referansenivå hentet fra FutureBuilt/ZEN. Referansenivåene er foreløpig uavhengig av bygningstype og beregnes for totalt BRA i prosjektet (inkl. kjeller). For omregning til BTA brukes faktor 1,15. Arbeid på anleggsplass (A5): 1,23 kg CO₂e/BRA m² år.

Utslipp fra anleggsarbeid er hentet fra Reduzer-beregningsens modul A5, samt verktøyet VegLCA v5.14B fra Statens Vegvesen. Beregnede utslipp tilsvarer henholdsvis 53,18 og 113 tonn CO₂e, som samlet gir 0,33 CO₂e/BRA m² år. Dette tallet er godt under referansenivå på 1,23. I senere fase i prosjekteringen vil utslipp forbundet med karbonholdige masser beregnes, som igjen vil kunne øke anleggsutslippene betraktelig. Dersom dette medfører uakseptabelt høye utslipp, skal det gjøres særlige tiltak for å redusere utslipp, slik som utslippsfri bygge- og anleggsplass, og bevisst planlegging av henting og deponering for å redusere transportavstander. Slike tiltak skal uansett vurderes som del av BREEAM-prosessen. Massehåndteringen ivaretas dessuten i FutureBuilt-prosessen, hvor både utslipp og sirkularitet for utgravde masser skal beregnes og eventuelt kompenseres med tiltak.

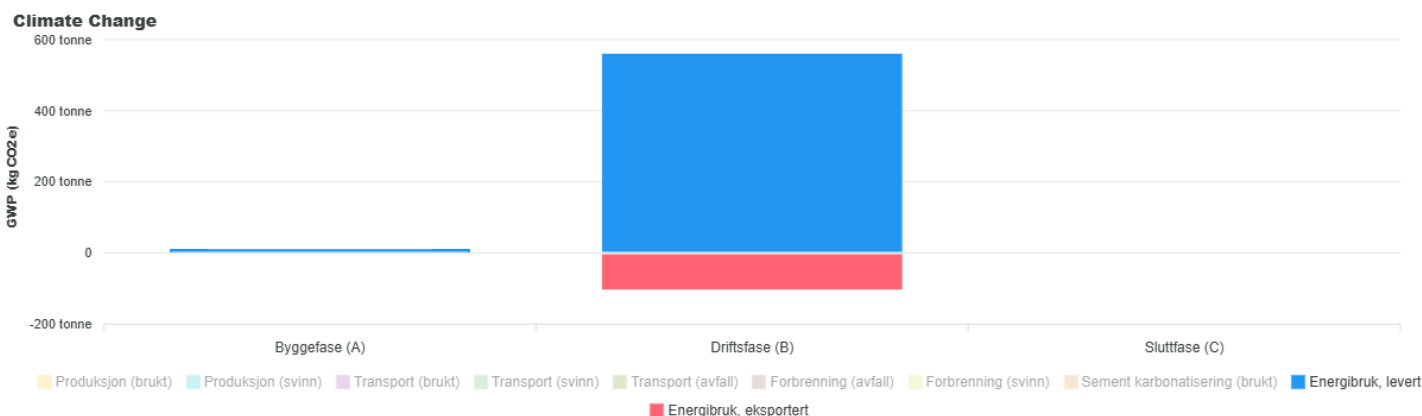
5 Klimagassutslipp – energibruk i drift

Klimagassutslipp fra løsningene på Tonstad skole skal settes opp mot et referansenivå. Det er valgt å sammenligne med verdier oppgitt i Trondheim kommunes klimaveileders vedlegg 2: Referanseverdier og utslippsfaktorer. For energi i drift, er referanseverdien for skolebygg satt til 110 kWh/m² oppvarmet BRA per år. Norsk miks er benyttet som scenario både for levert elektrisk energi og fjernvarme.



