

Rapport

Komsa skole

OPPDRAGSGIVER

Entreprenør Harald Nilsen AS

EMNE

Klimagassberegning

DATO / REVISJON: 20.02.2026/00

DOKUMENTKODE: 10260763-01- RIE n - RAP-001-
Klimagassrapport



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	Komsa skole	DOKUMENTKODE	10260763-01-RIEn-RAP-001-Klimagassrapport
2EMNE	Klimagassberegninger	TILGJENGELIGHET	Åpent
OPPDRAAGSGIVER	Entreprenør Harald Nilsen AS	OPPDRAAGSLEDER	Daniel Jettli
KONTAKTPERSON	Tore Kalland	UTARBEIDET AV	Sybille Andrea Krall
		ANSVARLIG ENHET	10234021 Spesialrådgivning Midt

Sammendrag

I denne rapporten beregnes klimagassutslippene for Komsa skole i Alta. Prosjektet gjelder oppføring av en ny skolebygning i Alta. Bygget skal sertifiseres etter Svanemerket og stiller høye krav til energibehov, inn klima og miljø. Siden prosjektet fortsatt befinner seg i forprosjektfasen, er beregningene basert på tidligfase prosjektering som har lav grad av detaljering av materialsjikt og materialvalg. I tilfeller med manglende informasjon gjort nødvendige antakelser. Resultatene må derfor anses som foreløpige, de vil kunne endres mye i takt med prosjektutviklingen og etter hvert som hvert som beregningen oppdateres med mer prosjektspesifikke data.

Alta kommunes mål for klimagassutslipp knyttet til nybygg er 25 % reduksjon for materialer sammenlignet med referansebygget. Referansebygget for Komsa skole ble opprettet tidligere i prosjektutviklingen og er beregnet til å være 302 kg CO₂ ekv./m² BTA for materialer. Alta kommune har også et mål om at klimagassutslippet knyttet til energibruk i drift av bygg skal reduseres med 40% sammenliknet med referansen. Referansen for energi er 1 933 kg CO₂ ekv./m² BTA.

Det foreløpige resultatet viser følgende:

- Klimagassutslippet basert på tilgjengelig informasjon i dag viser et totalt utslipp på 2 692 t CO₂ ekvivalenter, som utgår 286 kg CO₂ ekv./m² BTA.
- Sammenliknet med referansebygget på 302 kg CO₂ ekv./m² BTA har prosjektet redusert utslippene med ca. 5 %. En betydelig andel stammer fra isolasjonsmaterialene, som blir ekstra omfattende på grunn av passivhuskravene.
- Når det gjelder energibehov, ligger bygget svært godt an, ettersom det tilfredsstiller kriteriene for Passivhusstandard og har en energigjerrig bygningskropp og bergvarmeforsyning. Resultatet ligger ca. 80 % under referansebygget og oppfyller dermed kravene med veldig god margin.
- Ser man på klimagassutslippene fra materialer og energi samlet, får man et svært godt resultat over hele levetiden.

Komsa skole er prosjektert for å tilfredsstille passivhusstandard. Dette medfører høyere krav til isolasjon, og materialmengdene i både takkonstruksjon, gulv på grunn og i yttervegger er derfor høyere enn i referansebygget. Når prosjekteringen detaljeres vil prosjektet kunne fatte beslutninger om løsninger og materialvalg som ytterligere reduserer klimagassutslippene. Kostnadseffektive tiltak er foreslått i rapporten til videre arbeid.

00	19.02.26	Klimagassberegninger	Sybille Krall	Reidun Schlanbusch/Håvard Fossum	RDS
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	5
1.1	Formål og målsetning	5
1.2	Bakgrunn om prosjektet	5
2	Metode	6
2.1	Rammeverk og beregningsverktøy	6
2.2	Systemgrenser og funksjonell enhet	6
2.2.1	Biogent karbon og karbonopptak.....	7
2.3	Energibruk i drift	7
3	Datagrunnlag	7
3.1	Materialer	7
3.1.1	Inndata.....	7
3.1.2	Oppbygging	7
3.1.3	Transport til byggeplass (A4)	8
3.1.4	Byggeplassdrift (A5)	8
3.1.5	Utskiftning, bruk og vedlikehold (B2 og B4)	8
3.1.6	Riving av eksisterende bebyggelse	8
3.2	Energibruk i drift	9
3.3	Sensitivitetsanalyse av elektrisitetsmiks	9
4	Oppsummering av kravene knyttet til klimagassutslipp.....	10
5	Resultat klimagassberegning	12
5.1.1	Diskusjon av resultatene for materialer	12
6	Anbefalte tiltak for reduksjon av utslipp fra materialer	14
7	Konklusjon.....	16
8	Referanser	17
	Vedlegg 1 Materialmengder	18
	Vedlegg 2 Veileder NS3720:2018/G2 :2024.....	19



1 Innledning

1.1 Formål og målsetning

Det skal utarbeides en klimagassrapport for SØK og reguleringsplan prosessen. Kravene som skal gjelde er som følger:

- TEK17
- Svanemerket
- 25 % reduksjon for materialer sammenlignet med referansebygget
- 40 % reduksjon for energi sammenlignet med referansebygget

Referansebygg refererer her til DFØs verktøy for klimagassutslipp for bygg, der et referansebygg kan opprettes ved hjelp av standardverdier for ulike bygningstyper. Referansebygget for Komsa skole ble opprettet av Asplan Viak i tidligere i prosjektutviklingen og er beregnet til å være 302 kg CO₂ ekv./m² BTA for materialer. Alta kommune har også et mål om at klimagassutslippet knyttet til energibruk i drift av bygg skal reduseres med 40% sammenliknet med referansen. Referansen for energi er 1 933 kg CO₂ ekv./m² BTA.

1.2 Bakgrunn om prosjektet

Prosjektet gjelder oppføring av en ny skolebygning i Alta. Bygget skal sertifiseres etter Svanemerket og stiller høye krav til energibehov, inneklimate og miljø.

