

Beregnet til
Grimstad Kommune

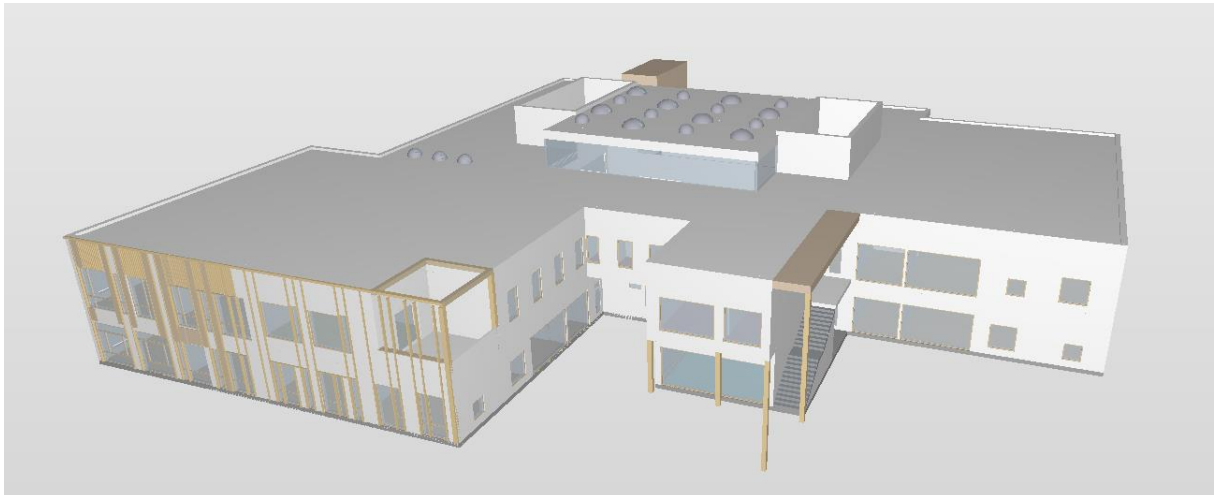
Dokument type
Rapport - Klimagass

Dato
20.09.2021

Oppdragsnummer
1350046203

Revisjon
-

FJÆRE BARNESKOLE KLIMAGASSUTREDNING SKISSEPROSJEKT



Oppdragsnr.: 1350046203
 Oppdragsnavn: Fjære Skole - Skisseprosjekt
 Dokument nr.: 02
 Filnavn: M-RAP-02 Klimagassnotat Fjære Barneskole.docx

Revisjon	-			
Dato	20.09.2021			
Utarbeidet av	KMLY			
Kontrollert av	ABRKRS			
Godkjent av	ABRKRS			
Beskrivelse	Klimakonsept			

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder

INNHold

1. INNLEDNING	4
2. PROSJEKTBEskRIVELSE.....	4
2.1 METODE	5
3. FORUTSETNINGER	5
3.1 PRODUKTSTADIET (A1 - A3).....	5
3.2 GJENNOMFØRINGSSTADIET (A4-A5).....	7
3.3 BRUKSSTADIET – UTSKIFTING OG OMBYGGING (B4 – B5)	7
3.5 LIVSLØPETS SLUTT (C1-C4)	7
4. RESULTATER OG SAMMENLIGNING AV SENARIOER	8
4.1 KLIMAGASSBESPARELSE PÅ KOMPOENTNIVÅ	10
5. OPPSUMMERING	11