5.1 Energibruk i drift og energiproduksjon fra solceller

For å oppnå de strenge energikravene satt av FutureBuilt, kreves det lavforurensende energiløsninger samt energiproduksjon på stedet. Opprinnelig vurdering av energisystem for Tonstad skole innebar en fordeling mellom varmepumper og solcellepaneler. Grunnet Trondheim kommunes krav om bruk av fjernvarme i egne prosjekter, har man måtte gå bort fra å benytte varmepumper. Foreløpig energirapport for prosjektet (10264474-RIEn-NOT-003-Energirapport) forutsetter derfor 2500 m² solcellepaneler. Byggherre har signalisert at de maksimalt tillater 1000 m² solceller. Levert og produsert energi i dette klimagassregnskapet er derfor justert for endringen fra 2500 m² til 1000 m². På bakgrunn av dette er det ikke gjort alternativsvurderinger for andel solceller eller alternativer til fjernvarme, da det er nødvendig å maksimere bruk av solceller for å nå totalt utslippskrav i FutureBuilt.



Figur 5-1 Energibruk- og produksjon i bruksfase. Diagram hentet fra Reduzer-beregningen.

Beregnet utslipp fra energi i bruk er 564 tonn CO₂e. Produsert energi har utslipp beregnet til -106 tonn CO₂e. Totalt utgjør dette 0,916 kg CO₂e/BRA m² år. Ved omregning av referanseverdien i kWh til kg CO₂e/BRA m² år ved å bruke samme omregningsfaktor, blir referansenivået 0,85 kg CO₂e/BRA m² år.

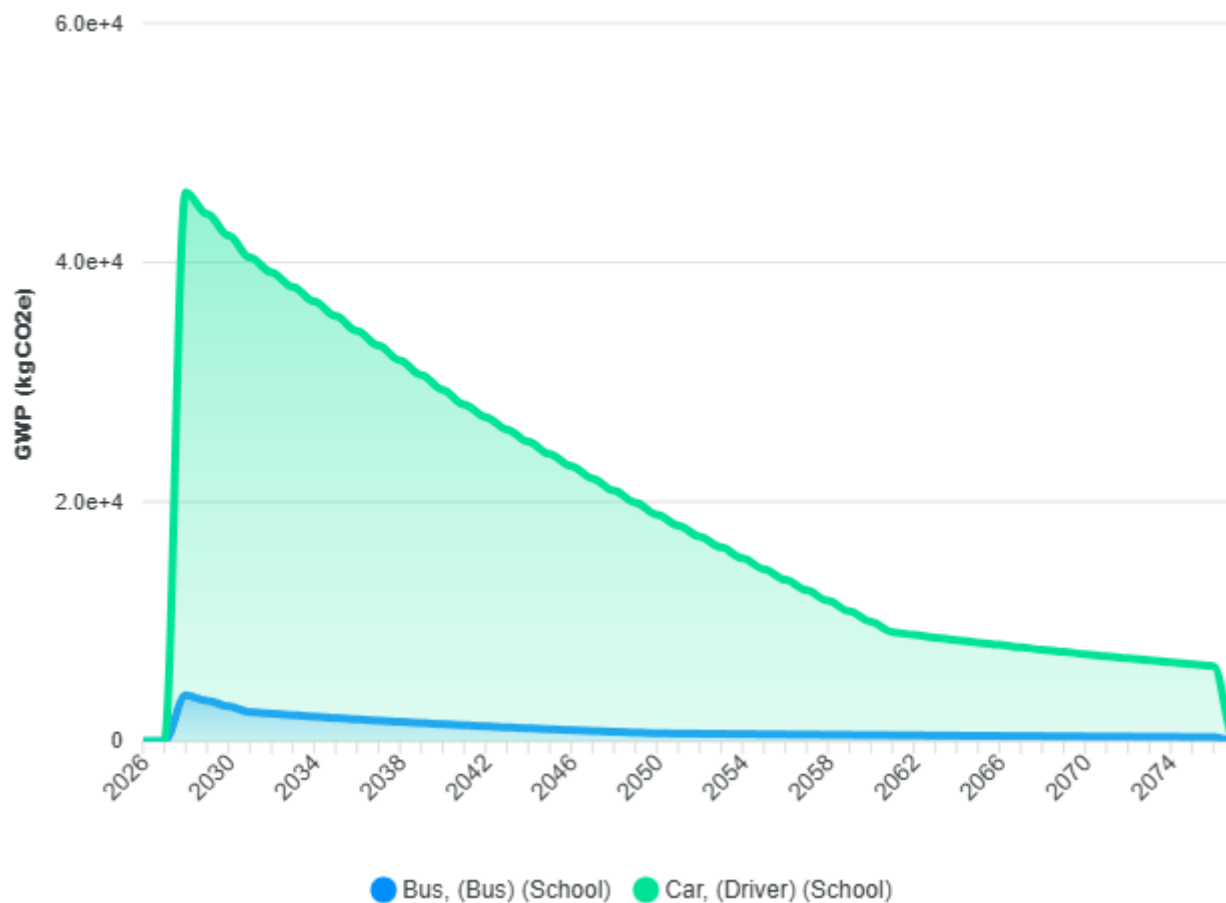
Regnet i kWh er eksportert energi 1,2*10⁵ kWh/år, fjernvarme utgjør 5,07*10⁵ kWh/år, og levert elektrisitet 8*10⁵ kWh/år. Omregnet utgjør dette ca. 119 kWh/BRA m² år, som er noe over referanseverdien på 110. Dette er delvis som følge av kravet om fjernvarme, som er et tiltak for å redusere belastningen på strømmettet. Det er planlagt, som del av innovasjonskravet i FutureBuilt, å implementere et faseskiftebatteri for lagring av overskuddsvarme. Senere i prosjekteringsprosessen vil effekten av dette medregnes i energiberegningene og redusere byggets varmebehov. Energiberegninger vil oppdateres etter hvert som prosjektet modnes.