Det skal oppføres et nytt skolebygg med bruttoareal på 9400 m². Eksisterende bygningsmasse på tomten er under vurdering for riving.

Nøkkelinformasjon om prosjektet er oppsummert i Tabell 1-1.

Tabell 1-1 Nøkkelinformasjon om prosjektet

Informasjonspunkt	Verdi
Bygningstype	Skole
Adresse/geografisk plassering	Alta
Oppstartsår for bygging / første år i drift	2027
Byggherre	Alta kommune
Bruttoareal (m ² BTA)	9400
Beregningsperiode (Påkrevd levetid)	50 år



2 Metode

2.1 Rammeverk og beregningsverktøy

Klimagassutslipp knyttet til et bygg er forbundet med ulike aktiviteter gjennom byggets livsløp fra oppføring til riving. Livsløpsvurderinger (LCA) er en metodikk for å systematisk evaluere miljømessige konsekvenser knyttet til et produkt, et produktsystem eller en aktivitet gjennom livsløpet. Livsløpsvurderinger for bygninger er definert generelt i NS-EN 15978 (Bærekraftige byggverk – Vurdering av bygningers miljøpåvirkning – Beregningsmetode) [1], og spesielt for klimagassberegninger i NS 3720 (Metode for klimagassberegninger for bygninger) [2].

Programmet som ble brukt for beregningene, er One Click LCA, med verktøyet «NS 3720» og «Carbon designer».

2.2 Systemgrenser og funksjonell enhet

Analyseperioden beskriver tidsrammen miljøpåvirkningen vurderes innenfor. Analyseperioden i denne beregningen er 50 år. Den funksjonelle enheten er kg CO₂ ekv/m² over en periode på 50 år.

Systemgrenser er grensesnittet mellom det som inkluderes og det som ikke inkluderes i beregningene, og omfatter både;

- Systemgrenser i tid: avgrensning av deler av byggets livsløp som er inkludert (livsløpsmoduler)
- Systemgrenser i rom: avgrensning av deler av byggeriet som er inkludert (bygningdeler)

Stadier i bygningers livsløp inndeles iht. NS-EN 15978/NS 3720 i informasjonsmoduler og klimagassutslipp over bygningers livsløp tilordnes disse modulene¹. Livsløpsmodulene er gjengitt i Tabell 2-1, med markering av modulene som er inkludert i dette prosjektets klimagassberegning. (i oransje). Inkluderte bygningdeler i beregningen er angitt i Tabell 2-2. Dette er systemgrenser som tilsvarer minstekravene i TEK 17.

Tabell 2-1 Stadier i objektets livsløp inndelt i moduler iht. NS 3720

Produktstadiet			Gjennomføringsstadiet		Bruksstadiet								Livsløpets sluttstadium				Konsekvenser utover systemgrensen
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7*	B8	C1	C2	C3	C4	D
Råvarer	Transport	Produksjon	Transport	Anlegg-, bygge- og monteringsarbeid	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftning	Ombygging	Energibruk i drift	Vannforbruk i drift	Transport i drift	Riving	Transport	Avfallsbehandling	Avhending	Material- og energigjenvinning og ombruk av materialer og eksport av egenprodusert energi

*B7 inngår ikke i NS 3720:2018

¹ Systemgrensene skal følge modularitetsprinsippet som i NS-EN 15978 og NS-EN 15804, som innebærer at utslippene fra en aktivitet tilordnes informasjonsmodulen (A1–C4) der aktiviteten forekommer.



Tabell 2-2 Inkluderte bygningsdeler, jamfør NS 3451 Bygningsdelstabell for bygninger og tilhørende uteområder. Dette omfanget tilsvarer referansebygget.

Kode	Navn
22	Bæresystemer
23	Yttervegger
24	Innervegger
25	Dekker
26	Yttertak
28	Trapper, balkonger m.m.

2.2.1 Biogent karbon og karbonopptak

Biogent karbon og karbonatisering er holdt utenfor beregningen.

2.3 Energibruk i drift

Klimagassberegninger for energibruk i drift er i henhold til NS 3720 basert på beregnings punkt C *levert energi*.

3 Datagrunnlag

Datagrunnlaget i denne analysen er BIM-modell (ARK) lastet ned den 9.01.2026, RIB og RIBST modell mottatt per e-post den 13.02.2026. Datagrunnlaget er mottatt fra ARK den 13.02.2026.

Prosjektet er i tidlig prosjekteringsfase (forprosjekt) og BIM-modellen er derfor fortsatt umoden og mangler detaljer i oppbygging og materialvalg. I tilfeller med manglende informasjon gjort nødvendige antakelser, som innebærer at det er benyttet standard oppbygging av bygningsdeler som fremkommer i verktøyet «Carbon designer» i OneClick LCA. Når det ikke er gjort konkrete leverandørvalg enda, benyttes generiske CO₂ verdier på materialer. Alle fremtidige scenarier knyttet til transport av materialer, kapp og svinn på byggeplass, utskiftningsintervaller m.m. er basert på standardverdier.

Bruken av standardmaterialer og generiske verdier er en nødvendig forenkling i denne fasen, men resultatene må anses som tilsvarende overordnede og foreløpige.

3.1 Materialer

3.1.1 Inndata

Produkt- og materialmengder som inngår i beregningen, er gjengitt i Vedlegg 1.

3.1.2 Oppbygging

Bygget er oppført som bindingsverk med betongdekker og ståldragere samt stålsøyler som bærende elementer. Tykkelsene på varmeisolasjonen er hentet fra energirapporten, og ellers er standardverdier fra programvaren brukt (Carbon Designer, One Click LCA).

Byggkonstruksjonens hovedelementer er oppsummert i Tabell 3-1.

