

KLIMAKRAV I TEK17

*Utredning av et mulig klimakrav og hvordan
kravet kan utformes*

Dato: 20.02.2025

Versjon: 01

asplanviak.no

Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver: Direktoratet for byggkvalitet

Tittel på rapport: Klimakrav i TEK17, utredning av et mulig klimakrav og hvordan kravet kan utformes

Oppdragsnavn: Utredning klimakrav i TEK

Oppdragsnummer: 648808-02

Utarbeidet av: Alexander Borg, Andrea Arntzen Nistad, Christofer Skaar, Emilie Chartrand, Henriette Sandberg, Haakon Haanes, Oddbjørn Dahlstrøm Andvik, Sofie Møller

Oppdragsleder: Oddbjørn Dahlstrøm Andvik

Forside: Stockfoto Microsoft Office

Tilgjengelighet: Åpen

Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS
01	20. feb. 2025	1. utgave	AB, AAN, CS, EC, HS, HH, ODA, SM	CS

Forord

Denne utredningsrapporten om klimakrav i TEK (utredning av et mulig klimakrav og hvordan kravet kan utformes) er utarbeidet av Asplan Viak på oppdrag for DiBK. Utredningen svarer ut DiBKs utlysning i forbindelse med mulig innføring av et krav til klimagassutslipp i TEK17. Utredningen er ment å danne et kunnskapsgrunnlag som skal kunne brukes som grunnlag for et mulig klimakrav i TEK17 og hvordan kravet kan utformes.

Arbeidet har funnet sted i perioden november 2024 til februar 2025.

Oddbjørn Dahlstrøm Andvik har vært oppdragsleder hos Asplan Viak.

Susanne Abdulkader, Eli Foss og Marie Karvel Kyllingstad har vært kontaktperson hos oppdragsgiver.

Alexander Borg, Emilie Chartrand, Henriette Sandberg, Oddbjørn Dahlstrøm Andvik og Sofie Møller har gjennomført beregninger for klimagassutslipp og kostnader.

I tillegg har Andrea Arntzen Nistad og Haakon Haanes bidratt i drøfting av resultater og diskusjon.

Christofer Skaar har kvalitetssikret rapporten.

Sandvika, 20.02.2025

Oddbjørn Dahlstrøm Andvik

Oppdragsleder

Christofer Skaar

Kvalitetssikrer

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	5
Innledning	7
1. Del 1: Beregning av klimagassutslipp for referansebyggene	9
1.1. Beskrivelse av referansebygg	9
1.2. Forutsetninger	15
1.3. Utslippsfaktorer	20
1.4. Beskrivelse av scenario	23
1.5. Resultater, referansebygg	28
1.6. Resultater, scenario 1-5 og VVS	40
1.7. Resultater: sammenlikning av ulike verktøy	48
2. Del 2: Drøfting av resultater og utforming av klimakrav	51
2.1. Vurdering av referansebyggene	51
2.2. Bygningskategorier	51
2.3. Hvilke livsløpsmoduler er det hensiktsmessig å inkludere i kravsnivået?	54
2.4. Hvilke livsløpsfaser får man mest utslippskutt i, per rådgivningstime?	63
2.5. Hvilke bygningsdeler er hensiktsmessig å inkludere i kravsnivået?	63
2.6. Areal under bakken (kjeller)	69

2.7. Hvor bør et kravsnivå ligge på for de ulike bygningskategoriene?	73
2.8. Hvordan bør et krav utformes?	74
2.9. Hvordan bør et klimakrav beregnes for prosjekt med flere bygningskategorier?	75
3. Del 3: Beregning av mulig reduksjon av klimagassutslipp for referansebyggene med tilhørende kostnader	77
3.1. Tiltak og virkemidler som kan muliggjøre ytterligere reduksjon av klimagassutslipp fra bygg og som ikke er beregnet	77
3.2. Beregnet klimagassreduksjon basert på lavere utslipp A1-A3	78
3.3. Resultater for klimareduserende tiltak	81
3.4. Kostnadsberegninger	87
3.5. Merkostnad og klimagassreduksjon for et typisk kontor og småhus	93
3.6. Oppsummering: beregnet reduksjon og økt kostnad	96
4. Konklusjon og anbefalte kravsnivå	97
Vedlegg	101
Vedlegg 1: Inndata til klimagassberegninger	101
Vedlegg 2: Grunnlag for beregninger av klimagassutslipp fra VVS-utstyr	111
Vedlegg 3: Løsningsvalg og materialmengder for referansebygg	117

Sammendrag

Asplan Viak har på oppdrag for DiBK gjort en utredning av et mulig klimakrav i TEK17 og hvordan kravet kan utformes. Rapporten består av tre deler. **Del 1** inneholder klimagassberegninger for livsløpsfaser A1-A3, A4, A5¹, B2, B4, B6 og C1-C4 av referansebygg for kontorbygg, boligblokk, enebolig, firemannsbolig, skole, forretning, sykehjem, hotell, oppvarmet kjeller, ikke oppvarmet kjeller, industribygg og idrettsbygg. Det er også gjort en vurdering av økte utslipp ved høyhus. **Del 2** inneholder drøfting rundt hvilke livsløpsmoduler og bygningsdeler som burde inkluderes i et krav og gir anbefalinger til hvordan et krav burde utformes. **Del 3** beregner klimagassreduksjoner for referansebyggene og kostnader ved bruk av lavutslippsmaterialer i ulike omfang.

Anbefalte kravsnivå til klimakrav i TEK17 er vist i Tabell 0-1.

Klimagassberegninger for følgende referansebygg er basert på følgende forutsetninger:

- Beregningsperiode: 50 år
- Livsløpsmoduler: A1-A3, A4, A5a, B2, B4, C1-C4
- Bygningsdeler: 22, 23, 24, 25², 26 og 28.
- Utslippsfaktor: *standard* materialer, GWP-IOBC
- Transportavstander (A4): NS3720 G2
- Levetider for materialer: NS3720 G2 regnet som desimaltall

Videre anbefales det følgende basert på denne utredningen:

- Det stilles krav til utslipp pr m² BTA, til alle bygningskategorier som har energikrav i TEK, og at det stilles klimakrav til oppvarmet/ikke oppvarmet kjeller basert på samme areal m² BTA som den prosjekterte/bygde kjelleren.
- Moduler A1-A3, A4, A5a kapp og svinn og B2, B4 inkluderes i kravet
- Bygningsdel 22, 23, 24, 25, 26, 28, 61 inkluderes i makskrav til utslipp, og at det inkludere et større omfang for rapporteringskrav.

Omfang og krav til rapportering, eventuell kontroll av dokumentasjon, samt innsamling av utføre klimagassregnskap er ikke omfattet av utredningen.

¹ Modulen A5 er i utredningen inndelt i A5a, A5b, A5c og A5d, for å tydeliggjøre forskjell i utslipp fra anlegg-, bygge- og monteringsarbeid.

² 100 mm armert betong som gulv på grunn (byggningsdel 252) for alle bygg, bortsett fra kjeller som ikke inkluderer gulv på grunn (da dette er inkludert for arealer over bakken).