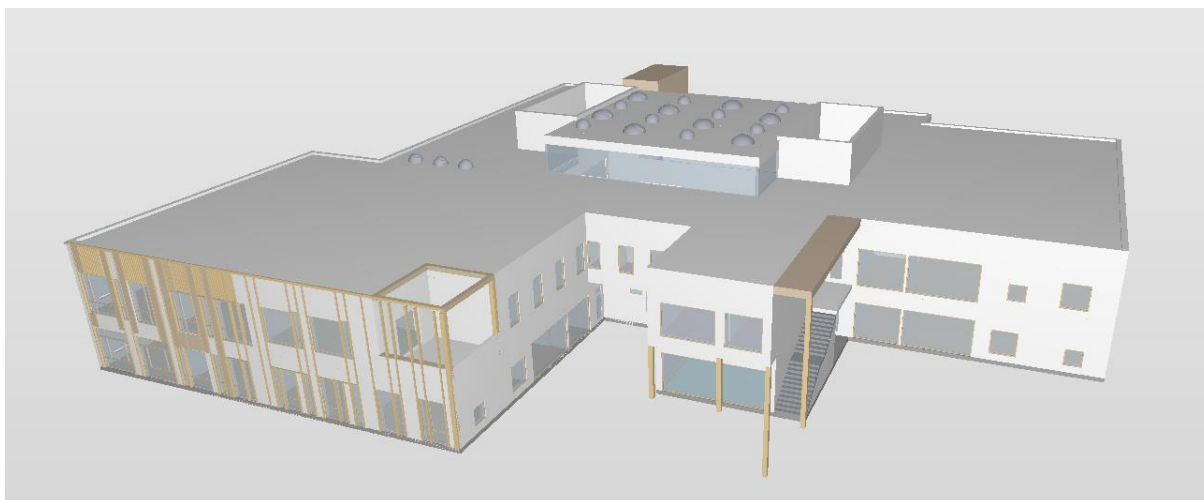
1. INNLEDNING

Grimstad Kommune skal bygge en ny barneskole på Fjære i Grimstad. Prosjektet er nå i en skisseprosjektfase hvor det er ønskelig å se nærmere på klimavennlig materialbruk. I den forbindelse er det utarbeidet en klimagassberegning av bygget, hvor det er sett på forventet klimagassbesparelse ved å velge klimavennlige materialer fremfor mer tradisjonelle materialer. Klimagassbesparelsen er vurdert opp mot et referansebygg uten noe spesielt fokus på klimavennlig materialbruk. Det er vurdert to ulike reduksjonssenarioer for klimagassutslipp fra materialbruk. Disse to scenarioene er nærmere omtalt i denne rapporten.

Mengdeanslag for klimagassberegningene baserer seg på dwg-tegninger fra ARK av 08.09.2021 og IFC modell av 09.09.2021, samt etter predefinerte parameterer for bygningskategorien i beregningsprogrammet.

2. PROSJEKTBEKRIVELSE

Skolebygget går over to etasjer, med en liten teknisk underetasje mot nord. Det er også to tekniske rom plassert på tak. Totalt på ca. 4975 m² BTA. Et utsnitt av det skisserte bygget er vist under:



Figur 1. Utklipp fra ARK IFC 09.09.2021

Det er som nevnt innledningsvis sett på to ulike scenarioer for klimavennlig materialbruk:

Scenario 1

For scenario 1 legges det opp til et bygg med bæresystem i betong av lavkarbonklasse A, samt stål med høy resirkuleringsandel. For etasjeskillere er det lagt til grunn hulldekker med lavt klimagassutslipp. For innvendige og utvendige overflater legges det opp til utstrakt bruk av tre, f.eks. med trekonstruksjon for tak over amfi og som utvendig kledning, samt bruk av fermacell/fibergips på innervegger. Videre stor grad bruk av linoleumsbelegg.

Scenario 2

For scenario 2 legges det opp til et bygg med bæresystem i tre. Her er det lagt til grunn bjelker og søyler i limtre og etasjeskillere av massivtre. For innvendig og utvendig overflater legges det til grunn samme materialbruk som for scenario 1.

Begge scenarioer forutsettes bygd iht. TEK17 med tanke på isolasjonstykkelse. Utslipp knyttet til energibruk er ikke medregnet i denne utredningen.

2.1 METODE

Klimagassregnskapet er utført ved hjelp av OneClick LCA sitt beregningsverktøy for klimagassberegninger i henhold til den nye standarden NS 3720 Metode for klimagassberegninger for bygninger. Beregningene tar utgangspunkt i 60 års levetid.

