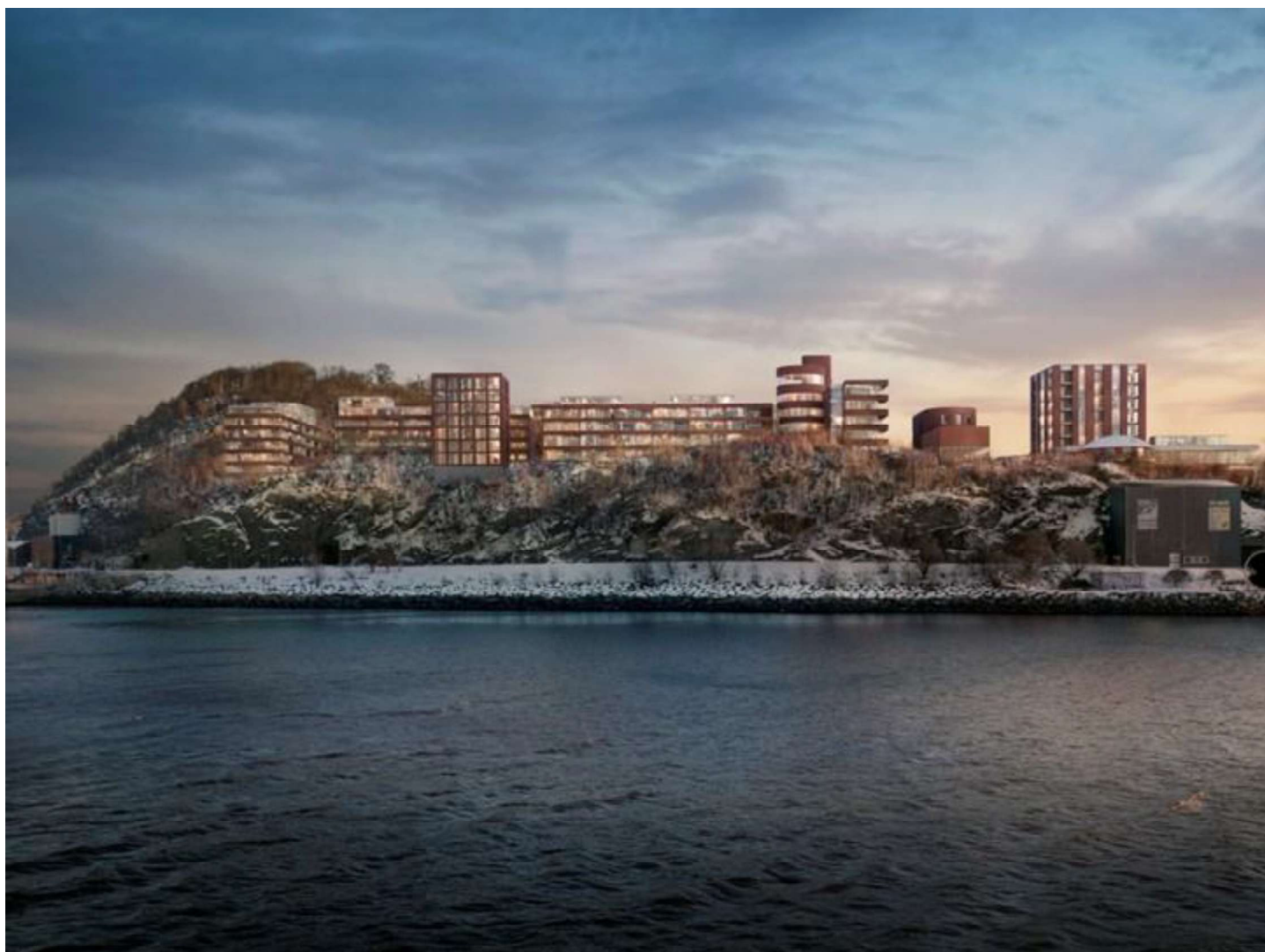


Ladehammeren AS

► Nye Ladehammeren

Klimagassberegning i reguleringsfase

Oppdragsnr.: 52407803 Dokumentnr.: 01 Versjon: 02 Dato: 2024-11-25



Oppdragsgiver: Ladehammeren AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Liv Svare
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim
Oppdragsleder: Line Oppedal
Fagansvarlig: Daan Boonstra
Andre nøkkelpersoner: Line Oppedal

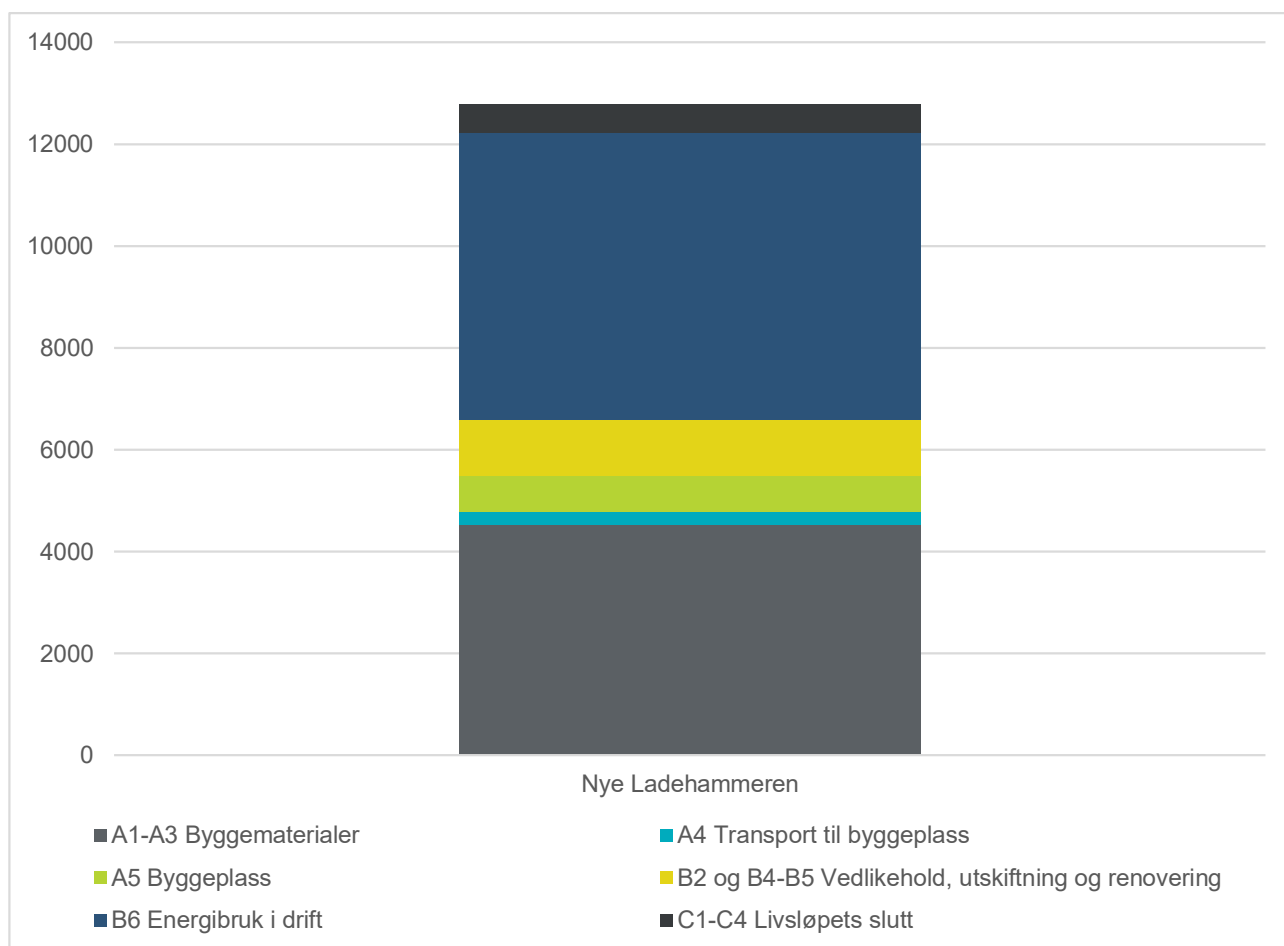
02	2024-11-25	Klimagassberegning etter tilbakemelding. Reguleringsfase.	Line Oppedal	June Voll Øksnevad	Daan Boonstra
01	2024-11-15	Klimagassberegning første utgave. Reguleringsfase.	Line Oppedal	June Voll Øksnevad	Daan Boonstra
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult Norge AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult Norge AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

Norconsult Norge AS har på oppdrag fra Nye Ladehammeren AS gjennomført en klimagassberegning i reguleringsfase for Nye Ladehammeren. Prosjektet består av boligblokker, en parkeringskjeller og en næringsdel. Av boligbyggene er seks bygninger tiltenkt rehabilitert med påbygg, mens det er forutsatt fem nybygg i klimagassberegninger. Klimagassberegningene er utført i en tidlig fase, slik at endringer i prosjektet kan forekomme. Klimagassberegningene gir en pekepinn på effekten av valg som gjøres i prosjektet, samt hvilke tema som er relevante å følge opp i videre faser.