Tabell 0-1: Anbefalte kravsnivå for maks krav til utslipp i TEK, for ulike bygningskategorier

Bygningskategori	kg CO ₂ -ekv/m ² BTA				
	A1-A3	A4	A5a kapp og svinn	B2, B4	Sum, A1-A3, A4, A5a, B2, B4
Kontor	212	27	8	148	396
Boligblokk	268	39	13	34	354
Enebolig	135	16	10	30	190
Firemannsbolig	130	16	10	31	186
Skole	209	26	8	51	294
Forretning	196	30	7	93	326
Sykehjem	253	30	11	79	373
Hotell	295	42	15	113	465
Kjeller (oppvarmet, ikke parkering)	202	23	10	24	258
Kjeller (parkering)	167	20	7	5	199
Industri, 4 m høyde	240	15	8	43	306
Industri, 5 m høyde	249	17	8	45	318
Industri, 6 m høyde	258	18	8	47	331
Industri, 7 m høyde	267	19	8	49	343
Industri, 8 m høyde	277	21	8	51	357
Industri, 9 m høyde	289	22	8	53	373
Industri, 10 m høyde	301	24	9	55	389
Industri, 11 m høyde	314	25	9	57	405
Industri, 12 m høyde	328	27	9	59	422
Industri, 13 m høyde	342	29	9	61	440
Industri, 14 m høyde	356	30	9	63	458
Industri, 15 m høyde	371	32	9	65	477
Industri, 16 m høyde	387	33	10	67	496
Industri, 17 m høyde	403	35	10	68	516
Industri, 18 m høyde	420	36	10	70	537
Industri, 19 m høyde	438	38	10	72	558
Industri, 20 m høyde	456	40	10	74	580
Idrett, 4 m høyde	260	23	10	88	381
Idrett, 7 m høyde	294	27	11	102	434
Idrett, 9 m høyde	321	31	12	111	474

Innledning

Denne utredningen er gjennomført av Asplan Viak på oppdrag for DiBK. Arbeidet har funnet sted i perioden november 2024 til februar 2025. Hensikten med arbeidet har vært å utrede hvordan et potensielt klimakrav i TEK bør utformes.

Rapporten består av tre deler.

Del 1 presenterer klimagassberegninger for referansebygg inndelt i følgende bygningskategorier:

- Kontor
- Boligblokk
- Enebolig
- Firemannsbolig
- Skole
- Forretning
- Sykehjem
- Hotell
- Kjeller (oppvarmet)
- Kjeller (ikke oppvarmet)
- Industribygg, lett og tung industri, fra 4 meter til 20 meter høyde
- Idrettsbygg (4 meter, 7 meter og 9 meter høyde)
- Høyhus (bygg over 42 meter høyde)

Klimaberegningene omfatter følgende livsløpsfaser:

- A1-A3: Produktstadiet
- A4: Transport
- A5³: Anlegg- bygge- og monteringsarbeid
 - A5a: produksjon- og avfallshåndtering av kapp og svinn
 - A5b: energibruk på byggeplass (ekskludert massetransport)
 - A5c: massetransport (ikke inkludert i beregninger)
 - A5d: arealbruksendringer (ikke inkludert i beregninger)
- B2, B4: Vedlikehold og utskiftning
- B6: Energibruk i drift
- C1-C4: Livsløpets sluttstadium

³ Modulen A5 er i utredningen inndelt i A5a til A5d, for å tydeliggjøre forskjell i utslipp fra anlegg-, bygge- og monteringsarbeid.

Beregningene er gjennomført med bruk av ByggLCA⁴. Som ekstra kvalitetssikring er det gjennomført beregninger av kontor, boligblokk og enebolig i tre ulike verktøy: ByggLCA, Reduzer og One Click LCA. I sammenlikningen av verktøy er forutsetninger, utslippsfaktorer og annen inndata satt likt i verktøyene.

Del 2 inneholder drøfting rundt hvilke livsløpsmoduler og bygningsdeler som burde inkluderes i et krav, og diskuterer og gir anbefalinger til hvordan et krav burde utformes.

Del 3 presenterer klimagassreduksjoner og kostnader ved bruk av lavutslippsmaterialer i ulikt omfang. I tillegg diskuteres tiltak og virkemidler som ikke er fanget opp av beregningene.

⁴ Verktøy for klimagassberegninger av bygg, utviklet av Asplan Viak AS.

1. Del 1: Beregning av klimagassutslipp for referansebyggene

Det er i del 1 av rapporten gjennomført klimagassberegninger av referansebygg. Standard referansebygg er etablert, samt standard utslippsfaktorer for alle aktuelle materialer. Det er gjennomført flere scenariovurderinger rundt valg i ulike moduler (eksempelvis transportdistanser for A4 og levetider til ulike materialer i B2, B4).

Anbefalte kravsnivå til klimakrav i TEK17 er vist i kapittel 3.5 og kapittel 4.

1.1. Beskrivelse av referansebygg

Referansebyggene er basert på tidligere arbeid av Asplan Viak for DFØ⁵ i 2023 og Enova⁶ i 2020. Det er materialmengden i disse referansebyggene som er grunnlaget for *referanseverdier per bygningstype* i BREEAM-NOR 6.1, Mat 01 (Tabell Mat 01-04 Referanseverdier). Dette gjelder kontor, boligblokk, enebolig, skole, forretning, sykehjem, oppvarmet og ikke oppvarmet kjeller. Beskrivelse av firemannsbolig, hotell, industribygg, idrettsbygg og høyhus er gitt i kapittel 1.1.1 til 1.1.6.

Referansebyggene tar utgangspunkt i arealer benyttet i modellbygg fra SINTEF. Modellbyggene til SINTEF ble først utviklet i 2003, men ble noe revidert i 2006 i forbindelse med arbeidet med å fastsette energirammekrav i revidert TEK 97. I ettertid har disse modellbyggene blitt brukt i noe omarbeidet form for reviderte energikrav i forskriftene (TEK 10, TEK 17), samt passivhusstandardene (NS 370x), med mer. For firemannsbolig er det benyttet arealer oppgitt av DiBK, se Tabell 1-1.

Referansebyggene er definert som enkle, skoeskeformede bygg. Hvilke *løsninger* (materialvalg, konsept av bæresystem osv.) som legges til grunn i referansebyggene er den viktigste faktoren som påvirker resulterende utslipp. Det finnes ingen vedtatt «standard norsk bygningsoppbygning», eller konsensus rundt hvilke løsninger som ansees som standard.