OneClick LCA er et verktøy for beregning av klimagassutslipp i forbindelse med bygging, transport, drift og avhending av et bygg. Beregningene dekker livsløpet til et bygg, fra produksjon av råvarer til sluttbehandling av avfall. De ulike stadiene, og hvordan disse er beregnet for de to scenarioene, er beskrevet under.

Beregninger er i henhold til NS3720 inndelt i følgende moduler for materialer:

- A1 - A3 Produktstadiet
 - A1 Råvarer
 - A2 Transport av råvarer
 - A3 Produksjon av produkter
- A4 – A5 Gjennomføringsstadiet
 - A4 Transport av materialer til byggeplass
 - A5 Anleggs-, bygge- og monteringsarbeid
- B4 – B5 Bruksstadiet
 - B4 Utskifting av materialer
 - B5 Ombygging
- C1 – C4 Livsløpets slutt stadiet
 - C1 Riving
 - C2 Transport
 - C3 Avfallsbehandling
 - C4 Avhending

For hvert av scenarioene er det generert bygningsmodeller ved hjelp av tidligfasemodulen i One Click LCA, hvor klimakallet er blitt mengdekorrigert ut ifra skissert konsept. Bæresystemet for de ulike scenarioene er generert ut fra parameterer for bygningskategorien i beregningsprogrammet. Videre er materialtyper og -kvaliteter byttet ut. Det er med dette funnet et forventet klimagassutslipp for hvert av scenarioene.

Forutsetninger for beregningsmodellene er oppsummert i neste kapittel.

3. FORUTSETNINGER

I dette kapitlet er det redegjort for forutsetninger og grunnlag for de tre scenarioene.

Følgende størrelser og verdier er lagt til grunn i tidligfasemodulene:

- BTA nybygg: 4975 m²
- BRA nybygg: 4700 m²
- Bygningskategori: Skolebygning
- Energiprofil: TEK 17
- Antall etasjer totalt: 3
- Antall oppvarmede underjordiske etasjer: 1
- Antall etasjer over bakken: 2

3.1 PRODUKTSTADIET (A1 - A3)

Mengder og utslippsfaktorer for materialer i bygget er beregnet i OneClick LCA med referanseverdier for utslippsfaktorer og levetid inkludert i verktøyet. Genererte referansemengder er korrigert til å passe med det skisserte bygget. Mengder for bæresystemet for de ulike scenarioene benyttes som generert.

Følgende forutsetninger for materialer er lagt til grunn i beregningene.

Referansebygg

- Bæresystem av stålsøyler (andel 80%) og betong (andel 20%) og 100% andel stålbjelker
- For stålkonstruksjoner legges det til grunn 60% resirkulert stål for bjelker, 10% resirkulert stål for søyler og 90% resirkulert stål i armeringer.
- For betongkonstruksjoner legges det til grunn lavkarbonklasse C iht. publikasjon nr. 37 fra Norsk Betongforening (NB37:2015).
- Vegger under terreng av leca er erstattet med betong.
- 5 % av arealet av innervegger er lagt inn som innerdører av tre
- Utvendig kledning av trepanel (andel 40 %) og teglforblending (andel 60 %)
- Innvendig kledning av standard gipsplater
- Himling av gips og systemhimling
- Gulvbelegg av vinyl, andel 100%, Tarkett
- For øvrig benyttes materialtyper og konstruksjonsoppbygginger som genererte i OneClick LCA, men følgende tilpasninger er gjort:
 - Hulldekker, Contiga lavkarbonklasse B
 - Vinduer, Gilje
 - Taktekking, Protan
 - Innervegger av stålstendere

Scenario 1

Bygger på referansemødel, men med følgende endringer:

- Bæresystem av betongsøyler og -bjelker (andel 90%). Bæresystem av limtrekonstruksjoner for tak over amfi (andel 10%).
- 100% resirkulert stål i armeringer i betongkonstruksjoner
- Plass-støpte betongkonstruksjoner av lavkarbonklasse A iht. publikasjon nr. 37 fra Norsk Betongforening (NB37:2019).
- Hulldekker, Contiga lavkarbonklasse A og resirkulert stål i armering
- Limtrekonstruksjoner, Møelven
- Avrettingsmasse, Weber
- Fast himling av gips (andel 10%), systemhimling i undervisningsarealer og kontorer (andel 80%) og spilehimling av tre i amfi (andel 10%).
- 25% av innerveggene med trestendere, 75% med stålstendere (stabilitet og lyd).
- Innvendig veggkledning av fibergipsplater/fermacell, med innspill av innvendig trekledning. Spilekledning av tre rundt amfi.
- Gulvbelegg av parkett i amfi (andel 10%), vinyl for toalettrom (andel 10%) og linoleum (andel 80%), Tarkett
- Utvendig kledning av malmfuru, med noen felter med platekledning av fibersement.

Scenario 2

Bygger på scenario 1, men med følgende endringer.

- Etasjeskillere og dekker for tak av massivtre
- Bæresystem av limtresøyler og -bjelker
- En kombinasjon av bærende innervegger i massivtre og betong av lavkarbonklasse A
- Utvendig kledning av malmfuru

Felles forutsetninger for alle scenarier

- Dører og vinduer er av alu-beslåtte trekarmner.
- Tekniske anlegg er utelatt fra beregningen, da dette blir relativt likt i begge alternativer.
- Fundamentering med stripefundament på steinfylling/pukklag.
- Yttervegger over terreng av isolert bindingsverk (andel 90%) og påforet betong (andel 10%).
- Yttervegger under terreng av isolert betong
- Mineralullisolasjon i yttervegger over terreng og for innervegger
- Plastisolasjon (EPS) på tak og for konstruksjoner mot grunnen

3.2 GJENNOMFØRINGSSTADIET (A4-A5)

Gjennomføringsstadiet består av transport til byggeplass, samt utslipp fra anleggsfasen.

For prosjektet er det valgt å benytte utslippsberegninger fra OneClick LCA for gjennomføringsstadiet. Transportdistanse for materialer er satt til Norden med distanser og utslippsfaktorer gitt i beregningsprogrammet.

Grunnarbeider antas å være det samme for alle scenarier, og er ikke vurdert i denne sammenhengen.

3.3 BRUKSSTADIET – UTSKIFTING OG OMBYGGING (B4 – B5)

På dette stadiet i prosjektet beregnes det utslipp fra B4 og B5 som er knyttet til utskifting og ombygging. Det er benyttet materialmengder og utskiftingsfrekvens fra OneClick LCA.

Her er det ingen store forskjeller i scenarioene. Bygningsmassen som skal vedlikeholdes forutsettes å være like omfattende for alle scenarier.

3.5 LIVSLØPETS SLUTT (C1-C4)

Livsløpets slutt inkluderer riving/demontering, frakt av avfall og avfallshåndtering. Det benyttes utslippstall fra OneClick LCA for livsløpets slutt, disse er basert på type bygg og arealer (materialmengder).

Her ser vi at frigjøring av bundet karbon ved avhending av trematerialer medfører at utslippene for denne fasen øker noe, spesielt for scenario 2 som baserer seg på trekonstruksjoner.