Beregningen er en kvantitativ vurdering av utslipp av klimagasser forbundet med produktstadiet, transport til byggeplass, energibruk i drift, transport i drift, utskiftning og livsløpets slutt over en levetid på 50 år. Klimagassbudsjettet kan brukes som dokumentasjon iht. BREEAM-NOR teknisk manual v.6.1 for Man01 kriterium 2 og Mat01 og 5-8. Figur 1 viser resultatet for klimagassberegningene for hele prosjektet, med forutsetningene lagt til grunn.



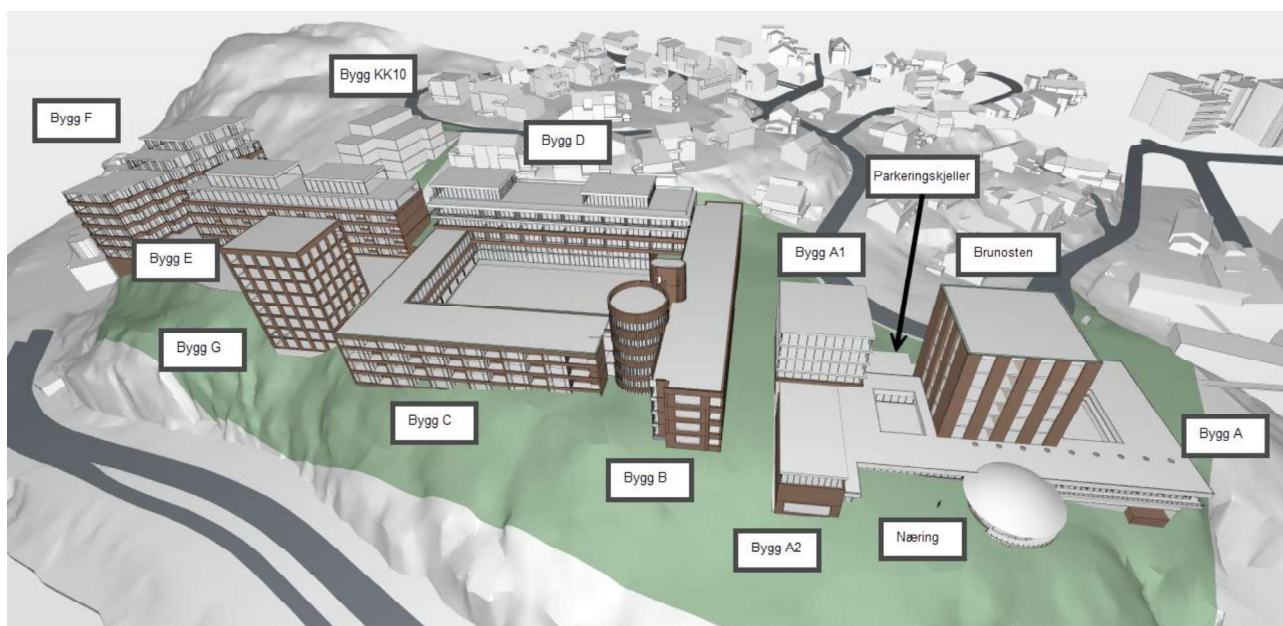
Figur 1. Resultat klimagassberegning (tonn CO2e), fordelt på livsløpsstadium

Innhold

1	Bakgrunn	5
2	Forutsetninger	6
2.1	Systemgrenser	6
2.2	Beregningsverktøy – One Click LCA	6
2.3	Beregningsgrunnlag	7
2.4	Prosjektert bygg	8
3	Samlet klimagassregnskap for byggets levetid («Man01»)	10
3.1	Materialbruk (A1-A3, A4, A5, B1-B5, C2-C4)	10
3.2	Energiforbruk på utbyggingsområde (A5)	12
3.3	Energibruk i drift (B6)	14
3.4	Transport i drift (B8)	16
3.5	Dekonstruksjon (C1)	19
3.6	Resultater samlet klimagassbudsjett	19
4	Bærekraftige materialvalg – LCA og klimagassberegninger («Mat01»)	20
4.1	Tidligfase klimagassberegning – Materialbruk	20
4.2	Mat 01 kriterium 2 – Alternativvurderinger for materialer	21
4.3	Mat 01 kriterium 3 – Reduksjon av klimagassutslipp	22
4.4	Livsløpsvurderinger av bygget (LCA)	23
4.4.1	<i>Miljøpåvirkningskategorier</i>	23
4.4.2	<i>Mat01-kalkulatoren</i>	24
4.4.3	<i>Resultater</i>	25
5	Vedlegg	26
5.1	Vedlegg 1 – Mat01-kalkulatoren	26
5.2	Vedlegg 1-13 – Resultater fordelt på miljøindikatorer hentet fra One Click	26
5.3	Vedlegg 14 - Resultater samlet klimagassbudsjett Man01	26
5.4	Vedlegg 15 - Tidligfase klimagassberegning – Materialbruk Mat01	26

1 Bakgrunn

Norconsult Norge AS har på oppdrag fra Nye Ladehammeren AS gjennomført en klimagassberegning i reguleringsfase for Nye Ladehammeren. Prosjektet består av boligblokker, parkeringskjeller og en næringsdel. Næringsdelen skal ikke BREEAM-sertifiseres, men det er gjort klimagassberegninger for å vise utslippene for prosjektet som helhet. Beregningene for næringsdelen har like forutsetninger som Bygg A, ettersom delene er tilnærmet lik. Parkeringskjelleren skal graves ut mellom de eksisterende byggene og under de nye byggene. Av boligbyggene er fem bygninger rehabilitering med påbygg, Bygg A, A2, B, C og D, og seks nybygg, Brunosten, Bygg A1, E, F, G og KK10. Figur 2 viser oversikt over de ulike byggene. BREEAM-NOR-sertifisering eller EUs taksonomi-krav av byggene skal vurderes i prosjektet.



Figur 2: Bygningene for Nye Ladehammeren.

Det er benyttet en levetid på 50 år iht. metode M1 for Mat 01 og Klimaveilederen til Trondheim kommune (07.05.24). Formålet med klimagassberegningen er å kvantifisere klimagassutslipp som følge av prosjektet, sette opp et klimagassbudsjett og vurdere aktuelle alternativer for å redusere utslippet fra materialer i prosjektet. Livsløpsvurderingen vil benyttes for å legge føringer for valg av miljøvennlige løsninger og materialer i prosjektet.

2 Forutsetninger

Klimagassberegningen beskriver prosjektets påvirkning på klimaendringer¹. Effekten måles i utslipp av drivhusgasser (tonn CO₂e). Klimagassberegningen er utarbeidet iht. *NS 3720 Metodikk for klimagassberegning for bygninger*.

2.1 Systemgrenser

I NS 3720 fastsettes en felles livsløpsmodell for bygninger. Modellen inkluderer moduler for livsløpsstadiene, og legger til rette for at hvert stadium isolert kan sammenlignes med andre prosjekter. Avhengig av formålet til beregningen, kan livsløpsstadier inkluderes/ekskluderes, eller beskrives ved scenarioer der det mangler prosjektspesifikk informasjon. For Nye Ladehammeren er følgende stadier inkludert; produktstadiet (A1-A3, byggematerialer), transport til byggeplass (A4), anlegg-, bygge- og monteringsarbeid (A5), fremtidig bruk, vedlikehold, reparasjon og utskiftninger (B1-B5), energibruk i drift (B6), transport i drift (B8) og livsløpets slutt inkl. riving, transport, avfallsbehandling og avhending (C1-C4), se Tabell 1. Utslipp fra bruk, vedlikehold, reparasjon og renovering, som kan inkluderes i fase B1, B2, B3 og B5, er i denne beregningen tatt med i livsløpsfase B4.