For å definere *standard løsninger* ble det gjort en vurdering av bæresystem, materialvalg og utslippsfaktorer for ulike bygningskategorier i arbeidet med Enova-rapporten⁶ i 2020. Utslippsfaktorer og løsninger ble gjennomgått og oppdatert i 2023 i arbeid med referansenivå for BREEAM-NOR og DFØ, samt som en del av denne utredningen. Løsningene i valgte referansebygg er tverrfaglig gjennomgått i samråd

⁵ [Klimagassutslipp for bygg | Anskaffelser.no](https://www.anskaffelser.no)

⁶ [Klimavennlige byggematerialer | Miljøvennlig bygg og eiendom | Enova](https://www.enova.no)

med fagekspertene i Asplan Viak (RIB, bygningsfysiker, akustiker og arkitekt). Det vil likevel alltid være en pågående diskusjon på hva som skal/bør være *standard* bæresystem, overflatematerialer, fasade, kledning, areal av innervegger osv. Vi mener at oppbyggingen av referansebyggene som er benyttet i denne utredningen er gode løsninger for bygg med *standard løsning*. Byggene (og løsningene) er i stor grad (konservative) bygg uten spesielt fokus på klimatiltak. Beregnet klimagassutslipp av referansebyggene vil gi et godt utgangspunkt for å definere et klimakrav som maks CO₂-ekv/m². Tabell 1-1 viser en oversikt over generelle forutsetninger for de ulike referansebyggene.

Tabell 1-1: Oversikt over de ulike referansebyggene, basert på modellbygg til SINTEF.

Bygningskategori	Bruttoareal (BTA)	Bruksareal (BRA)	Grunnflate, for BRA, m ²	Antall etasjer	Areal vinduer/dører av oppvarmet areal
Kontor	3 800	3 600	1 200 (20x60)	3	25%
Boligblokk	986	900	300 (10x30)	3	25%
Enebolig	191	160	80 (10x8)	2	25%
Firemannsbolig	428	391	195,5 (10x19,5)	2	25%
Skole	2534	2400	1 200 (20x60)	2	25%
Forretning	3768	3600	1 200 (20x60)	3	25%
Sykehjem	2560	2400	1 200 (20x60)	2	25%
Hotell	986	900	300 (10x30)	3	25%
Kjeller, oppvarmet	2 534	2 400	300 (10x30)	2	0%
Kjeller, ikke oppvarmet	2 534	2 400	300 (10x30)	2	0%
Industribygg, lett og tung industri	1 256 m ² BYA	1 200	1 200 (20x60)	1 ⁷	5% av BYA
Idrettsbygg	1 256 m ² BYA	1 200	1 200 (20x60)	1 ⁷	5% av BYA
Høyhus	Bygninger som er 42 m eller høyere, vanligvis minst 12 etasjer i næringsbygg og 14 i boligbygg ⁸ . Beregnet påslag basert på kontor og boligblokk.				

1.1.1. Firemannsbolig

I studien fra Enova (2020) er ikke firemannsbolig inkludert i vurderingen. For å få beregnet materialmengder til firemannsbolig på samme omfang og nivå som de andre referansebyggene er materialmengder for eneboligen oppjustert basert på areal gulv

⁷ 20% av bygget har to etasjer, hulldekker 320 mm tykkelse.

⁸ https://oslobyleksikon.no/side/H%C3%B8yhus_i_Oslo

og vegger, se Tabell 1-2 for skalering. Det er da antatt samme byggemetode og løsningsvalg i firemannsbolig som i eneboligen.

Tabell 1-2: Skalering av materialmengder fra enebolig til firemannsbolig.

Bygningsdel		Enebolig	Skalering til firemannsbolig	Kommentar
Bæresystemer	Søyler og bjelker	100 %	2,24	Basert på BTA
Yttervegger	Bærende og ikke bærende yttervegg	100 %	1,26	Basert på areal yttervegg
	Vinduer	100 %	2,44	Basert på vindusareal, 25% BRA
	Utvendig kledning	100 %	1,04	basert på areal kledning
	Dører	100 %	2,24	basert på BTA
Inner-vegger		100 %	2,24	basert på BTA
Dekker		100 %	2,44	basert på BRA
Yttertak		100 %	2,24	basert på BTA
Trapper og balkonger		100 %	2,24	basert på BTA

1.1.2. Hotell

For hotell er det tatt utgangspunkt i boligblokk (samme størrelse), sjekket at areal innervegg virker fornuftig, tilpasset materialtyper og justert opp høyden da både One Click LCA og ISY Calcus har høyere etasjehøyde for hotellbygg. Hotellbygg har også kortere levetid på materialer, fra lang levetid til middels levetid

Endring fra boligblokk:

- 0,2 m økt høyde mellom etasjer
- Endret til 50% systemhimling
- Endret type gulvoverflate: oppforet gulv og liten andel med teppe
- Endret utvendig kledning: tegl og fibersement fasadeplate

1.1.3. Industribygg

Det er ikke funnet noe stort skille mellom lett og tung industri. Modellbygget er en «produksjonshall», isolert hall med ulik høyde under taket. I en tungindustri kan det være mye mer «inni bygget», type maskiner osv. Men bygningskroppen er i stor antatt å være lik. Videre antas det at tungindustri har mye mer maskiner, rør, og utstyr innenfor og utenfor bygningskroppen som uansett ikke kan modelleres i et referansebygg, samt at dette antas å ikke være en del av bygningsdel kap. 22-28.

Siden utslippsfaktor for industribygg i stor grad er avhengig av byggehøyde, og byggehøyden varierer i stor grad mellom ulike typer industribygg og prosjekt, må

anbefalt kravsnivå endres basert på planlagt byggehøyde (høyde fra overkant gulv på grunn til underkant TRP tak).

Som utgangspunkt benyttes byggets planlagte Bebygd areal (BYA). Bebygd areal er det arealet som en bygning dekker av terrenget. OBS: i motsetning til anbefalt kravsnivå for andre byggtypen som bruker BTA er det for industribygg anbefalt å benytte BYA og bygghøyde (uten å hensynta eventuelle areal av innvendige dekker) for industribygg.

For industribygg er det tatt utgangspunkt i referansebyggene som er grunnlaget for *referanseverdier per bygningstype* i BREEAM-NOR 6.1, Mat 01. Før å beregne materialmengder til industribygget har RIB beregnet mengde stål for et bæresystem med høyde 4 til 20 meter. På grunn av økt lengde og da også økt kneklengde så påvirker høyden på bygget stålmengden i ganske stor grad. Dette gjelder kun søyler. Bjelker blir ikke påvirket av dette.

Denne modellen og skalering er ikke tilpasset industribygg med byggehøyde over 20 meter, da høyder over 20 meter påvirker bæresystemet utover ekstra beregnet stål i søyler, noe som ikke er beregnet.

Anbefalt kravsnivå for industribygg vil være tilpasset bygghøyden (4 til 20 meter) i bygget, basert på m² BYA (bebygd areal).

1.1.4. Idrettsbygning

Ifølge veileder Planlegging og bygging Idrettshaller⁹ står det følgende om anbefalt takhøyde for idrettsbygg/idrettshall:

Kap 3.2.2: **Idrettshall:** *For idrettshaller legges det til grunn et generelt krav om minste fri takhøyde på 7,0 m over hele aktivitetsområdet. Flere særiddretter ønsker imidlertid større takhøyde, og har krav om minimum 9 m takhøyde ved nasjonale og internasjonale konkurranser.*

Kap 3.3.1: **Andre aktivitetsarealer:** *Felles for flere av disse aktivitetene er at krav til rom kan være ganske like. Typisk størrelse på rom kan variere mellom 250 og 500 m², og med takhøyde 4 m.*

Basert på veilederen er anbefalt kravsnivå for idrettsbygg inndelt i bygg med takhøyde på 4 meter, 7 meter og 9 meter. Anbefalt kravsnivå for idrettshall vil være tilpasset bygghøyden (4, 7 og 9 meter) i bygget, basert på m² BYA (bebygd areal).