6 Klimagassutslipp – Transport i drift

Modul B8 Transport i drift bruker tall basert på reisevaneundersøkelser nevnt i kapittel 2.3 Beregningsgrunnlag. Figur 6-1 viser at Reduzer estimerer klart størst utslipp fra bilbruk som transportmiddel for scenario basert på reisevaneundersøkelsene. Dette scenariet defineres som scenario 1, og sammenlignes med scenario 2, som simulerer at parkeringsmuligheter er redusert så mye at halvparten av bilbruken fordeles på sykling, gange og buss, se Figur 6-2 og Figur 6-3.

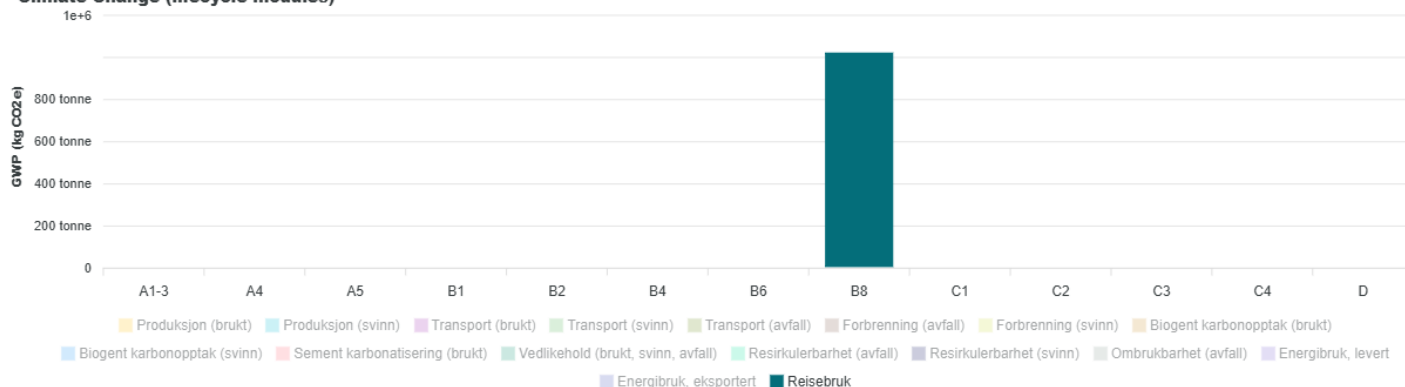


Climate Change from Direct Travel Activities

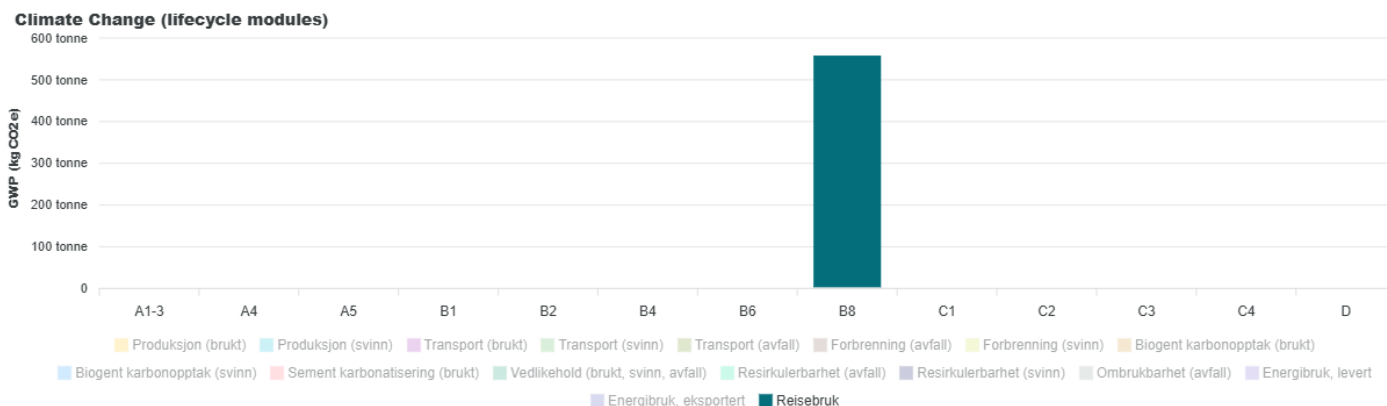


Figur 6-1 Reduzers anslag for utvikling av transportutslipp i bruk (scenario 1). Programmet forutser en gradvis reduksjon i utslipp fra bilbruk og kollektivtransport i løpet av Tonstad skoles levetid.

Climate Change (lifecycle modules)



Figur 6-2 Scenario 1, dagens reisevaner for sørbyen øst. Figur hentet fra Reduzer-beregning.



Figur 6-3 Scenario 2, dagens reisevaner for sørbyen øst, men reiser med bil er halvert og fordelt på øvrige transportmidler. Figur hentet fra Reduzer-beregning.

Figur 6-2 og Figur 6-3 demonstrerer tydelig klimapåvirkningen av å redusere muligheten for bilbruk. Scenario 1, basert på reiseundersøkelsene har vektet fordeling av transportmidler- og avstander på lærere og elever, og gir 1029 tonn CO₂e over 50 år.

Scenario 2 fordeler halvparten av bilbruken på sykkel, buss og gange, som gir et utslipp på 564 tonn CO₂e. Fordelt på BRA og beregningsperiode utgjør referansen (scenario 1) 2,06 kg CO₂e/BRA m² år, mens tilpasset scenario (scenario 2) utgjør 1,13 kg CO₂e/BRA m² år. Dette utgjør en betydelig reduksjon av estimerte klimagassutslipp i løpet av byggets levetid. Det er med andre ord svært virkningsfullt å redusere antall parkeringsplasser, og dermed muligheten for å bruke bil til skolen. Løsninger for grønn mobilitet vil være tema i miljøsertifiseringen av prosjektet.