Tabell 1: Oversikt over inkluderte bygningsdeler og livsløpsmoduler for TEK17, MAN01 og MAT01.

	TEK17	BREEAM v.6.1		Klimaveileder iht. Trondheim kommune
		MAN 01	MAT 01	
Bygningsdeler som skal inkluderes i regnskapet	21-26	Krit. 2-3: 21-26, 28 og 47 (MAT 01 M1)	Krit. 1-2: 21-26, 28 og 47 Krit. 3: 22-26 og 28 (merk 21 og 47 er ikke med)	21-26
A1-A3 Produktstadiet	x	x	x	x
A4 Transport til byggeplassen	x	x	x	x
A5 Byggeplass	x (kun avfall)	x (kun avfall)	x (kun avfall)	x (kun avfall)
B1 Bruk		x		
B2 Vedlikehold	x	x	x	x
B3 Reparasjon		x		
B4 Utskiftning	x	x	x	x
B5 Renovering		x		
B6 Energibruk i drift		x		x
B8 Transport i drift (Tra 01)		x		x
C1-C4 Livsløpets slutt		x		

2.2 Beregningsverktøy – One Click LCA

Verktøyet One Click LCA er benyttet til å gjennomføre klimagassberegningen. One Click LCA er et bransjestandardverktøy for klimagassberegninger i Norge og inneholder verifiserte globale og lokale databaser for miljødata. Programvaren inneholder 11 tredjeparts sertifiseringer og er i overensstemmelse med mer enn 30 sertifiseringer og standarder for livsløpsvurdering (LCA), inkludert BREEAM og *NS 3720 metode for klimagassberegning for bygninger*.

¹ Endringer i lokale, regionale eller globale overflatetemperaturer som følge av økt konsentrasjon av drivhusgasser i atmosfæren.

2.3 Beregningsgrunnlag

Tabell 2 beskriver underlaget som er benyttet som input til klimagassberegningen for de ulike livsløpsstadiene.

Tabell 2. Informasjon om benyttet beregningsgrunnlag

Datatype	Datakilde
Materialmengder (A1-A3)	Mengder og materialtyper er hentet fra ARK IFC lastet ned fra prosjekthotellet 2024-10-18 og 2024-10-28. Materialmengder som ikke er bestemt i denne fasen av prosjektet er basert på erfaringstall fra andre boligprosjekter.
Transportavstand materialer (A4)	Transportavstander er basert på veiledende transportavstander gitt i Tabell Mat01-03.
Anlegg-, bygge- og monteringsarbeid (A5)	Utslipp fra anlegg-, bygge og monteringsarbeid er basert på standardverdier fra One Click LCA. I beregningen inkluderer modulen kun utslipp knyttet til avfall iht. minimumskriteriet i BREEAM-NOR Teknisk manual v.6.1 Mat 01 M1 og energibruk på byggeområdet.
Materialer i bruksfasen (B4-B5)	Estimerte levetider er basert på typiske verdier for hvert enkelt materiale, og genereres automatisk i One Click LCA.
Energibruk i drift (B6)	Energibruk i drift er basert på ulike tiltaksnivåer og erfaringstall fra andre boligprosjekter.
Transport i drift (B8)	Utslipp fra transport i drift er beregnet iht. NS3701 med OneClickLCA. Beregningene er utført for ulike tiltaksscenario, basert på lokale reisevaneundersøkelser og brukerne av bygget.
Livsløpets slutt (C1-C4)	Benyttet markedsscenario som EOL-metode, ettersom denne er anbefalt i One Click LCA. Denne inkluderer utslipp i fase C2-C4 og er knyttet til hvert enkelt materiale. Utslipp fra C1 er inkludert i tillegg, basert på BTA for de ulike byggene og dekonstruksjon-/demoleringsscenariet for bygning av betong, stål og treverk gitt i One Click LCA.

2.4 Prosjektert bygg

Eksisterende bebyggelse

For bygg A, A2, B, C og D er det lagt til grunn at eksisterende bæresystem, dekker og bærende innervegger. Byggene antas å få nye gulvoverflater, himling, ikke-bærende innervegger, innerdører, vinduer og yttervegger med teglfasade. Påbyggene bygges opp slik som nybygg.

Nybygg

Klimagassutslipp fra de ulike bygningsdelene i nybyggene er beskrevet i Tabell 3. Det lagt til grunn betong i lavkarbonklasse A og en armering med 100 % resirkuleringsgrad. Bæresystemet er bygget opp av stålsøyler, betongsøyler, betongbjelker og dekkene er plasstøpt betong. Ikke-bærende innervegger er satt opp med bindingsverk i tre. Strukturelt stål har 40% resirkuleringsgrad. Bærende innervegger er betong.

Armeringsandelen som er lagt til grunn for de ulike betongelementene er følgende:

- Bærende innervegger og yttervegger 85 kg/m³
- Frittbærende dekker (plasstøpt) 100 kg/m³
- Innvendige trapper (trapp) 100 kg/m³

Tabell 3. Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp prosjektet bygg

Bygningsdel	Bygnings- element	Bygningsdel	Hva	Oppbygging/kvalitet
21 Grunn og fundamenter	216	Direkte fundamentering	Punktfundament	Betong lavkarbonklasse A, B25 Armering, 100 % resirkulert
22 Bæresystem	222	Søyler	Stålsøyler	Strukturelle stålprofiler, 40% resirkulert
			Betongsøyler	Betong lavkarbonklasse A, B45 Armering, 100 % resirkulert
	223	Bjelker	Betongbjelker	Betong lavkarbonklasse A, B45 Armering, 100 % resirkulert
23 Yttervegger	231	Bærende yttervegger	Isolert bindingsverksvegg med murt forblending	Bindingsverk 198x48mm isolert Bindingsverk 48x48mm isolert Dampspærre Vindsperre
			Betongvegger	Betong lavkarbonklasse A, B35 Armering, 100 % resirkulert
	234	Vinduer, dører, porter	Vinduer	Trerammevinduer med aluminiumskledning
			Dører	Ytterdører i tre
	235	Utvendig kledning og overflate	Kledning	Tegl, vanlig leire
24 Innvegger	236	Innvendig overflate	Malt gips	Gipsplate 13 mm, 10% resirkulert
	241	Bærende innervegger	Betongvegg 200 mm	Betong lavkarbonklasse A, B35 Armering, 100 % resirkulert
			Bindingsverk 98 mm	Bindingsverk 98x48mm isolert
	242	Ikke-bærende innervegger	Bindingsverk 198 mm	Bindingsverk 198x48mm isolert
			Bindingsverk 98 mm	Bindingsverk 98x48mm isolert
25 Dekker	244	Vinduer, dører og foldevegger	Vinduer	Innvendige trerammevinduer
			Dører	Innvendige tredører
	264	Innv. kledning og overflate	Malt gips	Gipsplate 13 mm
			Malt gips	Gipsplate 13 mm
25 Dekker	251	Frittbærende dekker	Plasstøpt betongdekke	Betong lavkarbonklasse A, B35 Armering, 100 % resirkulert
	252	Gulv på grunn	Plasstøpt betongdekke	Betong lavkarbonklasse A, B35 Armering, 100 % resirkulert

			XPS 200 mm	
	253	Oppfôret gulv og påstøp	Trinnlydplate	Trinnlydplate Rockwool 35 mm
	255	Gulvoverflate	Linoleum (antar 32 %)	
			Flis (antar 7 %)	
			Parkett (antar 61 %)	
	257	Systemhimling		Rockwool himlingspater
26 Yttertak	261	Primærkonstruksjon for yttertak	Plasstøpt betongdekke	Betong lavkarbonklasse A, B35 Armering, 100 % resirkulert
			EPS 300 mm/EPS 200 mm/XPS 50 mm	
			PE folie	
	262	Taktekking	Asfaltmembran	
28 Trapper	281	Innvendige trapper	Betongtrapper	Betong lavkarbonklasse A, B35 Armering, 100 % resirkulert

3 Samlet klimagassregnskap for byggets levetid («Man01»)

Dette kapittelet er fordelt på utslipp fra materialer (A1-A4, A5, B2, B4-B5, C2-C4), byggeplassdrift (A5), energibruk i drift (B6), transport i drift (B8) og dekonstruksjon (C1).