Oppbygging av idrettshall vil i stor grad være likt industribygg, med økt bruk av robust gips på innvendige overflater og utstrakt bruk av sportsgulv.

⁹ https://www.godeidrettsanlegg.no/sites/default/files/bilder/v-0989b_idrettshaller_planlegging_og_bygging_2016.pdf

1.1.5. Høyhus

Anbefalt grense for høyhus basert på strategi for høyhus: Bygninger som er 42 m eller høyere, vanligvis minst 12 etasjer i næringsbygg og 14 i boligbygg.

For å gjøre en vurdering av hvordan ekstra krav til materialer i høyhus påvirker beregnet klimagassutslipp er det tatt utgangspunkt i *Bygging av høyhus i tre som et klimatiltak - En sammenliknende LCA av bæresystemer i tre og betong for bygg med varierende antall etasjer, masteroppgave NTNU 2016*¹⁰.

Basert på vurderinger i den studien er det beregnet materialmengder for bæresystem for bygg på 21 etg, 76 meter høyde. Materialmengder er beregnet for bygg med bæresystem av plasstøpt betong og hulldekker av prefabrikkert betong. Materialmengder pr m² BTA for bæresystem, bærende yttervegger, bærende innervegger, samt hulldekker er vist i Tabell 1-3.

Det er antatt at gulv på grunn, fundamentering, avretting/påstøp over hulldekker og andre materialer til innervegger, fasade og gulvoverflater er likt som bygg under 42 meter høyde.

Tabell 1-3: Materialmengder til bæresystem for høyhus på 21 etg (76 meter)

Bygningsdel	Materialtype	Mengde høyhus	Mengde kontorbygg (3 etg)	Enhet
22: Bæresystem	Betong, B35	0,006	0,019	m ³ /m ² BTA
22: Bæresystem	Armeringsstål	0,568	3,65	kg/m ² BTA
22: Bæresystem	Konstruksjonsstål	-	16,11	kg/m ² BTA
23: Yttervegger	Betong, B35	0,07	0,013	m ³ /m ² BTA
23: Yttervegger	Armeringsstål	9,48	1,52	kg/m ² BTA
24: Innervegger	Betong, B35	0,15	0,025	m ³ /m ² BTA
24: Innervegger	Armeringsstål	19,68	2,15	kg/m ² BTA
25: Dekker	Hulldekke, HD265	1,00	1,00	m ² /m ² BTA
Sum betong		0,23	0,057	m³/m² BTA
Sum armeringsstål		29,73	7,32	kg/m² BTA

¹⁰ [Skullestad J. Bygging av høyhus i tre som et klimatiltak - En sammenliknende LCA av bæresystemer i tre og betong for bygg med varierende antall etasjer, NTNU 2016](#)

1.1.6. Bygningsdel 252 gulv på grunn

Tykkelse på gulv mot grunn vil variere noe fra prosjekt til prosjekt, men tykkelser oppgitt i Tabell 1-4 representerer i stor grad gjennomsnittet av tykkelse fra ulike prosjekt.

Tykkelser er gjennomgått og vurdert av RIB i Asplan Viak AS.

OBS! Gulv på grunn defineres ofte som selvbærende gulv, altså ikke som en del av fundamentene som bærer hele bygget. Ved behov for gulv på grunn som fundamentering i form av en hel bunnplate vil tykkelsene være betydelig større.

Tabell 1-4: Vurdering av tykkelse av bygningsdel 252 gulv på grunn

Bygningskategori	Gulv på grunn/bunnplate når det ikke er behov for ekstra fundamentering.		
	Med dette menes direkte fundamentering (uten medregnet betong og armering for punktfundamenter under søyler)		
	Armert betong, mm, Type B35	EPS, mm	
Kontor	100	200	mm
Boligblokk	100	200	mm
Rekkehus/firemannsbolig	100	200	mm
Enebolig	100	200	mm
Skole	100	200	mm
Forretning	120	200	mm
Sykehjem	100	200	mm
Hotell	100	200	mm
Høyhus over 42 meter	100	200	mm
Idrettshall (10 meter høyde)	120	200	mm
Industribygg, med mindre belastning fra truck	150	200	mm
Industribygg, med større belastning fra truck	200	200	mm
Kjeller (oppvarmet, ikke parkering)	120	200	mm
Kjeller (parkering, inkl. parkering, der biler kjører inn med saltlake))	120-150	200	mm

Anbefalte kravsnivå for alle bygg (bortsett fra kjeller) er beregnet med 100 mm tykkelse på armert betong og 200 mm EPS i bygningsdel 252 gulv på grunn. For oppvarmet og ikke oppvarmet kjeller er arealene modellert uten mengder i bygningsdel 252 gulv på grunn. Gulv på grunn er for kjeller inkludert i alle arealer over bakken (boligbygg, kontorbygg, enebolig osv.).

Forslag til tekst/beskrivelse av hvordan fundamentering og gulv på grunn kan inkluderes i et klimakrav:

I modellbyggerne er det antatt selv bærende gulv: gulv på grunn som ikke er en del av fundamentene som bærer hele bygget. Det er lagt til grunn tykkelse på 100 mm armert betong på bygningsdel 252 gulv mot grunn for alle bygg. Siden bygningsdel 21 grunn og fundament ikke er inkludert i anbefalt kravsnivå, anbefales det at ekstra materialbehov til gulv på grunn/bunnplate når dette blir en del av fundamentering ikke inngår i klimaberegninger ved sammenlikning mot kravsnivå. Derfor bør 100 mm være maks tykkelse på betong i bygningsdel 252 gulv på grunn som inngår i klimaberegninger ved sammenlikning mot kravsnivå i TEK (selv om bygget har behov for tykkere bunnplate/gulv mot grunn).

Dersom tynnere gulv på grunn benyttes et spesifikt prosjekt skal dette benyttes. Hvis et prosjekt har behov for tykkere gulv på grunn og bunnplate som en del av fundamentering skal dette inngå i klimaberegningene (rapporteringskrav), men utelates fra sammenlikning mot TEK kravet.

Andre materialer som inngår i bygningsdel 252 gulv på grunn (isolasjon) skal alltid medregnes med prosjektspesifikke mengder uavhengig av tykkelse.

1.2. Forutsetninger

Beregninger av referanseverdier for klimagassutslipp har blitt gjennomført i henhold til NS3720:2018 Metode for klimagassberegninger i bygninger.

NS3720:2018 definerer omfang og beskriver metodikk for klimagassberegninger, men inneholder ikke detaljerte krav til beregningene (eks. spesifikke transportavstander, definerte levetider, etc.). For å få sammenlignbare beregninger både mellom verktøy og i ulike tidspunkt i et prosjekt er dette avgjørende.