Tabell 3-1 Beskrivelse av byggkonstruksjonens hovedelementer

Bygningsdel	Oppbygging (hovedelementer)
Fundamentering	Ikke del av vurdering
Bæresystemer	Stålsøyler, stålbjelker, betongdekker/tak



Yttervegger	Bindingsverk
Innervegger	Standardverdi fra Carbon designer, veggoverflater i tre og gips
Dekker	Gulv på grunn: 120 mm betong, 250 mm EPS isolasjon. Øvrige dekker: hulldekker med påstøp og hovedsakelig linoleum gulvoverflater Nedfôrete himlinger: Treull
Yttertak	Hulldekker med 450 mm EPS isolasjon
Trapper og balkonger	Standardverdier fra Carbon Designer. Betongtrapper/sjakter.

3.1.3 Transport til byggeplass (A4)

Prosjektet er fortsatt i tidlig fase, og produkter og leverandører er ikke valgt. Derfor er legges transportdistanser fra *Veiledning NS3720:2018/G2* [5] til grunn.

3.1.4 Byggeplassdrift (A5)

Det er benyttet verdier fra *Veiledning NS3720:2018/G2* [5] for å estimere utslipp knyttet til kapp og svinn for ulike materialgrupper. Utslipp fra energiforbruk på byggeplass er ikke med i denne fasen.

3.1.5 Utskiftning, bruk og vedlikehold (B2 og B4)

Prosjektet er fortsatt i tidlig fase, og produkter og leverandører er ikke valgt. Derfor er legges levetider fra *Veiledning NS3720:2018/G2* [5] til grunn.

3.1.6 Riving av eksisterende bebyggelse

Eksisterende Komsa skole består av fem frittstående bygg oppført i 1976:

- Administrasjonsbygget (Æ) med sine 702 m²bruttoareal.
- Redet (C) med sine 386 m².
- Maurtua (Y) 798 m² inkl. kjeller.
- Stallen (Ø) 418 m².
- Hiet (A og B) – 948 m².

Alle bygg er oppført i bindingsverk av tre med saltak og bæresystem av limtre og utvendig malt trekledning. Byggene har asbest på tak.

Foreløpig er det ikke konkludert hvor mye av denne bygningsmassen som skal rives og hva som eventuelt kan bli stående og/eller benyttes til ombruk. Derfor er det gjort en svært overordnet beregning av potensielle klimagassutslipp fra riving av eksisterende bygg.

Det er gjort en forenklet betraktning per kvadratmeter basert på standardtall fra OneClick LCA for klimagassutslipp knyttet til riving av liknende bygningsmasse. Utslipet er estimert til 28 kg CO₂-ekv./m².



3.2 Energibruk i drift

Beregningen av energi i drift er basert på de foreløpige resultatene fra prosjektets energiberegning. Disse må justeres i løpet av detaljprosjekteringen.

Tabell 3-2: Referansebygg (skole øverst, idrett nederst)

Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energikilde	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	1168742 kWh	148,7 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 kWh/m ²
1c El. til solfångersystem	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	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-7	1168742 kWh	148,7 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Netto levert energi	1168742 kWh	148,7 kWh/m ²

Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energikilde	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	258418 kWh	143,8 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 kWh/m ²
1c El. til solfångersystem	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	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-7	258418 kWh	143,8 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Netto levert energi	258418 kWh	143,8 kWh/m ²

Tabell 3-3: Bygg, beregnet verdi (skole øverst, idrett nederst)

Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energikilde	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	340844 kWh	43,3 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem	111287 kWh	14,2 kWh/m ²
1c El. til solfångersystem	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	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-7	451931 kWh	57,5 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Netto levert energi	451931 kWh	57,5 kWh/m ²

Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energikilde	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	89092 kWh	50,0 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem	28530 kWh	16,1 kWh/m ²
1c El. til solfångersystem	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	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-7	117722 kWh	66,0 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Netto levert energi	117722 kWh	66,0 kWh/m ²

3.3 Sensitivitetsanalyse av elektrisitetsmiks

Det er iht. krav i NS3720 gjennomført en sensitivitetsanalyse for strømmiks.

To scenarier er benyttet:

- EU28 + Norge med snitt 2018-2020, som gradvis endrer seg til nær-nullutslipp i 2050.
- Norsk strømmiks med snitt fra 2021-2023, som gradvis endrer seg til nær-nullutslipp i 2050.

Med europeisk strømmiks blir utslippet tilknyttet B6 3 522 tonn CO₂-ekv. over analyseperioden på 50 år. Ved bruk av den norske strømmiksen er utslippet derimot så lavt som 171 tonn CO₂-ekv.



4 Oppsummering av kravene knyttet til klimagassutslipp

Kravene som gjelder for prosjektet vises i tabellen nedenfor.

Tabell 4-1: Gjeldende krav knyttet til klimagassutslipp

Krav	Materialer	Energi	Kommentar
TEK17	Regnskap fra materialer (A1-A4, B2 og B4 + avfall fra byggeplassen) for definerte bygningsdeler***		Dokumenteres etter ferdigstilling av bygget.
Svanemerket	Svanemerket har ingen grenseverdi for klimagassutslipp, men enkelte av kravene som stilles til de forskjellige materialgruppene påvirker klimagassberegning (f.eks. lavkarbonbetong A)****		Betong i lavkarbonklasse A er forutsatt i beregningen, men foreløpig er det lagt inn generisk verdier for andre materialgrupper. Detaljerte vurderinger knyttet til for eksempel stålkvalitet og isolasjonsmaterialer i henhold til Svanemerket må gjøres i detaljprosjektering.
Alta kommune	25 % reduksjon i klimagass for materialer sammenlignet med referansebygget**. 302 kgCO ₂ ekv./m ² BTA over 50 år ekskl. grunn og fundamenter minus 25 % = 227 kgCO₂ ekv./m² BTA over 50 år	40 % reduksjon i klimagass for energi sammenlignet med referansebygget*. Skole referansebygg: 149 kWh/m ² år x 132 gCO ₂ /kWh = 19 668 gCO ₂ /m ² år minus 40 % = 11 800 gCO ₂ /m ² år Idrett referansebygg: 144 kWh/m ² år x 132 gCO ₂ /kWh = 19 008 gCO ₂ /m ² år minus 40 % = 11 404 gCO ₂ /m ² år Totalt (50 år): Referansebygg: 1 933 kgCO ₂ /m ² år Krav (minus 40%): 1 160 kgCO ₂ /m ² år	
Prosjektkrav	Regnskap fra materialer (A1-A4, A5 (kapp og svinn) B2 og B) for bygningsdeler 22, 23, 24, 25, 26 og 28 i NS 3451		Samme krav som i TEK17.
KPA (kommuneplanens arealdel) krav	Det skal utarbeides klimagassberegninger for reguleringsplaner og nye bygningstiltak større enn 1000m ²		