3.1 Materialbruk (A1-A3, A4, A5, B1-B5, C2-C4)

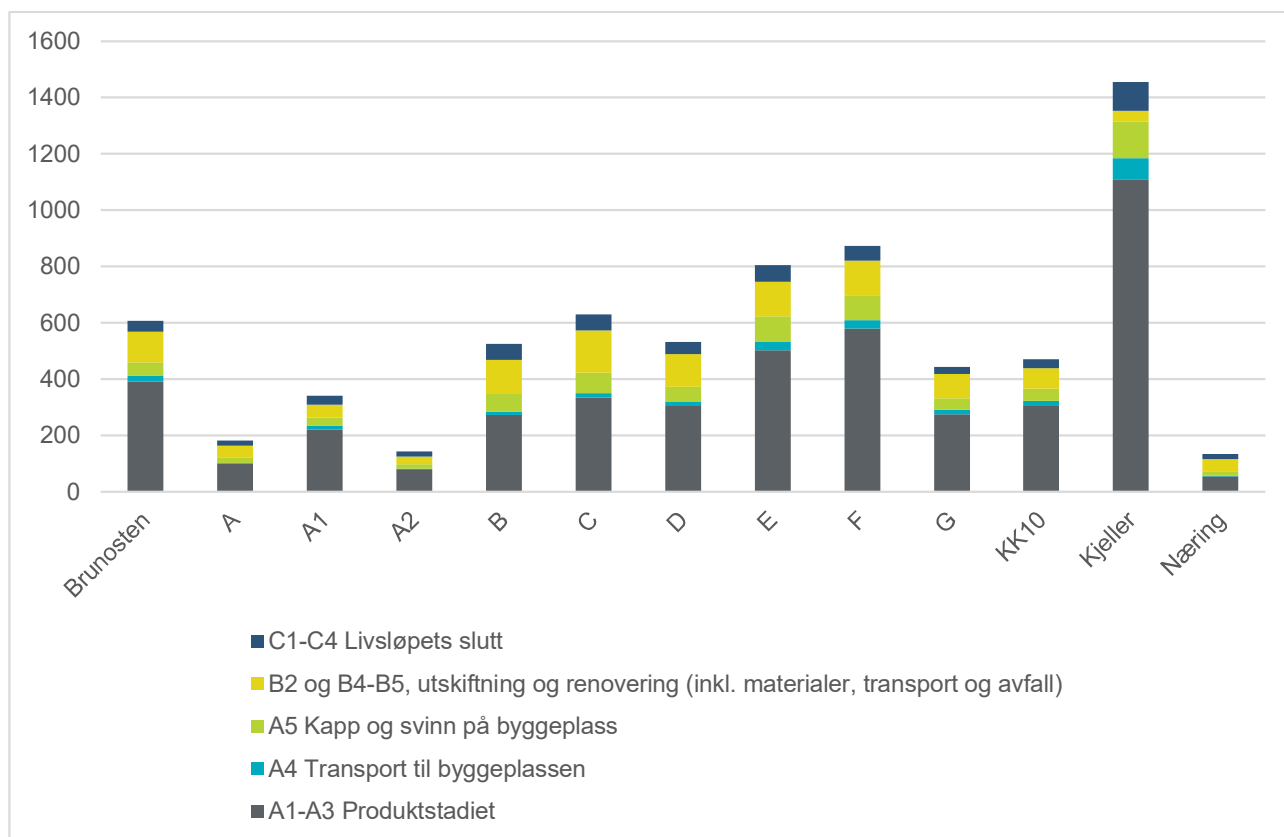
Utslipp knyttet til materialer inkluderer følgende stadier i bygningens livsløp:

- A1-A3, produksjon av materialer
- A4, transport av materialer til byggeplass
- A5, kapp og svinn på byggeplass
- B1-B5, Bruk, vedlikehold, reparasjon, utskifting og renovering
- C1-C4, livsløpets slutt

For klimagassutslipp tilknyttet materialer vises det til kapittel 4. Kapitelet viser til metode M1 under Mat 01 i BREEAM-NOR teknisk manual v.6.1, som er samme omfang som skal benyttes for Man 01 Samlet klimagassregnskap for byggets levetid, med unntak av utslipp fra C2-C4. Utslipp fra C2-C4 er basert på de samme materialene som i Mat01, men er lagt inn her i tillegg for å være i tråd med Metoden i Man 01. Se Tabell 4 som viser en oppsummering av resultatene for klimagassutslipp fra materialer.

Tabell 4. Oppsummering av resultatene fra tidligfase klimagassberegning for materialer

Livsløpstadium	Klimagassutslipp fra tidligfaseberegning (tonn CO ₂ e)												
	Brunosten	A	A1	A2	B	C	D	E	F	G	KK10	Kjeller	Næring
A1-A3 Produktstadiet	392	100	221	78	272	334	305	503	580	276	304	1 110	101
A4 Transport til byggeplassen	20	3	12	4	12	15	15	28	29	15	18	75	3
A5 Kapp og svinn på byggeplass	47	17	31	15	67	75	52	92	86	41	44	130	17
B1-B5 Bruk, vedlikehold, reparasjon, utskifting og renovering	109	44	46	29	118	148	116	124	127	86	72	38	44
C1-C4 Livsløpets slutt	40	17	30	18	56	59	45	58	52	26	32	102	17
Totalt utslipp tilknyttet materialer	608	181	340	144	525	631	533	805	874	444	470	1 456	182



Figur 3: Resultatene fra tidligfase klimagassberegning.

3.2 Energiforbruk på utbyggingsområde (A5)

Det er estimert klimagassutslipp knyttet til byggeplassdrift i form av energi- og drivstofforbruk på utbyggingsområdet. Det er lagt til grunn «gjennomsnittlig energi og drivstoff bruk på byggeplassen» basert på BTA for estimering av energiforbruk, se Tabell 5.

Utslippsfaktorer er beskrevet i Tabell 6 og er iht. metode M3 under Man 03 i BREEAM-NOR teknisk manual v.6.1.

Valgt utslippsfaktor for elektrisitet er den mest oppdaterte faktoren basert på de dataene som er tilgjengelige per dags dato.

Denne utslippsfaktoren er basert på strømmikser for 2050 fra NS 3720 Tabell A.2 og siste 3-års gjennomsnittlige strømmikser (2018-2020) som er tilgjengelig fra IEA². Faktoren er et 60-årsgjennomsnitt som antar at virkningene vil avta lineært frem til 2050 og forbli på det nivået til slutten av perioden. Når det kommer til bruk av snittfaktor over de tre siste årene er det en treghet i datagrunnlaget på 1-2 år, slik at faktoren for i år ikke kan baseres på faktoren for i fjor og de to årene før det. IEA publiserer årlige data om strøm- og varmforsyning og forbruk for OECD og utvalgte ikke-OECD-land to ganger i året: i april med fullstendige data frem til inneværende år-2 og i juli med ytterligere foreløpige forsyningsdata for OECD-land for inneværende år-1. Det vil si at eksempelvis for 2022 vil data fra 2022-2=2020 være siste tilgjengelige år.

Tabell 5. Inndata for energibruk på utbyggingsområdet

Type byggeplassdrift	Miljødatakilde	Beskrivelse
Gjennomsnittlig energi og drivstoff bruk på byggeplassen – Norden (per BTA)	OneClickLCA (2016) LCA av diesel og biodiesel basert på ecoinvent 3.3. LCA-studie for landsspesifikke elektrisitetsblandinger basert på IEA, OneClickLCA 2016.	Antatt strømforbruk 43 kWh/m ² (GFA). Antatt totalbruk av biodiesel 6,0 l/m ² (GFA).