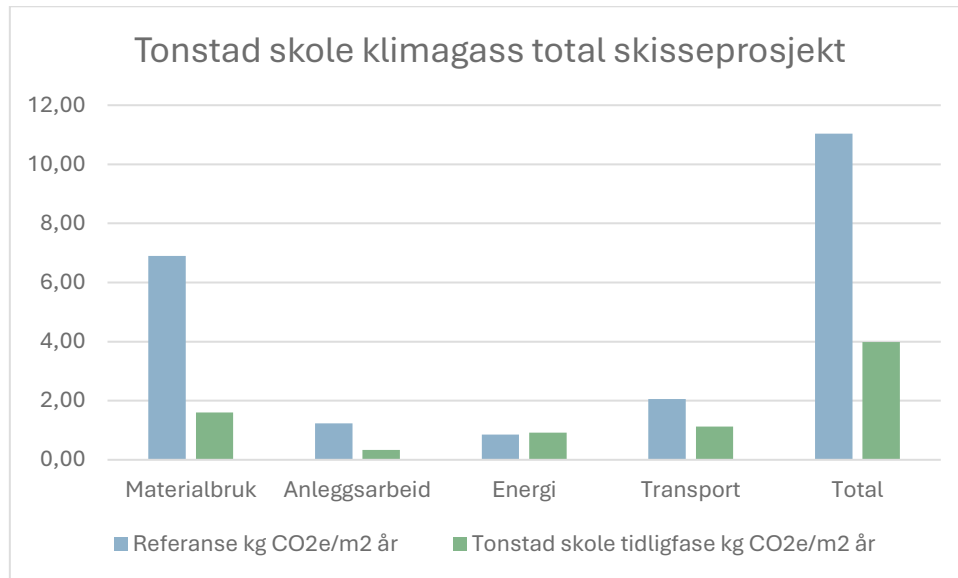
7 Klimagassutslipp – Landskap

Arealet der nye skolebygg skal settes opp har i dag grå, asfalterte flater, med noe plen og noen enkeltstående trær. På bakgrunn av dette, er det ikke valgt å beregne arealbeslag. Det bemerkes at grunnundersøkelser viser at av de estimerte 14000 m³ løsmasser som skal graves ut, er omtrent 2400 m³ (~17%) leire- og siltemasser, mens omtrent 11600 m³ (~83%) en blanding av fyllmasser, jord og gammel torv. Torvmassene holder på mye karbon, og miljøkonsekvensene av å hente opp disse massene vil behandles i endelig klimagassberegning og beregning av prosjektets sirkularitetsindeks som del av FutureBuilt-prosjekteringen. I denne prosessen det legges detaljert plan for ombruk og deponering av disse massene.

Utslipp forbundet med selve uthenting av massene er regnet inn i klimagassutslipp fra anleggsarbeider.