*Referansebygget definisjon: TEK 17 energiramme, energiforsyning ren elektrisk i Simien-modell. Resultatet på levert energi ganges opp med 132 g (CO₂)/kWh (opplysning Alta kommune, e-post 13.02.2026)

**Referansebygget definisjon: Referanseutslippet reflekterer «benchmarkverdier» prosjektene kan måle seg mot. Referansen tilsvarer enkle bygg med TEK17- standard og nøktern materialbruk, bygget



med standard løsningsvalg og materialer for dagens marked. Beregnes ved hjelp av DFØ verktøy² og inkluderer A1-A4, A5 (kapp og svinn), B2 og B4 over livsløpet.

***Definerte bygningsdeler: 215, 216, 22, 23, 24, 25, 26

****Utdrag: Minimum 70 % av betongen som brukes i betongen skal dokumentere samsvar med lavkarbonbetong A. For andre materialgrupper som stål, aluminium og isolasjonsmaterialer er svanemerkets krav mer indirekte knyttet til klimagassutslipp og dette må detaljeres nærmere i videre arbeid.

² Tilgjengelig for nedlasting på <https://www.anskaffelser.no/nn/verktoy/analyseverktoy/klimagassutslipp-bygg>



5 Resultat klimagassberegning

Resultatene fra klimagassberegningen er presentert i Tabell 5-1, inklusivt energi i drift og riving av eksisterende bebyggelse.

Tabell 5-1 Resultat klimagassberegning etter livsløpsmoduler, inkludert sensitivitetsanalyse med europeisk forbruksmiks.

	tonn CO ₂ - ekv.	kg CO ₂ -ekv./m ² BTA	Referansetall [kg CO ₂ - ekv./m ² BTA] - energi
A1-A3 – Produksjon av materialer	2 287	243	
A4 – Transport til byggeplass	108	12	
A5 – Byggeplassdrift	109	12	
Riving av eksisterende bebyggelse	91,5	9	
B2 og B4 - Reparasjon og vedlikehold	187	20	
B6 – Energi i drift	3 515	374	1 933
Sum	6 298	670	

Tabellen ovenfor viser at energi i drift oppnår en reduksjon på 80 % sammenliknet med referansen og prosjektet ligger dermed an til å nå målet. Dette kommer av strengekrav til energigjerrig bygningskropp og fornybar energiforsyning, dette er beskrevet i energirapport.

Riving av eksisterende bebyggelse er estiert til å ha et klimagassutslipp på ca. 91,5 tonn CO₂-ekv., forutsatt at all eksisterende bebyggelse rives.

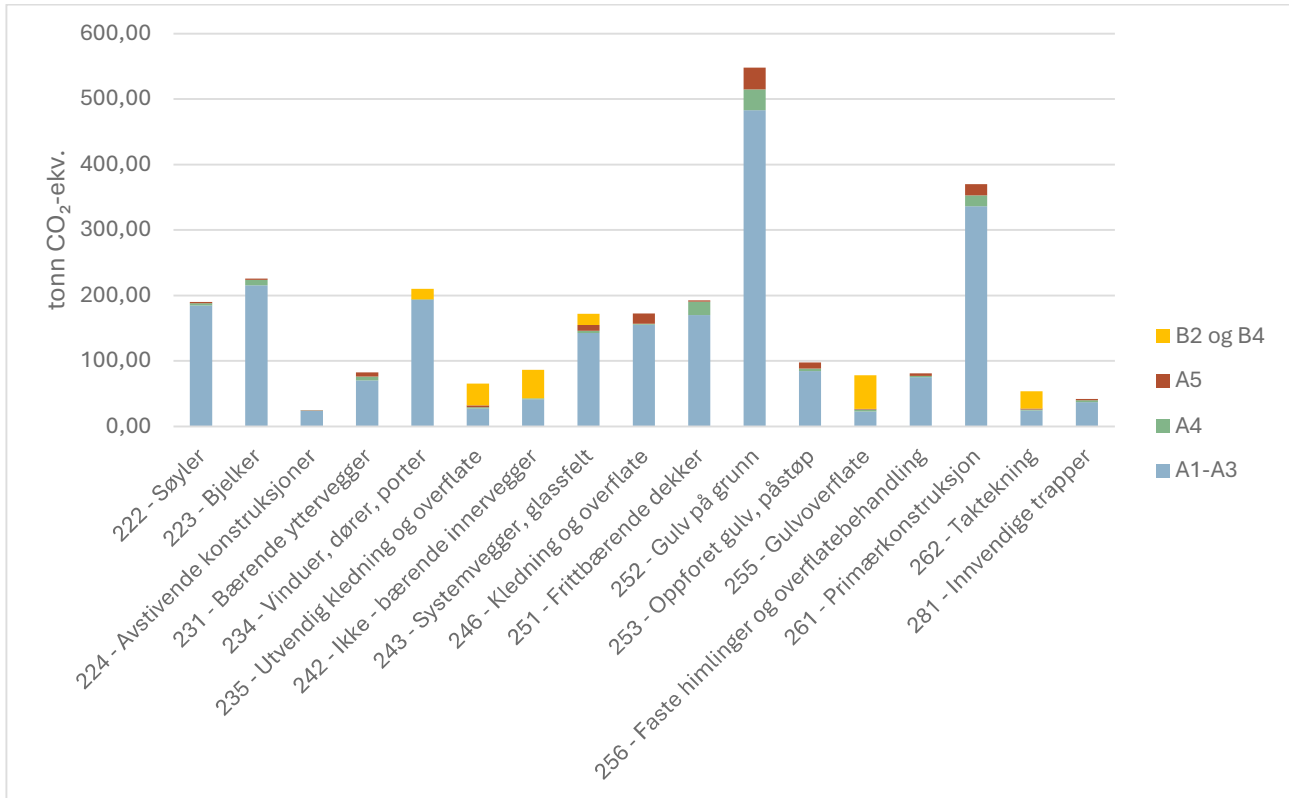
Tabell 5-2 viser klimagassutslippet knyttet til materialene i bygget, som skal sammenliknes opp mot referanseverdien i DFØ-verktøyet, på 302 kg CO₂-ekv./m² BTA. Med de forutsetningene som ligger til grunn for beregningen, oppnår prosjektet nå en reduksjon på 5 % sammenliknet med referansen. Målet til prosjektet er en reduksjon på 25 %, og prosjektet ligger dermed ikke an til å nå dette målet i tidlig fase.