Tabell 6. Utslippsfaktorer for energibærere

Energibærer	Kilde	Indirekte klimagassutslipp	Direkte klimagassutslipp	Totalt klimagassutslipp
Konvensjonelt biodrivstoff, 100 % biodiesel	Tabell Man 03-02 (EN 16258:20129)	1,9 kg CO ₂ e/l	0 kg CO ₂ e/l	1,9 kg CO ₂ e/l
Elektrisitet, Scenario 2 - EU28+NO (2018-2020)	NS 3720 og One Click LCA	0,0962 kg CO ₂ e/kWh	0 kg CO ₂ e/kWh	0,0962 kg CO ₂ e/kWh

² [Energy Statistics Data Browser – Data Tools - IEA](#)

Tabell 7 viser estimert klimagassutslipp fra energibruk på utbyggingsområdet, fordelt på energibærere.

Tabell 7. Estimert klimagassutslipp fra energibruk på utbyggingsområdet (A5)

Bygg	Aktivitet	Energibærer	Estimert budsjett energibruk	Budsjett klimagassutslipp (tonn CO ₂ e)
Brunosten	Samlet forbruk biodiesel	Biodiesel (liter)	18 171	35
	Samlet forbruk elektrisitet	Elektrisitet (kWh)	130 225	13
	Totalt			47
Bygg A	Samlet forbruk biodiesel	Biodiesel (liter)	4 740	9
	Samlet forbruk elektrisitet	Elektrisitet (kWh)	33 970	3
	Totalt			12
Bygg A1	Samlet forbruk biodiesel	Biodiesel (liter)	7 632	15
	Samlet forbruk elektrisitet	Elektrisitet (kWh)	54 696	5
	Totalt			20
Bygg A2	Samlet forbruk biodiesel	Biodiesel (liter)	4 140	8
	Samlet forbruk elektrisitet	Elektrisitet (kWh)	29 670	3
	Totalt			11
Bygg B	Samlet forbruk biodiesel	Biodiesel (liter)	20 936	40
	Samlet forbruk elektrisitet	Elektrisitet (kWh)	150 043	14
	Totalt			54
Bygg C	Samlet forbruk biodiesel	Biodiesel (liter)	22 877	43
	Samlet forbruk elektrisitet	Elektrisitet (kWh)	163 950	16
	Totalt			59
Bygg D	Samlet forbruk biodiesel	Biodiesel (liter)	14 542	28
	Samlet forbruk elektrisitet	Elektrisitet (kWh)	104 219	10
	Totalt			38
Bygg E	Samlet forbruk biodiesel	Biodiesel (liter)	25 693	49
	Samlet forbruk elektrisitet	Elektrisitet (kWh)	184 134	18
	Totalt			67
Bygg F	Samlet forbruk biodiesel	Biodiesel (liter)	21 893	42
	Samlet forbruk elektrisitet	Elektrisitet (kWh)	156 902	15
	Totalt			57
Bygg G	Samlet forbruk biodiesel	Biodiesel (liter)	11 093	21
	Samlet forbruk elektrisitet	Elektrisitet (kWh)	79 499	8
	Totalt			29
Bygg KK10	Samlet forbruk biodiesel	Biodiesel (liter)	11 339	22
	Samlet forbruk elektrisitet	Elektrisitet (kWh)	81 266	8
	Totalt			29
Kjeller	Samlet forbruk biodiesel	Biodiesel (liter)	25 530	49
	Samlet forbruk elektrisitet	Elektrisitet (kWh)	182 965	18
	Totalt			66
Næring	Samlet forbruk biodiesel	Biodiesel (liter)	4 782	9
	Samlet forbruk elektrisitet	Elektrisitet (kWh)	34 271	3
	Totalt			12

3.3 Energibruk i drift (B6)

Klimagassutslipp fra energibruk i drift skal beregnes basert på levert energi (iht. NS3031:2014) for å oppnå poeng i BREEAM, men i reguleringsfase for prosjektet er det angitt et ambisjonsnivå for energibruk i drift. I henhold til TEK17 er energirammen til boligblokker et totalt netto energibehov på 95 kWh/m² oppvarmet BRA per år. Ambisjonsnivået for energibehov er å redusere primærenergi behov med 10 % målt mot TEK17, altså 85,5 kWh/m² oppvarmet BRA per år.

Utslippsfaktorer for elektrisitet og fjernvarme er beskrevet i Tabell 8.

Tabell 8. Utslippsfaktorer energibruk i drift

Energibærer	Utslippsfaktor (kg CO ₂ e/kWh)	Kommentar	Miljødatakilde
Elektrisitet	0,0906	Elektrisitet Europa, forventet gjennomsnitt over neste 60 år (IEA/NS3720 energimiks, projeksjon fra 2019-2021 gjennomsnitt)	LCA-studie for landsspesifikke elektrisitetsmikser basert på IEA og ecoinvent 3.6, OneClickLCA 2024
Fjernvarme	0,0209	Distriktsoppvarming, Trondheim, Norge, 2032.	Statskraft Breeam nøkkeltall for Trondheim.

Tabell 9 angir ambisjonsnivået for klimagassutslipp knyttet til levert energi, fordelt på de ulike energibærerne. Energibruket til parkeringskjelleren er ikke inkludert. Dette er iht. omfanget beskrevet i NS3034:2014 da lavtempererte soner ikke inkluderes i energiberegning

Tabell 9: Klimagassutslipp fra levert energi.

Bygg	Energibærer	Beregnet levert energi [kWh/år]	Utslippsfaktor [kg CO ₂ e/kWh]	Klimagassutslipp
Brunosten	Elektrisitet	83 280	0,0906	7,5
	Fjernvarme	129 120	0,0209	2,7
	Totalt [tonn CO ₂ e/år]			10,2
	Ila. livsløpet 50 år [tonn CO ₂ e]			512,2
Bygg A	Elektrisitet	24 672	0,0906	2,2
	Fjernvarme	38 252	0,0209	0,8
	Totalt [tonn CO ₂ e/år]			3,0
	Ila. livsløpet 50 år [tonn CO ₂ e]			151,7
Bygg A1	Elektrisitet	44 138	0,0906	4,0
	Fjernvarme	68 434	0,0209	1,4
	Totalt [tonn CO ₂ e/år]			5,4
	Ila. livsløpet 50 år [tonn CO ₂ e]			271,5
Bygg A2	Elektrisitet	22 069	0,0906	2,0
	Fjernvarme	34 217	0,0209	0,7
	Totalt [tonn CO ₂ e/år]			2,7
	Ila. livsløpet 50 år [tonn CO ₂ e]			135,7
Bygg B	Elektrisitet	112 220	0,0906	10,2
	Fjernvarme	173 989	0,0209	3,6

	Totalt [tonn CO ₂ e/år]			13,8
	Ila. livsløpet 50 år [tonn CO ₂ e]			690,2
Bygg C	Elektrisitet	129 223	0,0906	11,7
	Fjernvarme	200 351	0,0209	4,2
	Totalt [tonn CO ₂ e/år]			15,9
	Ila. livsløpet 50 år [tonn CO ₂ e]			794,7
Bygg D	Elektrisitet	84 113	0,0906	7,6
	Fjernvarme	130 411	0,0209	2,7
	Totalt [tonn CO ₂ e/år]			10,3
	Ila. livsløpet 50 år [tonn CO ₂ e]			517,3
Bygg E	Elektrisitet	142 444	0,0906	12,9
	Fjernvarme	220 849	0,0209	4,6
	Totalt [tonn CO ₂ e/år]			17,5
	Ila. livsløpet 50 år [tonn CO ₂ e]			876,1
Bygg F	Elektrisitet	120 548	0,0906	10,9
	Fjernvarme	186 901	0,0209	3,9
	Totalt [tonn CO ₂ e/år]			14,8
	Ila. livsløpet 50 år [tonn CO ₂ e]			741,4
Bygg G	Elektrisitet	59 511	0,0906	5,4
	Fjernvarme	92 267	0,0209	1,9
	Totalt [tonn CO ₂ e/år]			7,3
	Ila. livsløpet 50 år [tonn CO ₂ e]			366,0
Bygg KK10	Elektrisitet	65 583	0,0906	5,9
	Fjernvarme	101 682	0,0209	2,1
	Totalt [tonn CO ₂ e/år]			8,1
	Ila. livsløpet 50 år [tonn CO ₂ e]			403,3
Næring	Elektrisitet	27 656	0,0906	2,5
	Fjernvarme	42 879	0,0209	0,9
	Totalt [tonn CO ₂ e/år]			3,4
	Ila. livsløpet 50 år [tonn CO ₂ e]			170,1

3.4 Transport i drift (B8)

Klimagassutslippene fra transport i driftsfasen inkluderer utslipp fra bil, buss og skinnegående for brukerne og besøkende av bygget, samt godstransport. Utslippsfaktorer benyttet i beregningen er beskrevet i Tabell 10. Alle utslippsfaktorene er basert på forventet gjennomsnitt over neste 50 år.