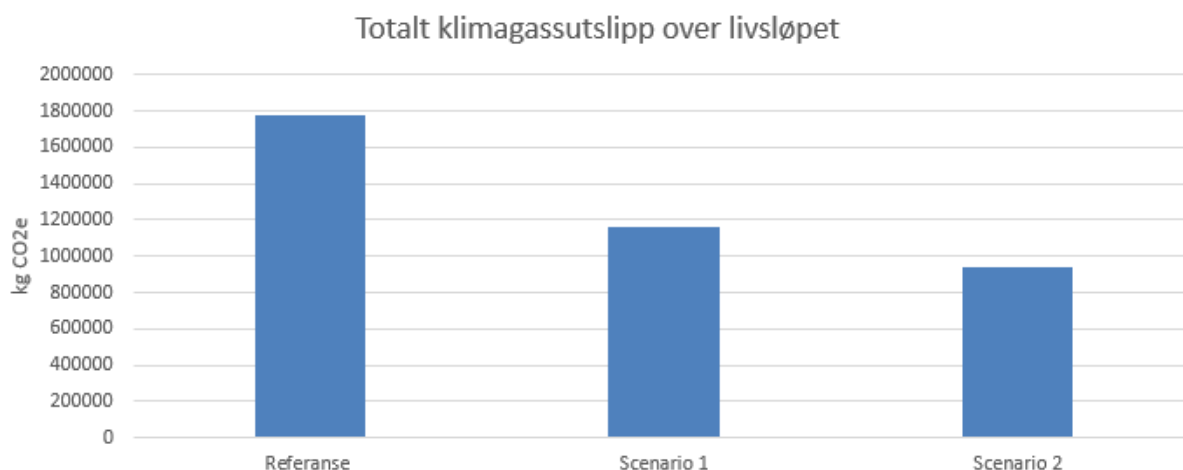
4. RESULTATER OG SAMMENLIGNING AV SENARIOER

Totalt klimagassutslipp for hele livsløpet er beregnet til:

- ca. 1 160 000 kg CO₂-ekv for scenario 1, og
- ca 945 000 kg CO₂-ekv for scenario 2.

Referansebygget har til sammenligning et beregnet totalt utslipp på ca. 1 780 000 kg CO₂-ekv.

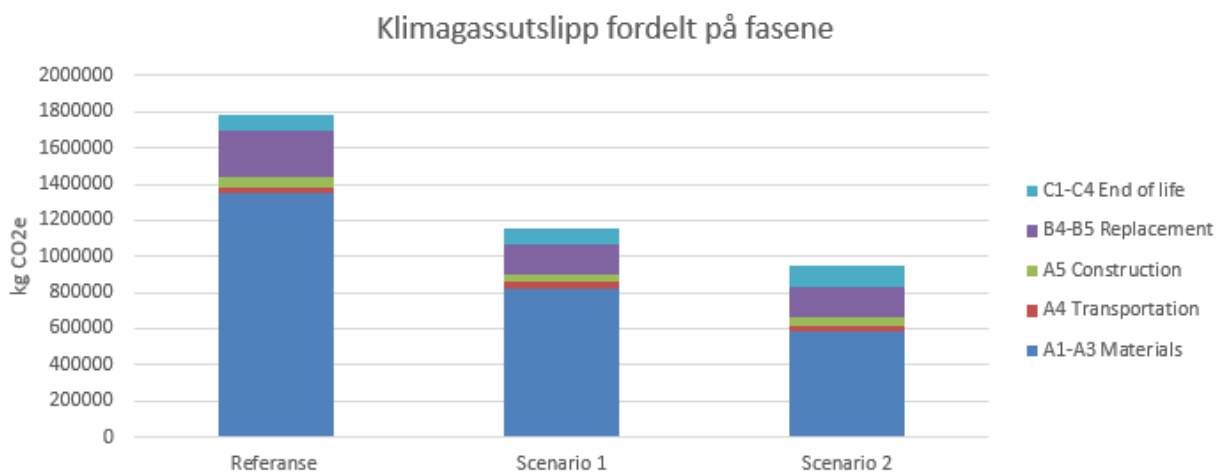
Beregnet totalt klimagassutslipp over livsløpet for de tre scenarioene, er vist i Figur 2.



Figur 2: Totalt klimagassutslipp over livsløpet [kg CO₂e]

Resultatene gir at scenario 1 vil ha muligheter for å gi en reduksjon i totalt klimagassutslipp på inntil 35 % sett i forhold til et referansebygg. Videre vil scenario 2 ha muligheter for å gi ytterligere reduksjon, til inntil 45 % reduksjon sett i forhold til et referansebygg. Dette ut fra forutsetningene for de ulike scenarioene gitt i kapittel 3.