Tabell 5-2 - Klimagassutslipp knyttet til materialene i nybygg.

	tonn CO ₂ -ekv.	kg CO ₂ -ekv./m ² BTA	Referansetall [kg CO ₂ - ekv./m ² BTA]
A1-A3	2 287	243	
A4	108	12	
A5	109	12	
B2 og B4	187	20	
Totalt	2 692	286	302

5.1.1 Diskusjon av resultatene for materialer

Som vist i Figur 5-1, bidrar gulv på grunn og takkonstruksjonen til den største andelen av klimagassutslippet. Dette kommer i stor grad av betong, stål og isolasjon, som er de materialene som bidrar i størst grad til klimagassutslippet, som vist i Figur 5-2. Klimagassutslippene er betydelig redusert som konsekvens av betong i lavkarbonklasse A som er et krav for Svanemerket. Stålfiler i søyler og bjelker har en betydelig påvirkning på klimagassutslippet, med totalt ca. 18 %. Svanemerket stiller ikke absolutte terskelkrav til stål, men oppfordrer til blant annet resirkulert innhold. I detaljprosjektet vil det jobbes videre med valg av stålprodukter.



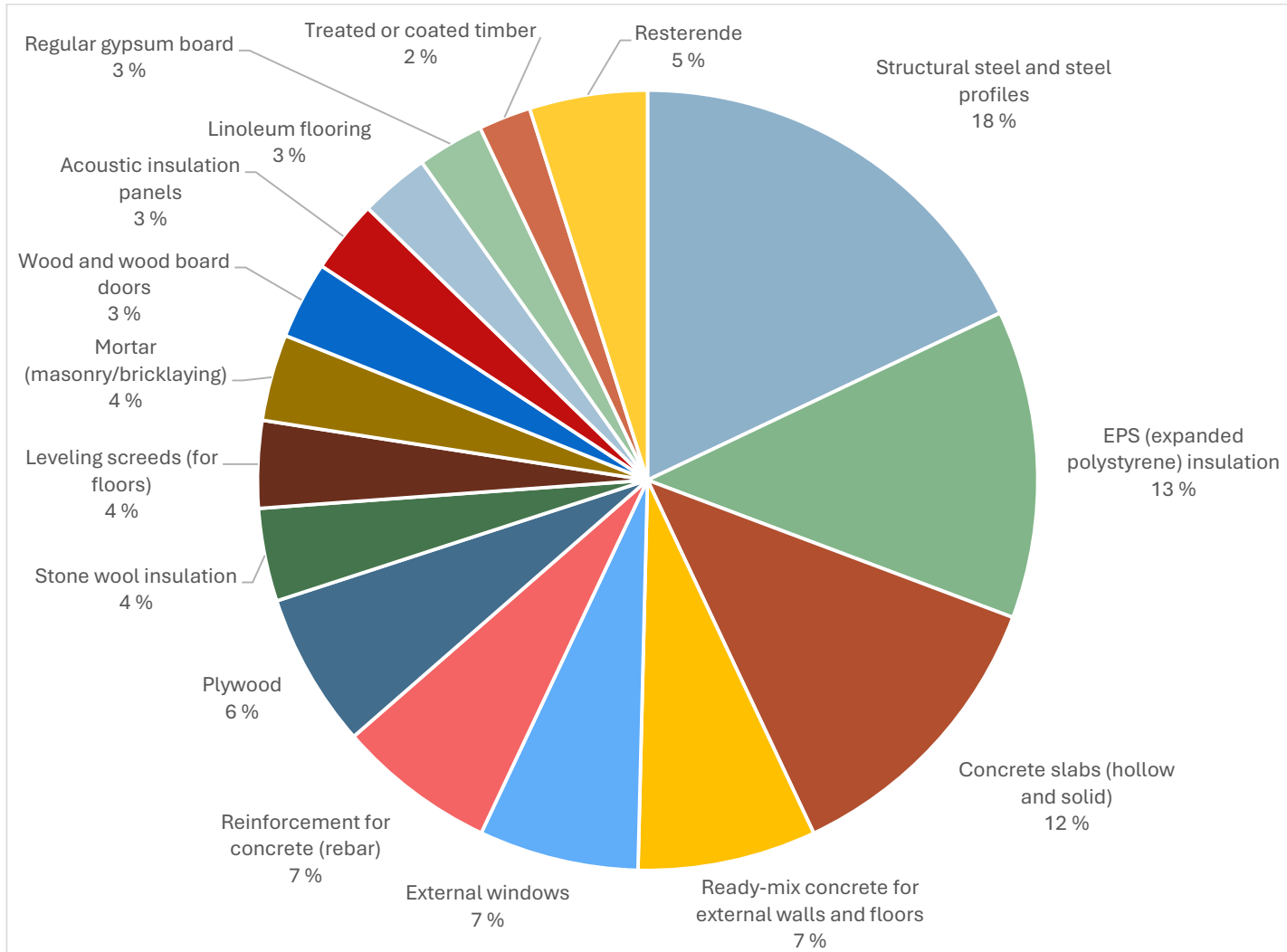
Figur 5-1 Klimagassutslipp fordelt på bygningsdelsnivå og modul.