Tabell 10. Utslippsfaktor og miljødatakilder for transportmidler. *personkm for bil, buss og jernbane, km for varetransport

Transportmiddel	Utslippsfaktor (kg CO ₂ e/km*)	Kommentar	Miljødatakilde
Personbil	0,0955	Estimert til 26 % av nåværende utslipp fra 2050 og fremover. Antatt 50 % diesel og 50 % bensin. Drivstofforbruk 4 l/pkm, drivstoffmiks GWP 3,04 kg CO ₂ e/l.	Framskrivning basert på TØI rapport 1518/2016 for bil, buss og godstransport og «Joukkoliikenteen energiatehokkuuden kehittämissuunnitelma» (HSL & Bionova 2010) for jernbane. Drivstofforbruk: LIPASTO 2016. Drivstoffpåvirkning: LCA-regnskap for bensin og dieselproduksjon (Bionova 2019)
Buss	0,0083	Estimert til 0 % av nåværende utslipp fra 2030 og fremover. Antatt diesel bybuss med 18/43 fulle seter. Drivstofforbruk 0,022 l/pkm, drivstoffmiks GWP 3,04 kg CO ₂ e/l.	
Jernbane/skinne- gående kollektivtransport	0,0024	Basert på utslipp fra lokal- og regionaltog. Estimert til 75 % av nåværende utslipp fra 2050 og fremover. Antatt elektrisitetsforbruk på 0,085 kWh/pkm og elektrisitet GWP 0,034 kg CO ₂ e/kg	
Varetransport	0,35	Estimert til 66 % av nåværende utslipp fra 2050 og fremover. Antatt 50 % diesel og 50 % bensin. Drivstofforbruk 0,152 l/km, drivstoffmiks GWP 3,04 kg CO ₂ e/l.	

Andre faktorer som påvirker transportberegningene, er beskrevet i Tabell 11. Både arbeidsreiser, tjenestereiser, private turer og turer utført av besøkende av bygget er inkludert. Dette innebærer at all transport til og fra bygget er omfattet av beregningen.

Tabell 11 Faktorer transportberegninger

Faktor	Bolig
Brukere	Brunosten: 60
	Bygg A1: 32
	Bygg A2: 21
	Bygg B: 86
	Bygg C: 40
	Bygg D: 133
	Bygg E: 134
	Bygg F: 68
	Bygg G: 111
	Bygg KK10: 39
Antall turer per person per dag	
- Arbeidsreiser	0,8
- Tjenestereiser	0,1
- Private turer	1,0
- Besøkende og brukere	2,0
Antall åpningsdager	365 dager
Turlengde bil	12,3 km
Turlengde kollektiv	12,3 km

Gjennomsnittlig reiselengde for varetransport	12,3 km
Antall brukere som krever varetransport	Likt antall brukere
Varetransportfrekvens	0,1 tur per bruker

Transportmiddelfordelingen for ulike reisetyper for bygget er basert på geografisk område Trondheim kommune utenom indre by i One Click LCA, og parkeringsdekning «Fri parkering, full tilgang (1,0)», se Tabell 12. Transportmiddelfordelingen gjelder for brukere og besøkende av bygget.

Tabell 12. Transportmiddelfordeling, «Fri parkering, full tilgang (1,0)»,

Type reise	Bil (%)	Buss (%)	Skinnegående (%)	Gang/sykkel (%)
Arbeid	50	16,2	1,8	31
Tjeneste	62	11,7	1,3	25
Private turer	58,5	6,75	0,75	34
Besøkende og brukere	68	6,75	0,75	34

Prosjektet planlegger å etablere mellom 2 og 9 parkeringsplasser per 1000 m² BRA, men det endelige antallet fastsettes senere i prosjektet. I denne klimagassberegningen er det imidlertid belyst hvilken betydelig innvirkning antallet parkeringsplasser har på de totale klimagassutslippene. Resultatene viser klimagassutslippet ved 3 parkeringsplasser per 1000 m² BRA. Ved å benytte geografisk område Trondheim kommune utenom indre by i One Click LCA, og parkeringsdekning «Maksimumsnorm 3 P-plasser per 1000 m² (0,1)», blir transportmiddelfordelingen som i Tabell 13.

Tabell 13. Transportmiddelfordeling, «Maksimumsnorm 3 P-plasser per 1000 m² (0,1)»

Type reise	Bil (%)	Buss (%)	Skinnegående (%)	Gang/sykkel (%)
Arbeid	5	30,8	3,4	58,9
Tjeneste	48,1	16	1,8	34,2
Private turer	45,3	8,9	0,99	44,8
Besøkende og brukere	45,3	8,9	0,99	44,8

Det totale klimagassutslippet for transport i drift for byggene over bygningens levetid (50 år) er vist i Tabell 14. Ved å ha en maksimumsnorm på 3 P-plasser per 1000 m² får prosjektet en reduksjon i klimagassutslipp knyttet til B6 på ca. 66% for boligblokkene. Transport i drift er ikke inkludert for parkeringskjelleren ettersom dette er inkludert i boligbyggene.

Tabell 14: Klimagassutslipp for transport i drift.

	Totalt utslipp fra B8 [tonn CO ₂ e] Fri parkering	Totalt utslipp fra B8 [tonn CO ₂ e] Maksimumsnorm 3 P-plasser per 1000 m ²
Brunosten	1 929	1 263
Bygg A	900	589
Bygg A1	1 029	674
Bygg A2	675	442
Bygg B	2 765	1 811
Bygg C	1 286	842
Bygg D	4 276	2 801
Bygg E	4 309	2 822
Bygg F	2 186	1 432
Bygg G	3 569	2 338
Bygg KK10	1 254	821
Næring	872	780

3.5 Dekonstruksjon (C1)

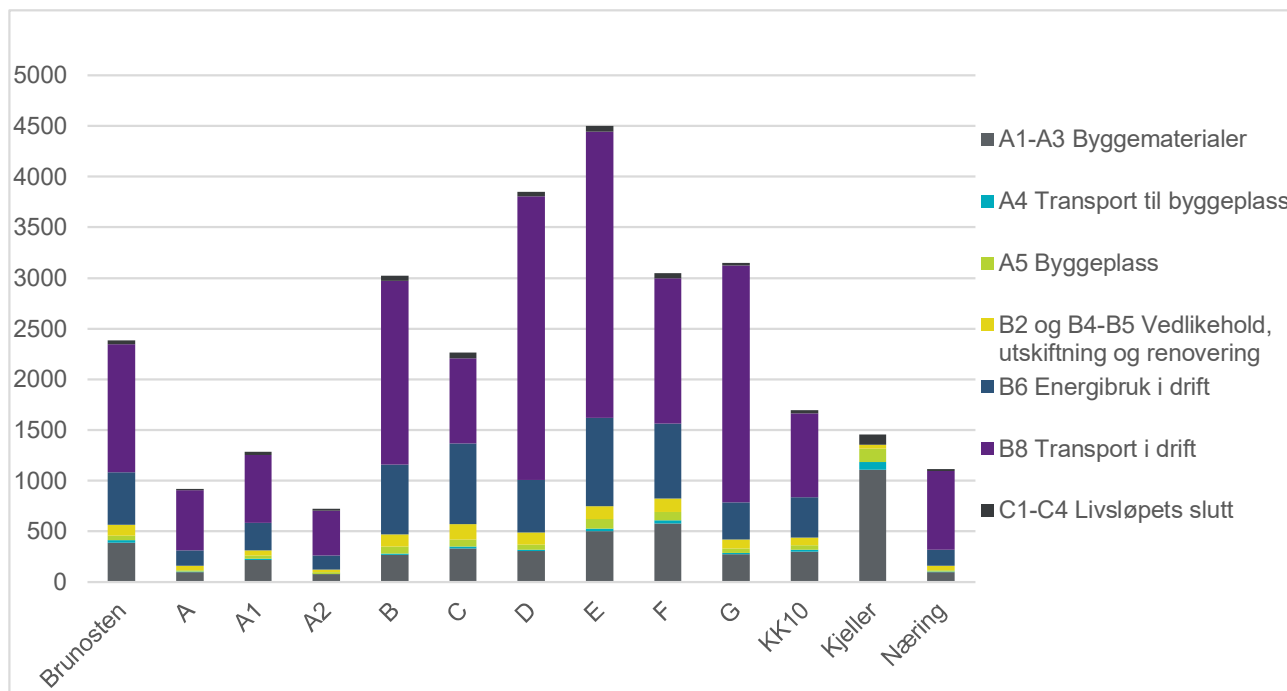
Utslipp fra C1 er basert på gjennomsnittlig demonterings- og rivingsprosess i One Click LCA for blandet rammebygg (betong, tre, stål), se Tabell 15.