Figur 2 viser utslippene knyttet til de ulike fasene over livsløpet.



Figur 3: Klimagassutslipp knyttet til de ulike fasene av livsløpet [kg CO₂e]

Hovedbesparelsen i utslippene skjer i fasen A1-A3, som går på produksjon av materialer. De øvrige fasene er relativt like i mengden utslipp for de tre scenarioene.

Tabellen under sammenligner de tre scenarioene med klimagassutslipp fordelt på bygningskategori. Besparelsene er vist i %-andel av total besparelse i forhold til referansebygget.

	Referanse	Scenario 1	%-andel besparelse (ref. - scen. 1)	Scenario 2	%-andel besparelse (scen. 1 - scen. 2)
216 - Direkte fundamentering	15615	15615	0	15615	0
222 - Søylar	74194	12477	10	4595	4
223 - Bjelker	188726	72727	19	10832	29
231 - Bærende yttervegger	37129	27789	2	27787	0
232 - Ikke - bærende yttervegger	10529	10529	0	10529	0
234 - Vinduer, dører, porter	193649	193649	0	193649	0
235 - Utvendig kledning og overflate	27098	18896	1	9653	4
236 - Innvendig overflate	5211	1020	1	1020	0
241 - Bærende innvervegger	27583	19099	1	11946	3
242 - Ikke - bærende innvervegger	62519	57297	1	57297	0
244 - Vinduer, dører, foldevegger	38022	38022	0	38022	0
246 - Kledning og overflate	47725	14209	5	14209	0
251 - Frittstående dekker	216972	153042	10	95831	27
252 - Gulv på grunn	380832	265959	18	265959	0
255 - Gulvoverflate	186586	54532	21	54532	0
256 - Faste himlinger og overflatebehandling	1990	3395	0	3395	0
257 - Systemhimlinger	29096	25866	1	25866	0
261 - Primærkonstruksjon	187329	131919	9	61490	33
262 - Taktekning	25559	25559	0	25559	0
281 - Innvendige trapper	24254	16690	1	16690	0

Tabell 1: Klimagassutslipp fordelt på bygningskategori

Tabellen viser at det er komponentene for bæresystemet dvs. søylar, bjelker, betongplate mot grunn, etasjeskillere (frittstående dekker) og gulvoverflater som gir de største besparelsene fra referansebygg til scenario 1. Årsaken til den store klimabesparelsen er at det er benyttet betong av lavkarbonklasse A i alt av betongkonstruksjoner. Det er benyttet hulldekker med svært lavt klimagassutslipp og stålsøylar og -bjelker er byttet ut med bjelker og søylar av betong. Videre er det mye å hente på å velge linoleum i stedet for vinyl (gulvoverflater) og ved å velge fibergipsplater i stedet for tradisjonelle gipsplater til kledning av innvervegger.

Besparelsen fra scenario 1 til scenario 2 omfatter kun bæresystem og dekker, da betong byttes ut til fordel for limtre og massivtre. Kun bruk av tre (malmfuru) for utvendig kledning gir noe besparelse fra scenario1 til scenario 2. Øvrig materialvalg er det samme for scenario 1 og scenario 2, derfor ingen ytterligere store besparelser for disse kategoriene.

4.1 KLIMAGASSBESPARELSE PÅ KOMPOENTNIVÅ

For å synliggjøre klimagassbesparelsen ytterligere er det foretatt noen alternativsvurderinger av ulike materialer på komponentnivå for å vise forventet klimagassbesparelse.

Søyler

Tabellen under viser at det å erstatte HUP-profile med limtresøyle eller betongsøyle av lavkarbonklasse A vil gi en betydelig reduksjon i klimagassutslipp. Denne vurderingen har tatt utgangspunkt i forventet dimensjon på de ulike alternativene.