Kakediagrammet i Figur 5-2 viser bidraget som hver materialgruppe utgjør for de totale klimagassutslippene fra materialer. EPS-isolasjon står for ca. 13 %, dette kommer av at det er forutsatt tykke lag med EPS i grunn og tak for å imøtekomme de strenge energikravene. Resultatene viser at det er et paradoks at energikravene øker materialtykkelsene slik at den positive klimaeffekten fra lavkarbonbetongklasse A til en viss grad blir motvirket av større mengder EPS-isolasjon. I sum er allikevel effekten av det lave energiforbruket i drift svært positivt og prosjektet kommer godt ut sammenliknet med referansebygget.

I detaljprosjektet må bruken av EPS-isolasjon vurderes opp mot Svanemerket kriterier som gir poeng når minst 90% av det totale behovet for isolasjon i en konstruksjonsdel dekkes av et isolasjonsprodukt med minimum 80% fornybart materiale. Bruk av fornybare isolasjonsmaterialer kan redusere klimagassutslippet i bygget, men må prosjekteres og vurderes nye i henhold til funksjonskrav som trykkfasthet, brann, lyd og fuktighet. Dette bør utredes i neste fase.

En viktig forutsetning for resultatene er at DFØs referansebygg er basert på nøkterne og markedsrepresentative standardverdier for bygg. Når man utfører en klimagassberegning i tidlig fase og benytter standardverdier for å tette datahull knyttet til lav detaljeringsgrad i underlaget, er det derfor naturlig at resultatet vil ligge i nærheten av referansebygget. I dette tilfellet har besluttede tiltak som lavkarbonbetong klasse A ført til en reduksjon av klimagassutslipp i forhold til referansebygg, men ikke nok til å nå målet. Når prosjekteringen detaljeres vil prosjektet kunne fatte beslutninger om løsninger og materialvalg som ytterligere reduserer klimagassutslippene.

Tabell i vedlegg 1 viser materialmengder og utslippsfaktor for Komsa skole, fordelt på materiale og bygningsdel. Dette bør brukes som et verktøy i videre faser for å redusere klimagassutslippet fra Komsa skole.



Figur 5-2 – Klimagassutslipp fordelt på materialtype. Tallene inneholder modul A1-A5, B2 og B4.

6 Anbefalte tiltak for reduksjon av utslipp fra materialer

I detaljprosjekteringen bør man derfor særlig rette oppmerksomheten mot følgende punkter og arbeide videre med dem:

- Utrede alternative isolasjonsmaterialer i tråd med Svanemerkets kriterier. Optimalisering av isolasjon må samtidig ikke gå på bekostning av passivhuskravet.
- Optimalisering av stålbering og betongkonstruksjoner. Å redusere den totale mengden stål og betong i bygget er den mest kostnadseffektive måten å redusere klimagassutslippet.
- Tre i stedet for stål som bærende konstruksjon, der det er mulig
- Eventuelt redusere stål på bekostning av noe høyere betongmengder, da stål har høyere utslipp enn betong.
- Bruk av resirkulert stål eller stål med lave klimagassutslipp i produksjonsprosessen.
- Bruk av eventuell ekstrem eller lavkarbonbetong på egnede deler av konstruksjonen.
- Ombruk av komponenter der dette er mulig.
- Velge lokalproduserte materialer.



- Velge slitematerialer (gulvbelegg etc.) med lang levetid.
- Generelt bruk av materialer med lavt klimaavtrykk, som miljøsertifiserte produkter, og sammenlikne produkter og leverandører for å finne det mest klimavennlige alternativet.

Når det gjelder energibehovet, er det allerede gjennomført omfattende tiltak for å holde dette så lavt som mulig. Blant annet:

- Passivhusstandard, med svært lave varmetap
- Tett bygg med lav lekkasjetall
- Minimale kuldebroer
- Bergvarmepumpe med høy virkningsgrad



7 Konklusjon

Det foreløpige resultatet viser følgende:

- Klimagassutslippet basert på tilgjengelig informasjon i dag viser et totalt utslipp på 2 692 t CO₂ ekvivalenter, som utgår 286 kg CO₂ ekv./m² BTA.
- Sammenliknet med referansebygget på 302 kg CO₂ ekv./m² BTA har prosjektet redusert utslippene med ca. 5 %. En betydelig andel stammer fra isolasjonsmaterialene, som blir ekstra omfattende på grunn av passivhuskravene.
- Når det gjelder energibehov, ligger bygget svært godt an, ettersom det tilfredsstiller kriteriene for Passivhusstandard og har en energigjerrig bygningskropp og bergvarmeforsyning. Resultatet ligger ca. 80 % under referansebygget og oppfyller dermed kravene med veldig god margin.
- Ser man på klimagassutslippene fra materialer og energi samlet, får man et svært godt resultat over hele levetiden.

Komsa skole er prosjektert for å tilfredsstille passivhusstandard. Dette medfører høyere krav til isolasjon, og materialmengdene i både takkonstruksjon, gulv på grunn og i yttervegger er derfor høyere enn i referansebygget. Når prosjekteringen detaljeres vil prosjektet kunne fatte beslutninger om løsninger og materialvalg som ytterligere reduserer klimagassutslippene. Kostnadseffektive tiltak er foreslått i rapporten til videre arbeid.