8 Resultater oppsummert

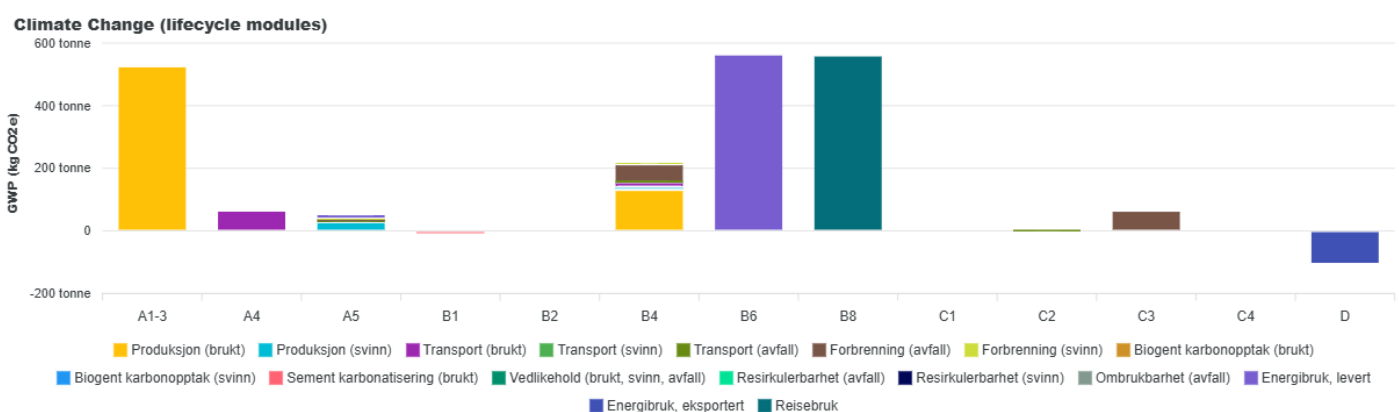
Grunnet sertifiseringer for BREEAM og FutureBuilt som allerede er en del av prosjekteringsfasen, har Tonstad skole generelt langt lavere utslipp enn referansenivåene, med unntak av for energi, hvor andelen eksisterende bygningsmasse, og eksterne begrensninger reduserer handlingsrommet. Endelige resultater er oppgitt i Figur 8-1 og Tabell 8-1. Totalt beregnet utslipp er 1990 tonn CO₂e over livsløpet, 39,8 tonn CO₂e/år, og 3,98 CO₂e/m² BRA år. Fordeling over livsløpsmoduler er vist i Figur 8-2.



Figur 8-1 Fordeling av utslipp fra Tonstad skole sammenlignet med referansenivå.

Tabell 8-1 Fordeling av klimagassutslipp for Tonstad skole og referansenivå. Tallverdier tidligere oppgitt med BTA er her omregnet til BRA.

	Referanse	Tonstad skole tidligfase
	kg CO ₂ e/m ² år	kg CO ₂ e/m ² år
Materialbruk	6,90	1,60
Anleggsarbeid	1,23	0,33
Energi	0,85	0,92
Transport	2,06	1,13
Total	11,04	3,98



Figur 8-2 Klimagassregnskap oppsummert. Livsløpsmoduler som ikke er nevnt innledningsvis, er ikke fullt ut beregnet, og kan ignoreres (B1, B3, B5, B7, C1-C4). Figur fra Reduzer-beregning.

Som vist i Figur 8-2 er det materialer, energibruk og transport i drift som er de mest utslagsgivende bidragene til klimagassutslippet. Reduksjon av materialutslipp vil være et gjennomgående tema gjennom hele prosjekteringsprosessen, og det tas sikte på å benytte størst mulig andel ombrukte



materialer. Utslipp fra energi har mindre handlingsrom, men vil behandles gjennom å redusere kuldebroer, skjerpe tetthetskrav, og gjennom prosjekteringen av varmebatterisystemet. Transport i drift har svært stor påvirkning på det totale utslippet, og her vil det være særlig virkningsfullt å gjøre tiltak for å redusere bilbruken på vei til og fra Tonstad skole, eksempelvis ved å redusere andel parkeringsplasser, eller skape andre insentiver for å la bilen stå.



9 Referanser

Miljøpakken. (2023). *Reisevaner i 2022 - Hovedresultat for Trondheimsregionen Nasjonal reisevaneundersøkelse 2022 med tilleggsutvalg*. Trondheim: Miljøpakken.

Miljøpakken. (2024, Mai 2). *Reisevaneundersøkelsen i skolen: Slår nasjonal målsetning!* Hentet fra Miljøpakken: <https://miljopakken.no/nyheter/reisevaneundersokelsen-i-skolen-slar-nasjonal-malsetning>

Trondheim kommune. (2025). *Klimaveileder for plan- og byggesaker i Trondheim kommune*. Trondheim: Trondheim kommune.