Komponent	Produsent/produkt	Utslippsfaktor [kg CO ₂ e]	Utslipp [kg CO ₂ e/m]
Bæresystem	Limtresøyle, 600 x 600	72 /m ³	26
	Stålsøyle, HUP, 400 x 400 x 12	2,62 /kg	406
	Betongsøyle, 450 x 450	120,88 /tonn	59

Fibergips/fermacell

Et annet grep som vil gi en klimagevinst er å erstatte standard gips med fibergips/fermacell. Fermacell har gode lydtekniske egenskaper og normalt vil et lag fermacell erstatte 2 lag gips og gi samme lydtekniske egenskaper. Som tabellen under viser vil man med denne forutsetningen få en betydelig klimagevinst.

Komponent	Produsent/produkt	Utslippsfaktor [kg CO ₂ e]	Utslipp [kg CO ₂ e/m ²]
Innvendig overflate	Fermacell/Hunton Fibergips, 12,5 mm	1,14 /m ²	1,14
	Norgips, 2 lag * 12,5 mm	4,20 /m ²	4,2
	Reduksjon ved bruk av Fermacell		

Betong

Bruk av betong av lavkarbonklasse A vil også gi en betydelig klimagevinst sett opp mot bransjereferansen i NB 37. Dette er vist i tabellen under.

Komponent	Produsent/produkt	Utslippsfaktor [kg CO ₂ e/m ³]	Reduksjon sammenlignet med bransjestandard
Fundamenter/ gulv på grunn/ bærevegger	Betong, B30. Lavkarbon klasse A	200	29 %
	Betong, B35. Lavkarbon klasse A	210	36 %
	Betong, B45. Lavkarbon klasse A	220	39 %
	Betong, B30. Bransjereferanse NB37	280	
	Betong, B35. Bransjereferanse NB37	330	
	Betong, B45. Bransjereferanse NB37	360	

5. OPPSUMMERING

For å få de største besparelsene i klimagassutslipp må det fokuseres på å benytte klimavennlige materialer i byggets bæresystem. Det er også store klimabesparelser ved å velge klimavennlige overflater i bygget.

Beregningene viser at scenario 1 kan gi inntil 35 % reduksjon ift. et referansebygg, mens scenario 2 kan gi inntil 45 % reduksjon sett ift. et referansebygg.

Tidligfaseberegningene indikerer at det er store klimagevinster ved å bygge med klimavennlige materialer i stedet for tradisjonelle materialer. Beregninger viser at scenario 2 vil gi det laveste totale klimagassutslippet, men dette alternativet vil kunne gi noen utfordringer knyttet til brann og akustikk. Her kan det også være behov for å øke byggets totale BTA pga. økte dimensjoner til søyler og bjelker av limtre. Skisseprosjekttegninger er basert på et bygg med bæresystem i betong slik som scenario 1 legger opp til. Dersom scenario 2 skal velges må det jobbes videre med dette i forprosjektet for å se hvilke konsekvenser dette gir i økt fotavtrykk og hvordan dette kan løses mtp. akustikk og brann.

Basert på tidligfaseberegninger anbefales det å jobbe videre med scenario 1, hvor mest mulig av tiltakene blir implementert i forprosjektbeskrivelsen. Dersom kommunen ønsker å løfte klimavennlig materialbruk til et enda «høyere» nivå anbefales det at det jobbes videre med scenario 2 i forprosjektet.

I forprosjektet anbefales det at det utarbeides en miljøoppfølgingsplan som settes krav til klimavennlig materialbruk. Her kan det blant annet settes krav til bruk av lavkarbonklasse A for betongkonstruksjoner, og bruk av armering og (evt. andre stålkonstruksjoner) med høy resirkuleringsgrad. For hulldekker bør det settes krav til maksimalt tillatt utslippsnivå. Videre bør det vurderes å sette et krav til totalt utslippsnivå for bygget eller krav til reduksjon i klimagassutslipp fra materialer ift. et referansebygg.