8 Referanser

- [1] Standard Norge, «NS-EN 15978:2011 Bærekraftige byggverk. Vurdering av bygningers miljøprestasjon. Beregningsmetode.,» 2011.
- [2] Standard Norge, «NS3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger,» 2018.
- [3] Standard Norge, «NS-EN 16485:2014 Round and sawn timber - Environmental Product Declatratations - Product category rules for wood and wood-based products for use in construction,» 2014.
- [4] Standard Norge, «NS-EN 16757:2022 Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Product Category Rules for concreete and concrete elements,» 2022.
- [5] Standard Norge, «NS2720:2018/G2:2024 Veiledning - Verdier til bruk i klimagassbudsjettering - beregninger og -regnskap for byginger etter NS 3720 og informasjonsmoduler A4, A5, B2 og B4,» 2024.



Vedlegg 1 Materialmengder

Bygningsdel	Materiale	Enhet	Mengde	kg CO ₂ -ekv./enhet
252 - Gulv på grunn	Concrete (Norwegian low-carbon), B35, lavkarbonklasse A (2024 NB37)	m2	5 964	25,2
	EPS Insulation, L= 0.031 W/mK, R= 1 m2K/W, 600x1200x31 mm, 16 kg/m3, pressure class 80 kN/m ² (EPS-gruppen)	m2	5 964	17,7
	Plastic vapour control layer, 0.2 mm (Tommen Gram)	m2	5 964	0,4
	Reinforcement steel (rebar), generic, 80% recycled content, A615 (One Click LCA)	kg	161 028	0,9
	Self levelling mortar, for floors, walls and overhead appl., 3-50 mm, 1400 kg/m3, Pericret (PCI Augsburg)	m2	5 964	13,0
261 - Primærkonstruksjon	EPS Insulation, L= 0.031 W/mK, R= 1 m2K/W, 600x1200x31 mm, 16 kg/m3, pressure class 80 kN/m ² (EPS-gruppen)	m2	6 630	31,9
	Hollow core concrete slab element , C55/67 (B55/M40), 365kg/m2, low carbon class A, Hulldekke B55/M40. Lavkarbonklasse A, ekstra (Loe Betongelementer AS)	kg	1 300 757	0,1
	Plastic vapour control layer, 0.2 mm (Tommen Gram)	m2	6 630	0,4
223 - Bjelker	Structural steel beams (UNP-UPE-HEA-HEB-IPE-HEM), 7850 kg/m3, steel grade ≤ S355 (CSK Stållindustri A/S)	kg	135 557	1,6
234 - Vinduer, dører, porter	Multifunctional steel door, product group 1, 1000mm x 2125 mm, H 3 D, H 3 OD, H 3 VM, H 3 KT, RS 55, D 65 OD, D 65 (Hörmann)	m2	184	84,7
	Terskelverdi DFØ Åpningsbare vinduer - viderekomne	m2	1 800	99,0
222 - Søyler	Structural hollow steel sections (HSS), cold rolled, generic, 15 % recycled content, circular, square and rectangular profiles, S235, S275 and S355 (One Click LCA)	kg	63 540	2,9
251 - Frittstående dekker	Hollow core concrete slab element , C55/67 (B55/M40), 365kg/m2, low carbon class A, Hulldekke B55/M40. Lavkarbonklasse A, ekstra (Loe Betongelementer AS)	kg	1 817 654	0,1
246 - Kledning og overflate	Wall panels from plywood, 596 kg/m3 (Fritzøe Engros AS)	m3	200	776,0
243 - Systemvegger, glassfelt	Gypsum plasterboard, regular, 12.5 x 900/1200 mm, 9.0 kg/m2, Normal Standard, GNE/GN13 (Gyproc (2020))	m2	19 000	2,2
	Stone wool (mineral wool) insulation, unfaced, L = 0.0315 W/mK, R = 1 m2K/W, 31.5mm, 1.26 kg/m2, 40 kg/m3, (Range: 36-50kg/m3), 50% slag content (One Click LCA)	m3	950	57,3
	Structural steel beams (UNP-UPE-HEA-HEB-IPE-HEM), 7850 kg/m3, steel grade ≤ S355 (CSK Stållindustri A/S)	kg	26 315	1,6
	Water-borne interior paints, 1.36 kg/L, average coverage 8-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri Sand, Paneelikattomaali, Ranch, Supertateksi, Tapettipohjamaali, Teknospro, Tela, Timantti, Trend (Teknos)	kg	2 565	1,6
253 - Oppforet gulv, påstøp	Cement based screed, calculated average for Norway (One Click LCA)	kg	338 944	0,2
256 - Faste himlinger og overflatebehandling	Acoustic cement-bonded wood wool panel for walls and ceilings, unpainted, 25 mm, 12.62 kg/m2, 505 kg/m3, A2 Natural Wood (Troidtekt, Jutland plant)	m2	9 319	8,0
231 - Bærende yttervegger	Gypsum plasterboard, 7.2 kg/m2, 9.5 mm +/-0.5 mm, Windliner - X/Utvendig - X type EH2 (GU-X) (Norgips)	m2	4 760	1,7
	Gypsum plasterboard, regular, 12.5 x 900/1200 mm, 9.0 kg/m2, Normal Standard, GNE/GN13 (Gyproc (2020))	m2	4 760	2,2
	Planed timber, conifer (Treindustrien)	m2	952	7,3
	Plastic vapour control layer, 0.2 mm (Tommen Gram)	m2	4 760	0,4
	Stone wool (mineral wool) insulation, unfaced, L = 0.0315 W/mK, R = 1 m2K/W, 31.5mm, 1.26 kg/m2, 40 kg/m3, (Range: 36-50kg/m3), 22% slag content (One Click LCA)	m2	8 568	5,0
242 - Ikke - bærende innervegger	Wooden and engineered wood interior doors, biogenic CO2 not subtracted, 485-1360 mm x 1597-2735 mm, min. thickness 39 mm, 41 kg/m2 (VHI)	m2	1 043	39,6
281 - Innvendige trapper	Concrete (Norwegian low-carbon), B35, lavkarbonklasse A (2024 NB37)	m3	123	210,0
	Reinforcement steel (rebar), generic, 80% recycled content, A615 (One Click LCA)	kg	12 315	0,9
235 - Utvendig kledning og overflate	Planed timber, conifer (Treindustrien)	m2	428	0,6
	Thermally treated wooden cladding, thickness 17-42 mm, 10.25 kg/m2 (Siparila Oy)	m2	4 760	5,4
	Waterborne polyurethane varnish, 1.05 kg/l, 11.5-7.5 m2/l spreading rate, 38 ± 2 % solids/volume (One Click LCA)	kg	666	1,8
262 - Taktekning	Bitumen-polymer membrane roofing, 2 layer, fully torched (EWA)	m2	6 630	3,7
224 - Avstivende konstruksjoner	Structural hollow steel sections (HSS), cold rolled, generic, 15 % recycled content, circular, square and rectangular profiles, S235, S275 and S355 (One Click LCA)	kg	8 230	2,9
255 - Gulvoverflate	Linoleum flooring, calculated average for Norway, 2.7 mm, 3 kg/m2 (One Click LCA)	m2	9 353,0	2,5