Tabell 15: Totalt beregnet utslipp fra dekonstruksjon C1

	BTA [m ²]	Utslippsfaktor [kg CO ₂ e/m ²]	Totalt utslipp fra C1 [kg CO ₂ e]
Brunosten	3 028	5,43	16 445
Bygg A	790	5,43	4 292
Bygg A1	1 272	5,43	6 907
Bygg A2	230	5,43	1 249
Bygg B	3 489	5,43	18 947
Bygg C	3 813	5,43	20 704
Bygg D	2 424	5,43	13 161
Bygg E	4 282	5,43	23 252
Bygg F	3 649	5,43	19 814
Bygg G	1 849	5,43	10 039
Bygg KK10	1 890	5,43	10 262
Kjeller	4 255	5,43	23 105
Næring	797	5,43	4 327

3.6 Resultater samlet klimagassbudsjett

Resultatene av klimagassberegningen er oppsummert i Figur 4 og resultatet per bygg er vist i vedlegg 14.



Figur 4: Klimagassbudsjett per livsløpsfase for byggene.

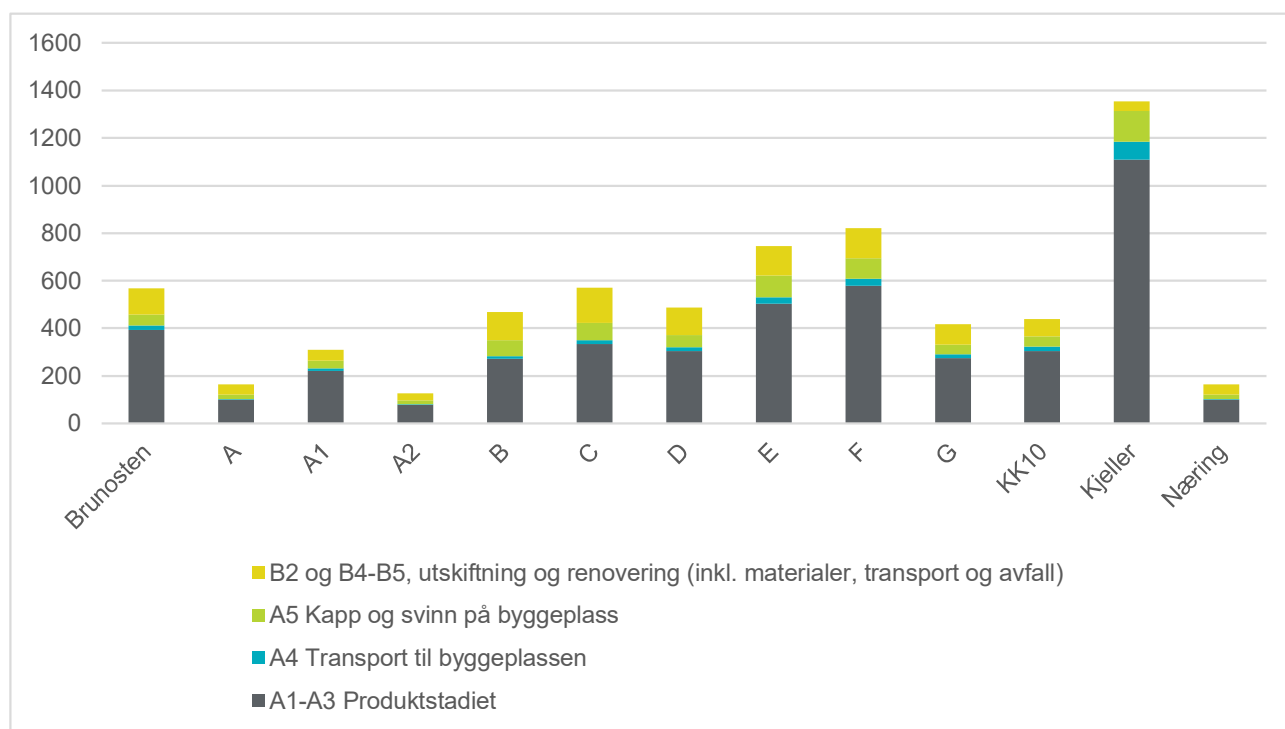
4 Bærekraftige materialvalg – LCA og klimagassberegninger («Mat01»)

4.1 Tidligfase klimagassberegning – Materialbruk

Utslipp knyttet til materialer inkluderer følgende stadier i bygningens livsløp:

- A1-A3, produksjon av materialer
- A4, transport av materialer til byggeplass
- A5, kapp og svinn på byggeplass (kun avfall)
- B2 og B4-B5, utskiftning og renovering (inkl. materialer, transport og avfall)

Utslipp bundet i materialene for tidligfasevurderingen er vist i Figur 5 og i vedlegg 15 for Nye Ladehammeren.



Figur 5: Klimagassbudsjett per livsløpsfase for byggene, Mat 01.

4.2 Mat 01 kriterium 2 – Alternativvurderinger for materialer

For Nye Ladehammeren Bygg F er det gjort alternativvurderinger for materialer for å finne ut hvilke materialer som har lavest klimagasspåvirkning. Det er tatt utgangspunkt i Bygg F ettersom dette bygget har størst klimagassutslipp knyttet til materialer. Alternativsvurderingen vil være representativ for de andre byggene. Det er tatt utgangspunkt i klimagassberegningen som vises i kap. 3.1 ved gjennomføring av alternativvurderingene. Det er byttet ut ulike materialer i beregningen for å kunne sammenligne materialene og synliggjøre hvordan materialet påvirker det totale klimagassregnskapet. Tabell 16 viser hvilke materialer og materialtyper som vurderes med tilhørende egenskaper.

Tabell 16: Oversikt over hvilke materialer og materialtyper som vurderes.

Hva	Beskrivelse	Materialer lagt til grunn i tidligfase klimagassberegninger	Alternativt materialvalg
Plasstøp betong	All plasstøpt betong byttes ut med ny betongkvalitet	Betong lavkarbonklasse A	Betong lavkarbon pluss

Utslipp knyttet til materialer inkluderer følgende stadier i bygningens livsløp for alternativvurderingene:

- A1-A3, produksjon av materialer
- A4, transport av materialer til byggeplass
- A5, Kapp og svinn
- B4-B5, utskiftning og ombygging

Resultatene inkluderer klimagassutslipp for hele bygningen, men kun betongkvaliteten er justert.

Resultatene fra alternativsvurderingen er presentert i Tabell 17. Ved valg av lavkarbonklasse pluss fremfor A vil det totale klimagassutslippet reduseres med 47 tonn CO₂e, som tilsvarer en reduksjon på 6 % i totalt utslipp fra materialer.

Tabell 17: Resultater klimagassberegning fordelt på livsløpsstadium.

Livsløpsstadium	Klimagassutslipp [tonn CO ₂ e]	
	Lavkarbonklasse A	Lavkarbonklasse pluss
A1-A3 Byggematerialer	580	535
A4 Transport til byggeplass	29	29
A5 Kapp og svinn	86	27
B4 – B5 Utskiftning og ombygging	127	127
Totalt klimagassutslipp	765	718

4.3 Mat 01 kriterium 3 – Reduksjon av klimagassutslipp

Klimagassutslipp som følge av prosjektet er sammenlignet med en referanseverdi for gitt bygningstype. Poeng for Mat 01 krit. 3 tildeles ut ifra den prosentvise reduksjonen av klimagassutslipp sammenlignet med referanseverdien. Referanseverdien er hentet fra Tabell Mat 01-04 i BREEAM-NOR teknisk manual v.6.1.