Det er høsten 2024 utarbeidet en veileder til NS3720:2018/G2:2024¹¹ som detaljerer inndata i klimagassberegninger for bygg. Veilederen har fokus på å definere transportavstander for A4, mengde kapp og svinn for A5 og levetider for B2, B4.

Beregninger for referansebygg er gjennomført med bruk av ByggLCA (Asplan Viak AS). I kapittel 1.7 er det vist resultater fra beregninger av kontor, boligblokk og enebolig gjennomført i tre ulike verktøy: ByggLCA, Reduzer og One Click LCA.

Beregningsperiode er satt til 50 år.

Det er benyttet to sett med forutsetninger i beregningene:

¹¹ Veiledning, verdier til bruk i klimagassbudsjettering, -beregninger og -regnskap for bygninger etter NS 3720 og informasjonsmoduler A4, A5, B2 og B4

DFØ (2023): Forutsetninger (transportavstander, mengde kapp og svinn og levetider) basert på tidligere arbeid av Asplan Viak for Enova i 2020, DFØ i 2023, og Grønn Byggallianse (Mat 01 for BREEAM-NOR 6.1, Tabell Mat 01-04 Referanseverdier). Detaljer er beskrevet i metodebeskrivelse til DFØ⁵.

NS 3720 G2 (2024): anbefalte forutsetninger (transportavstander, mengde kapp og svinn og levetider) i veilederen til NS3720:2018/G2 er benyttet som forutsetninger. Bakgrunnen for dette er at det er forventet at disse verdiene blir vanlig praksis å benytte i bransjen.

Det er beskrevet tydelig **DFØ** eller **NS3720 G2** ved resultater og beregninger for å vise hvilke forutsetninger som er benyttet.

1.2.1. Valg av miljøpåvirkningsindikator og håndtering av biogent karbon

Klimagassberegningene er i henhold til *NS3720:2018 Metode for klimagassberegninger i bygninger*. For valg av miljøpåvirkningsindikator, så baserer NS3720 seg på standarden *EN15804 Grunnleggende produktkategoriregler for byggevarer*, som definerer felles regler for utarbeidelse av miljødeklarasjoner (EPD) for alle typer byggevarer. Siden miljødeklarasjoner også er en av de viktigste kildene til dokumentasjon av klimagassregnskapet for produkter og tjenester, så er det fornuftig å velge en miljøpåvirkningsindikator som er i samsvar med EN15804.

EN15804 definerer fire miljøpåvirkningsindikatorer for klimagassutslipp, samt to indikatorer for innhold av biogent karbon i henholdsvis produkt og emballasje. Disse indikatorene er:

- GWP-total (kg CO₂-ekv). Dette er summen av de tre indikatorene under.
- GWP-fossil (kg CO₂-ekv). Opptak og utslipp av fossilt karbon, inkludert utslipp fra torv og kalsinering, samt opptak f.eks. på grunn av karbonatisering av betong.
- GWP-biogenic (kg CO₂-ekv). Opptak og utslipp av biogent karbon.
- GWP-LULUC (kg CO₂-ekv). Opptak og utslipp på grunn av arealbruk og arealbruksendringer.
- Biogent karbon i produkt (kg C)
- Biogent karbon i emballasje (kg C)

Alle GWP-indikatorene er basert på EUs *Product Environmental Footprint*-metode (PEF), som igjen er basert på metoden definert av FNs klimapanel (IPCC). Beregning av effekten av utslipp gjøres i et 100-årsperspektiv uten ytterligere tidsoppløsning (dvs. at utslipp i dag har samme faktor som utslipp om 50 år). Merk at biogent karbon i produkt og emballasje oppgis i kg karbon (kg C) og ikke i kg CO₂-ekvivalenter. Omregning fra kg C til kg CO₂-ekv gjøres ved å gange med 44/12 (ca. 3,67), som er forskjellen i molekylær vekt mellom karbon og karbondioksid.

Karbon som er bundet i trebaserte produkter regnes ikke som permanent lagret, fordi det er en risiko for at det før eller senere vil frigjøres tilbake til atmosfæren gjennom forbrenning eller at trevirket råtner. Dette er eksplisitt definert i EN15804, som sier at for biogent karbon skal verken midlertidig eller permanent lagring inkluderes i beregningen. Denne definisjonen skiller ikke mellom ulike typer biogent karbon og gjelder dermed også for biogent karbon som kan lagres over svært lang tid, som inert biokull.

Forutsatt at tilveksten av ny biomasse er minst lik avvirkningen (ofte betegnet som bærekraftig skogsdrift) vil utslipp av biogent karbon ikke øke CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren. Netto tilskudd til atmosfærens CO₂-konsentrasjon fra trebaserte brenslere eller materialer regnes derfor vanligvis lik fossile utslipp fra tilvirkning av produktene (energibruk i produksjon og transport etc.). Standard praksis er dermed å regne utslipp av biogent karbon som klimanøytrale på bakgrunn av opptak som allerede har funnet sted. Denne type klimanøytralitet kan beregnes på to måter, ofte kalt 0/0 (null null) og -1/+1 (minus en, pluss en). Førstnevnte betyr at man ser bort ifra biogent karbon i produktet, både i opptak og ved utslipp. Sistnevnte betyr at man setter -1 når biogent karbon kommer inn i systemet (f.eks. vekst i skog) og +1 når det forlater systemet (f.eks. som utslipp, avfall eller biprodukt).

Iht. NS-EN 16485, skal biogent karbon som er bundet eller lagret i produkter rapporteres i den modulen der bindingen skjer, eller der utslipp av lagret karbon skjer – altså ved -1/+1-metoden.

Avgrensning av hvilke livsløpsfaser som medregnes har derfor stor betydning for hvilken netto effekt som medregnes, når man bruker -1/+1-metoden. Når klimagassregnskapet omfatter hele livsløpet, vil opptaket i A1-A3 bli nullet ut av utslipp i C1-C4. Siden det anbefales å stille krav til klimagassutslipp for kun deler av livsløpet (ekskludere C1-C4) må utslippsfaktorene etter NS-EN 16485 korrigeres for biogent karbon. Dette gjøres ved å benytte prinsippet som kalles umiddelbar oksidasjon av biogent karbon (IOBC); opptaket kanselleres av utslipp i samme modul. Dette betyr at man går fra -1/+1-metoden til 0/0.

I norske EPDer er det krav om at GWP-IOBC oppgis som en tilleggsindikator. For EPD som ikke oppgir GWP-IOBC, så kan verdien beregnes basert på GWP-total og mengden biogent karbon i produkt og emballasje. Formelen $GWP-IOBC_{A1-A3} = GWP-total_{A1-A3} + (44/12) * (\text{karbon i produkt og emballasje})$ kan benyttes for å regne om.

I klimaberegninger i denne utredningen er faktoren GWP-IOBC benyttet.