Vedlegg 2 Veileder NS3720:2018/G2 :2024

<p>Vedlikeholdsintervaller og forventede levetider, B2 og B4</p>	<p>Dersom ikke annet er spesifisert benyttes veiledende vedlikeholdsintervaller og forventede levetider iht. kapittel 3.4 i NS 3720:2018/G2:2024. Følgende levetidskategorier legges iht. veiledningen til grunn:</p> <ul style="list-style-type: none"> -lang levetid: Boliger, barnehager* -middels levetid: Andre bygg som ikke er angitt i «lav» eller «høye» belastningskategori -kort levetid: Kontor, forretning <p>*Bygningsdel 236/246 Innvending kledning og overflate og 255 Gulvoverflate tillegges middels levetid.</p>																																																		
<p>Veiledende forutsetninger knyttet til transport A4</p>	<p>Transportavstander:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Lokale materialer: 50 km -Varer produsert i Norge: 300 km -Importerte byggevarer fra Norden: 500 km -Importerte byggevarer utenfor Norden: 2 000 km -For produkter uten kjent produksjonssted: 500 km <p>Utslipp:</p> <p>Livsløpsbaserte klimagassutslipp iht. kapittel 4.3 (Tabell 15) i NS 3720:2018/G2:2024.</p> <table border="1" data-bbox="480 1285 1426 1921"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Livsløpsbaserte utslipp fra produksjon og infrastruktur</th> <th>Livsløpsbaserte utslipp for drivstoff</th> <th>Totalt</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>g CO₂e/tkm</th> <th>g CO₂e/tkm</th> <th>g CO₂e/tkm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Tog</td> <td>El (Norge)</td> <td rowspan="3">20</td> <td>1</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>El (Europa)</td> <td>6</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>Diesel</td> <td>25</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Vei</td> <td>Diesel (Europa)</td> <td rowspan="2">30</td> <td>130</td> <td>160</td> </tr> <tr> <td>Diesel (Norge)</td> <td>89</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>El (norsk)</td> <td>40</td> <td>13</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>El (Europa)</td> <td>40</td> <td>145</td> <td>185</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Båt</td> <td>Bulk</td> <td></td> <td></td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Kontainer</td> <td></td> <td></td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Cargo</td> <td></td> <td></td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table>			Livsløpsbaserte utslipp fra produksjon og infrastruktur	Livsløpsbaserte utslipp for drivstoff	Totalt			g CO ₂ e/tkm	g CO ₂ e/tkm	g CO ₂ e/tkm	Tog	El (Norge)	20	1	20	El (Europa)	6	26	Diesel	25	45	Vei	Diesel (Europa)	30	130	160	Diesel (Norge)	89	120	El (norsk)	40	13	55	El (Europa)	40	145	185	Båt	Bulk			6	Kontainer			12	Cargo			16
		Livsløpsbaserte utslipp fra produksjon og infrastruktur	Livsløpsbaserte utslipp for drivstoff	Totalt																																															
		g CO ₂ e/tkm	g CO ₂ e/tkm	g CO ₂ e/tkm																																															
Tog	El (Norge)	20	1	20																																															
	El (Europa)		6	26																																															
	Diesel		25	45																																															
Vei	Diesel (Europa)	30	130	160																																															
	Diesel (Norge)		89	120																																															
	El (norsk)	40	13	55																																															
	El (Europa)	40	145	185																																															
Båt	Bulk			6																																															
	Kontainer			12																																															
	Cargo			16																																															
<p>Veiledende forutsetninger knyttet til byggeplass – A5</p>	<p>Avfallsmengder:</p> <table border="1" data-bbox="480 1977 1426 2096"> <thead> <tr> <th>Produktgruppe</th> <th>% kapp og svinn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Betongelementer</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Stålkonstruksjoner</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Produktgruppe	% kapp og svinn	Betongelementer	1	Stålkonstruksjoner	1																																												
Produktgruppe	% kapp og svinn																																																		
Betongelementer	1																																																		
Stålkonstruksjoner	1																																																		



	Øvrige elementer	1
	Betong	5
	Armering	5
	Trebaserte bygningsplater	10
	Gipsplater	12
	Isolasjon	5
	Membraner	5
	Tegl/lettklinker	5
	Taktekking	5
	Flis	10
	Puss, mørtel	10
	Trevirke	10
	Øvrige materialer	5
	Prefabrikerte moduler	0