Beregningen av klimagassutslipp som følge av prosjektet inkluderer bygningsdel 22, 23, 24, 25, 26 og 28 i NS 3451:2022. Merk at bygningsdel 21 ikke er inkludert her. Da beregningen er utarbeidet i reguleringsfasen er det først og fremst benyttet generiske EPDer (nivå 2) fra One Click LCA. Sluttdokumentasjon med endelig oppnådd reduksjon vil dokumenteres når klimagassberegningen til prosjektet oppdateres med EPDer med datakvalitet nivå 1.

Beregningen omfatter modulene A1-A3, A4, A5 og B2 og B4. Tabell 18 viser resultatet for de ulike byggene.

Tabell 18 Reduksjon mot referanseverdi

	Referanse- verdi	Brunosten	A	A1	A2	B	C	D	E	F	G	KK10	Kjeller	Næring
KgCO ₂ e/m ² BTAår	7,4	3,5	2,6	4,3	3,3	2,4	2,7	3,7	3,1	4,1	4,0	4,1	3,4	
	5,7													2,6
Prosentvis reduksjon		53%	65%	42%	55%	68%	64%	50%	58%	45%	46%	45%	54%	54%

4.4 Livsløpsvurderinger av bygget (LCA)

Dette kapittelet presenterer metode og resultater fra LCA-vurderingen som er gjort for Nye Ladehammeren.

4.4.1 Miljøpåvirkningskategorier

Tabell 19 beskriver de ulike miljøindikatorer inkludert i livsløpsvurderingen, samt enheter benyttet for å beskrive disse.

Tabell 19. Miljøindikatorer fra NS-EN 15978 som er inkludert i livsløpsvurderingen.

Miljøpåvirkning	Beskrivelse	Enhet
Global oppvarming (GWP)	Økt konsentrasjon av gasser som karbondioksid (CO ₂), metan (CH ₄), lystgass (NO _x) og HFK-gasser og en rekke andre forhindrer utstråling fra jorden og fører til klimaendringer. Konsekvensene av klimaendringer kan bli alvorlige, både for naturen, økosystemer, dyr og mennesker.	kg CO ₂ e
	Biogent karbon som er bundet og lagret i materialer er rapportert separat. Biogent karbon bevares/slippes ut etter endt livsløp avhengig av hva som skjer med materialet. Biogen karbonlagring er i beregningene allokert til produktstadiet (A1-A3), altså der opptaket av biogent karbon skjer.	kg CO ₂ e bio
Forsuring av jord og grunnvann (AP)	Gasser som svovel- og nitrogenforbindelser reagerer med stoffer i atmosfæren og danner sur nedbør. Dette fører til forsuring av vassdrag og skader på fiskebestander og planteliv.	kg SO ₂ e
Overgjødsling	Økte verdier av næringssalter (fosfater og nitrater) i vann gir økt algevekst, tilgroing, nedslamming av bunnen og redusert sikt i vannmassene. Dette fører til økt nedbryting av biologisk materiale, som igjen kan gi oksygenmangel, redusert biologisk mangfold og hyppigere oppblomstring av giftalger.	kg PO ₄ e
Nedbryting av ozonlaget	Bruk av klor- og bromholdige stoffer bidrar til nedbryting av ozonlaget i atmosfæren. Ozonlaget beskytter alt liv mot ultrafiolett stråling, en stråling som kan gi skader på planter, dyr og mennesker.	kg KFK-11e
Dannelse av bakkenær ozon (POCP)	Ozon, som dannes når nitrogenoksider (NO _x) og flyktige organiske forbindelser (VOC) reagerer med hverandre under påvirkning av sollys, er skadelig for helse og miljø, selv i små konsentrasjoner. Høye ozonkonsentrasjoner gir nedsatt lungefunksjon, og vegetasjonen skades. Ozon sammen med nitrogendioksid og svoveldioksid reduserer materialenes holdbarhet og plast- og gummiprodukter kan bli ødelagt.	kg C ₂ H ₂ e
Avhending av ikke-farlig avfall	Mengde avfall deponert generert av uttak av råmaterialer, produksjon- og leveringsprosess, samt ved endt levetid	kg

4.4.2 Mat01-kalkulatoren

Tilleggsverktøyet «LCA for BREEAM Int/ES/NOR/SE» er benyttet. Dette er forhåndsgodkjent av BRE i Mat01-kalkulatoren og de fleste av seksjonene/ radene i avsnittet «Materials Assessment tool/method and data» er utfyllt av programutvikler og har fått poeng der etter. De blå radene i kalkulatoren skal tilpasses prosjektet. For lokalkompensering av produkter er versjonen «v2.1 anbefalt» benyttet, og dermed er det valgt «Y» i celle I33 i Mat01-kalkulatoren. I celle I44 er det valgt «N» ettersom det er benyttet generiske EPDer fra flere databaser som har ulike produktkategoriregler (PCR).

Omfanget av bygningselementer i beregningen inkluderer alle obligatoriske bygningsdeler i avsnittet «Materials assessment scope», utenom «Balustrades and handrails» og «External solar shading devices, access structures etc.». De inkluderte bygningsdelene, sammen med verktøyets kvalitet og data, resulterer i 85,5 %-andel oppnådde poeng i Mat01-kalkulatoren, noe som tilsvarer 2 poeng, se vedlegg 1. Dette gjelder for alle bolig-byggene.

Materials Assessment Scope

	Mandatory (if present)	Present in building?	Maximum	Included in assessment?
Building elements included				
Fabric:-				
			Sum:-	
External walls (envelope, structure and finishes)	M	Y	2,00	Y
External windows and rooflights	M	Y	2,00	Y
Foundations (including excavation)		Y	2,00	Y
Internal floor finishes (incl. access floors)	M	Y	2,00	Y
Structural frame (vertical)		Y	2,00	Y
Upper floors (including horizontal structure)	M	Y	2,00	Y
Basements/retaining walls (including excavation)		Y	1,00	Y
External solar shading devices, access structures etc.		Y	1,00	N
Ground/lowest floor		Y	1,00	Y
Internal ceiling finishes (incl. suspended/access ceilings)		Y	1,00	Y
Internal walls and partitions	M	Y	1,00	Y
Roof (including coverings)	M	Y	1,00	Y
Stairs and ramps		Y	1,00	Y
Balustrades and handrails		Y	0,50	N
Internal doors		Y	0,50	Y
Internal wall finishes		Y	0,50	Y
Internal windows		Y	0,50	Y
Building Services:-				
Heat Source, Space Heating, Air Conditioning, Ventilation		Y	2,00	N
Communication, Security and Control Systems		Y	1,00	N
Electrical Installations		Y	1,00	N
Fire and Lightning Protection		Y	1,00	N
Lift and Conveyor Installations / Systems		Y	1,00	N
Water and waste installations		Y	1,00	N
Sanitary Installations		Y	0,50	N
Landscaping				
Hard Landscaping, Roads, Paths and Pavings		Y	1,00	N
Hard Landscaping, Fencing, Railings and Walls		Y	0,50	N

Note: As building-level data is gathered, element weightings will be refined.

Total Points 30,0 19,5

Percentage of Mat01 points achieved: 85,5%

Figur 6 Utklipp fra Mat01-kalkulatoren

4.4.3 Resultater

Resultatene fra livsløpsvurderingene for tidligfaseberegningen er oppsummert i tabellene under. Fullstendig resultatrapport hentet fra One Click LCA er presentert i Excel-format i vedlegg 2-13 i tråd med punkt 3 i M3.2 under Mat 01.

5 Vedlegg

Se egne vedleggs-dokumenter for:

- 5.1 Vedlegg 1 – Mat01-kalkulatoren**
- 5.2 Vedlegg 1-13 – Resultater fordelt på miljøindikatorer hentet fra One Click**
- 5.3 Vedlegg 14 - Resultater samlet klimagassbudsjett Man01**
- 5.4 Vedlegg 15 - Tidligfase klimagassberegning – Materialbruk Mat01**