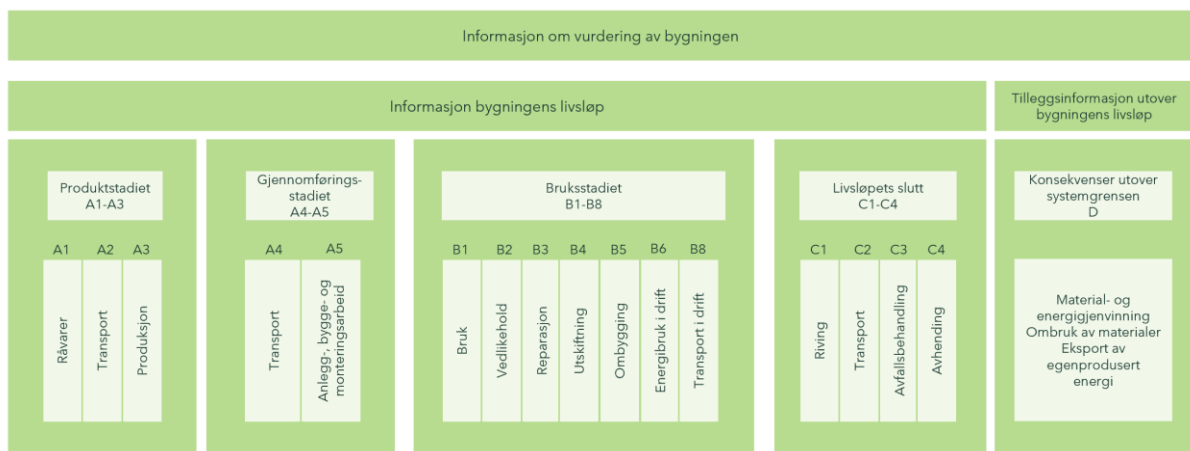
Dersom trevirket brennes med karbonfangst (CCS), vil det biogene karbonet lagres permanent og ikke slippes ut igjen til atmosfæren. Hvordan biogent karbon da håndteres kan bli relevant fremover, men i dag håndteres det regnskapsmessig som et

utslipp i henhold til kravene i EN15804 om at biogent karbon ikke kan lagres permanent.

For en utførlig beskrivelse av biogent karbon, og effekten av andre beregningsmetodikker, viser vi til Enova-rapporten «Klimavennlige byggematerialer. Potensial for utslippskutt og barrierer mot bruk» fra 2020 kap. 2.3.4.1.

1.2.2. Livsløpsmoduler

Omfanget av faser som inkluderes i klimagassberegningene er basert på NS3720. Massetransport (A5c), arealbruksendringer (A5d), transport i drift (B8) og konsekvenser utover systemgrensene (D) er ikke inkludert i denne utredningen.



NS 3720:2018

Figur 1-1 Beskrivelse av ulike moduler fra NS 3720:2018

Følgende moduler er med i beregningene:

- A1-A3: Produktstadiet
- A4: Transport
- A5¹²: Anlegg- bygge- og monteringsarbeid
 - A5a: produksjon- og avfallshåndtering av kapp og svinn
 - A5b: energibruk på byggeplass (ekskludert massetransport)
- B2, B4: Vedlikehold og utskiftning
- B6: Energibruk i drift
- C1-C4: Livsløpets sluttstadium

Modul B1-B5:

Modul B er inndelt i følgende moduler:

¹² Modulen A5 er i utredningen inndelt i A5a, A5b, A5c og A5d, for å tydeliggjøre forskjell i utslipp fra anlegg-, bygge- og monteringsarbeid.

- B1, bruk. Eksempel: direkte utslipp fra materialer, utslipp av kjølemedium fra varmepumper
- B2, vedlikehold. Eksempel: maling, utskifting av komponenter (glass i vindu)
- B3, reparasjon. Eksempel: knust glass som må byttes
- B4, utskifting. Eksempel: bytte av gipsplater, gulvoverflater, kledning osv.
- B5, renovasjon: Eksempel: større ombygging/tilpassing. Inkluderes ofte i A1-A5 som en del av større rehabilitering.

Selv om utslipp av kjølemedium fra varmepumper kan ha et bidrag til klimagassutslipp avhengig av kjølemedium er det vurdert at B2 og B4 er de mest relevante modulene som inkluderes i videre analyser.

1.2.3. Bygningsdeler

Følgende bygningsdeler er med i beregningene:

- 21 Grunn og fundamenter (*kun med som scenario*)
- 22 Bærende konstruksjoner
- 23 Yttervegg
- 24 Innervegger
- 25 Dekker
- 26 Yttertak
- 28 Trapper og balkonger, m.m.

Det er også innhentet data for VVS-installasjoner, fordelt på følgende bygningsdeler:

- 31 Sanitær
- 32 Varme
- 33 Brannslukking
- 36 Luftbehandling
- 37 Komfortkjøling (kun kontor)

Mengdedata for VVS-installasjoner er hentet fra Reduzer og basert på referansemengder utviklet av forskningsprosjektet Grønn VVS. Mengdene er også planlagt benyttet i Reduzer sitt tidligfaseverktøy som referanse for VVS-installasjoner. Mengdene er deretter skalert etter BTA i forhold til referansebyggenes utforming. Beregningene for VVS-utstyr er først og fremst gjort for å få en oversikt over viktige bidragsyttere, og må ikke anses som fullstendige referanseverdier. Mer informasjon om datagrunnlaget finnes i vedlegg 2.

1.3. Utslippsfaktorer

1.3.1. A1-A3: Produktstadiet

Standard utslippsfaktorer benyttet er basert på utslippsfaktorer for referansebyggene til DFØ (2023)¹³. Faktorene ble oppdatert i 2023 og er fremdeles ansett som representative, bortsett fra utslippsfaktor for betong. Det er gjort en oppdatering av utslippsfaktorer for betong etter den nyest publikasjonen fra Norsk Betongforening Publikasjon 37, februar 2024. Det er benyttet bransjereferanse som standard utslippsfaktor for betong.

Alle utslippsfaktorer som er benyttet er vist i vedlegg 1.

1.3.2. A4: Transport

Utslippsfaktor for A4 direkte fra EPDer er ikke benyttet. Det er beregnet utslipp fra transport A4 basert på vekt av produktet og transportert avstand, basert på livsløpsbaserte faktorer (utslipp fra transport inkluderer infrastruktur).

I scenario A4-1 til A4-4 er det antatt at alt transporteres med lastebil på vei. Det er skilt på transport med lastebil basert på diesel i Norge og diesel i Europa. Utslipp fra diesel på vei i Norge er inkludert en innblanding av biodiesel basert på gjeldende omsetningskrav i 2025. De spesifikke avstandene som er benyttet er vist i vedlegg 1.

Hovedforskjellen mellom utslippsfaktor i forutsetninger iht. DFØ og NS3720 er at faktorer fra NS3720 (scenario A4-2 til A4-4) inkluderer utslipp forbundet med infrastruktur. Dette er ikke inkludert i utslippsfaktor fra DFØ (A4-1).

Tabell 1-5 Utslippsfaktorer for transport med lastebil hentet fra veileder til NS 3720 G2. Primært basert på tall fra GLEC, Global Logistics Emission Council Framework v. 3.0, 2023.

DFØ Scenario A4-1	Lastebil, diesel	87 g CO ₂ -ekv/tkm
NS 3720 Scenario A4-2, A4-3, A4-4	Diesel vei (Norge)	Drivstoff: 89 g CO ₂ -ekv/tkm Infrastruktur: 30 g CO ₂ -ekv/tkm Sum: 120 g CO ₂ -ekv/tkm
	Diesel vei (Europa)	Drivstoff: 130 g CO ₂ -ekv/tkm Infrastruktur: 30 g CO ₂ -ekv/tkm Sum: 160 g CO ₂ -ekv/tkm

Utslippsfaktor fra drivstoff i Norge på 87 g til 89 g CO₂-ekv/tkm er basert på følgende antakelser:

¹³ https://anskaffelser.no/sites/default/files/2023-09/Endring_referansenivaer_versjon_2_til_3.pdf

- Drivstofforbruk 0,0375 kg diesel/tkm TØI *Utvikling i transportytelser, kapasitetsutnyttelse og miljø for godsbiler, 2010 TØI rapport 1063/2010*
- SSB *Drivstofforbruk og utslipp per kjørte kilometer for et utvalg av trafikksituasjoner og kjøretøygrupper, 2016*
- Innblanding av biodiesel i Norge etter omsetningskrav i 2025

1.3.3. A5a: Produksjon- og avfallshåndtering av kapp og svinn

Utslippsfaktor for A5a direkte fra EPDer er ikke benyttet. Det er beregnet utslipp fra A5a basert på verdier fra A1-A3, A4 og C1-C4 multiplisert med prosent for kapp og svinn.

For kapp og svinn er prosentene for kapp og svinn hentet fra veileder til NS 3720 G2. Andel kapp og svinn benyttet for de ulike materialene er vist i vedlegg 1.

1.3.4. A5b: Energibruk på byggeplass (ekskudert massetransport)

I beregninger for byggeplass A5b er det beregnet klimagassutslipp fra energibruk og forbruk av diesel.

Det er benyttet følgende utslippsfaktorer:

- Strøm, anleggsfase: 0,024 kg CO₂-ekv/kWh (Scenario 1 NS3720: NO miks, snitt siste tre år: 2023, 2024, 2025)
- Diesel, byggeplass (anleggsmaskiner): 3,01 kg CO₂-ekv/liter anleggsdiesel med innblanding av 10% biodiesel basert på omsetningskrav (2025)

1.3.5. B2, B4: Vedlikehold og utskiftning

Utslippsfaktor for B2 og B4 direkte fra EPDer er ikke benyttet.

Utslippsfaktor for B2, B4 er basert på verdier fra A1-A3, A4, A5a og C1-C4 multiplisert med antall utskiftninger (heltall eller desimaltall).

Antall utskiftninger basert på heltall:

I NS-EN 15978:2011 *Bærekraftige byggverk - Vurderinger av bygningers miljøprestasjon - Beregningsmetode* er det i kapittel 9.3.3 angitt at beregnet antall utskiftninger skal rundes opp til nærmeste heltall. Det står også at «hvis den gjenværende levetiden for produktet er kort i forhold til bygget» kan den siste utskiftningen utelatts, uten at det er spesifisert noe hva som menes med kort.

Det vil si at hvis et produkt er antatt med 40 års levetid skal det inkluderes en komplet ny utskiftning i år 40, selv om byggets beregningsperiode er 50 år. Restverdi/restlevetid for produktet etter 50 års beregningsperiode er ikke fratrukket i klimagass-beregningene.

Dette betyr at det ikke skilles i beregningene på antall utskiftninger, selv om et produkt har 26 års levetid eller 45 års levetid.

Antall utskiftinger basert på desimaltall:

En annen og mer skalerbar metode for å regne antall utskiftinger er å beregne antall utskiftinger uten å runde opp, det vil si med desimaler. Ved å anta antall utskiftinger basert på desimaltall inkluderes kun det teoretisk antall utskiftinger som er nødvendig innenfor beregningsperioden på 50 år.

For et produkt med levetid på 30 år vil det i et bygg med 50 års beregningsperiode ved opprundingsscenarioet være behov for 1 utskifting, mens det i desimaltallutskifting vil være behov for 0,67 utskiftninger. Med desimalutskifting vil det i praksis være en justering for restlevetid.

Rundet opp: $(50 \text{ år} / 30 \text{ år}) - 1 = 0,67$ utskiftninger rundet opp til 1 utskifting i B4

Desimaltallutskifting: $(50 \text{ år} / 30 \text{ år}) - 1 = 0,67$ utskiftninger i B4

NS 3720 bygger på *NS-EN 15978 Bærekraftige byggverk - Vurderinger av bygningers miljøprestasjon - Beregningsmetode*. Det pågår en revisjon av NS 15978 (pr januar 2025), og i siste (foreløpig) utgave av revidert tekst (januar 2025) legges det opp til at det kan benyttes antall utskiftinger basert på desimaler i fremtidig NS-EN 15978.

1.3.6. B6: Energibruk i drift

For energibruk i drift (B6) beregnes det scenario med ulike utslippsfaktorer for strøm, som vist i Tabell 1-6. For scenario B6-1 og B6-3 er det benyttet statistisk utslippsfaktor, noe som medfører at dagens utslippsfaktor ikke justeres/endres i driftsfasen på 50 år. Iht NS3720 skal det ikke benyttes statistisk utslippsfaktor for energi for beregninger i B6. Beregning med statistisk utslippsfaktor i B6 er lagt til basert på kravspesifikasjon til denne utredningen.

Tabell 1-6 Scenarioer for energibruk i drift, utslippsfaktor for strøm i g CO₂-ekv/kWh

Scenarionavn	Forutsetning
Hovedscenario	Scenario 2 NS3720: EU 28+NO med dekarboniseringsscenario (2025-2074): 105 CO₂-ekv/kWh
Scenario B6-1	Scenario 2 NS3720: EU 28+NO statistisk (2025): 315 g CO ₂ -ekv/kWh
Scenario B6-2	Scenario 1 NS3720: NO med dekarboniseringsscenario (2025-2074) 18 g CO ₂ -ekv/kWh
Scenario B6-3	Scenario 1 NS3720: NO (2025): 24 g CO ₂ -ekv/kWh

1.3.7. C1-C4: Livsløpets sluttstadium

For C1-C4 er utslipp basert på materialsammensetning (mengde fossilt og biogent karbon, metall og sement innhold), samt en gjennomsnittlig avfallsbehandlingsmetode (deponi, materialgjenvinning og energigjenvinning) basert på dagens praksis. Materialsammensetning og avfallsbehandling er definert i Reduzer. Se vedlegg 1 for utslippsfaktorer.

1.4. Beskrivelse av scenario

Det er etablert ulike scenarier for utvalgte livsløpsmoduler. Scenarier er beregnet for å vurdere hvordan resultatene påvirkes av ulike valg innenfor utskiftning og transportavstander.

Alle scenarier er beregnet i ByggLCA, da formålet er å se på relative forskjeller mellom scenarier og det er vurdert at resultater ville blitt omtrentlig det samme hadde andre verktøy blitt benyttet.

1.4.1. Scenario 1: Grunn og fundamenter med ulik dybde til fjell

Det er gjort beregninger som omfatter ulikt behov for materialer til grunn og fundamenter, for å vurdere hvor høye klimagassutslipp dette har opp mot klimagassutslipp fra det resterende bygget. Hovedscenarioet innebærer ikke noe behov for fundamentering.

Det er vurdert klimagassutslipp for grunn og fundamenter med kontorbygg for følgende scenarier:

Tabell 1-7: Oversikt over scenario for ulikt behov for materialer til grunn og fundamentering

Scenarionavn	Forutsetning
Hovedscenario	Ikke behov for ekstra materialmengder til grunn og fundamentering (kun antatt 100 mm armert betong som gulv på grunn, i bygningsdel 252)
Scenario GF-1	Kun økt tykkelse på gulv på grunn/bunnplate fra 100 mm til 300 mm
Scenario GF-2	Peler med 5 meter til fjell, inkludert 300 mm gulv på grunn/bunnplate
Scenario GF-3	Peler med 20 meter til fjell, inkludert 300 mm gulv på grunn/bunnplate

Scenario GF-3 er kun som eksempel hvis det er behov for peler 20 meter ned til fjell. Det vil selvfølgelig være steder der det er behov for peler langt utover 20 meter, som for eksempel i Bjørvika i Oslo der det er fra 20 til 60-70 meter til fjell.

For materialmengder er det benyttet mengder som beskrevet i Enova (2020):

- Stålkjernepel, diameter Ø 130 mm: 1,44 kg stål/(m² BTA * dybde til fjell)
- Betong B20 M90 til gysemasse: 3,93E-4 m³ betong/(m² BTA * dybde til fjell)
- Betong B35 M45/MF45 til tykkere bunnplate: 0,2 m * m² bebygd areal (BYA)

1.4.2. Scenario 2: A4, transport av materialer til byggeplass

For A4 er avstander og utslippsfaktor fra DFØ og NS3720 G2 benyttet. Avstander og utslippsfaktorer er vist i Tabell 1-8 og vedlegg 1. Det er i tillegg beregnet scenarier hvor transportavstander er betydelig lengre (2 000 km med lastebil) eller transporteres med båt fra Asia.

Tabell 1-8: Oversikt over scenario for transport avstander A4.

Scenarionavn	Forutsetning
Scenario A4-1 DFØ	Klimagassutslipp fra transport er beregnet med distanser og utslippsfaktorer fra etablerte referansebygg fra DFØ (2023). Det skilles på distanser basert på region <ul style="list-style-type: none"> • Lokalt: 50 km • Norge/Norden: 500 km • Limtre/massivtre: 500 km • Prefab betong: 200 km • Europa: 2 000 km
Scenario A4-2 NS3720 G2	Transportavstander og utslippsfaktor fra veileder til NS 3720 G2: <ul style="list-style-type: none"> • 50 km for lokale varer (plasztøpt betong). • 300 km for varer produsert i Norge • For importerte byggevarer fra Norden brukes et tillegg på 500 km (tegl). • For importerte byggevarer fra utenfor Norden brukes et tillegg på 2000 km (keramisk flis, glassfasade, linoleum, parkett, tepper). • For produkter som ikke er spesifisert, og der man ikke kjenner produksjonssted: 500 km transportavstand med norsk diesel (konstruksjonsstål, armeringsstål, stål til innvendig stender og systemhimling, dampspærre, maling, fasadeplate av fibersement)¹⁴.
Scenario A4-3 2 000 km lastebil	Det gjort en beregning for å se hva A4 blir dersom alle byggematerialer ligger på et teoretisk lager på Østlandet og må fraktes 2 000 km med lastebil til Nord-Norge. Utslippsfaktor på lastebil hentet fra DFØ. Eventuell (ekstra) transport av materialer fra Europa til Norge er ikke inkludert i dette scenarioet, og det kan vurderes om resultater fra scenario A4-1 eller A4-2 bør legges til i tillegg til resultater fra scenario A4-3 som et antatt ekstremt scenario. Poenget er å vise tillegg/konsekvens av transport av materialer rundt i Norge.
Scenario A4-4 Båt fra Asia	Det gjort en beregning for å se hva A4 blir dersom alle byggematerialer produseres i Asia og må fraktes 20 428 km med båt til Norge. Utslippsfaktor for båt hentet fra NS 3720 G2. Ekstra transport av materialer på lastebil fra fabrikk til havn i Asia og fra havn til byggeplass i Norge er ikke inkludert i dette scenarioet, og det kan vurderes om resultater fra scenario A4-1 eller A4-2 bør legges til i tillegg til resultater fra scenario A4-3 som et antatt ekstremt scenario. Poenget er å vise tillegg/konsekvens av transport av materialer med båt fra Asia.

Utfordring:

I veileder til NS3720 G2 er det definert transportavstander på typiske produkter produsert i Norge og utenfor Norden. Resultater for scenario A4-2 er avhengig av hvor

¹⁴ Stål (utover armeringsstål) produseres utenfor Norge: Det er likevel kun antatt 500 km transport i A4 for stål. Hovedgrunnen for denne antakelsen er at de fleste stål EPDer som er undersøkt i denne utredningen og som er tilgjengelig via EPD-Norge inkluderer transport fra utvinning utenfor Norge til Norge i modulen A2. Standard utslippsfaktor for A1-A3 inkluderer derfor transport til Norge, slik at A4 kun er transport i Norge. OBS: Det må kontrolleres i den enkelte stål-EPD som benyttes om transport til Norge er inkludert i A2 eller ikke. Hvis A2 ikke inkluderer transport til Norge må dette legges inn i A4.

godt denne inndelingen treffer, men det antas at inndeling vist i NS3720 G2 er basert på diskusjoner og best mulig kunnskap da veilederen ble utarbeidet.

1.4.3. Scenario 3: A5b (anleggsfase), energibruk på byggeplass

Tabell 1-9 erfaringstall fra energibruk på byggeplass fra ulike prosjekt, strømforbruk og dieselforbruk pr m2 BTA. Som tabellen viser, er det stor variasjon i forbruk av strøm og diesel fra ulike byggeplasser. Type bygg, omfang, byggemetoder, klima, forhold på tomten osv. er faktorer som påvirker energiforbruk til byggeplass.

Energiforbruk til graving, massehåndtering og massetransport er ikke inkludert beregninger for A5b eller i Tabell 1-9. Det er i beregnet utslipp fra scenario A5b-1, A5b-2 og A5b-3.

Tabell 1-9: Erfaringstall fra energibruk på byggeplass fra ulike prosjekt

Type bygg	BTA	Strøm, kWh/m2 BTA	Diesel, l/m2 BTA
Rehab kontor	5 200	71,77	0,76
Nybygg kontor	8 300	26,27	2,05
Nybygg kontor/skole	8 500	40,02	2,30
Nybygg kontor	20 000	7,59	2,22
Nybygg sykehjem	15 700	77,54	8,76
Nybygg bolig	17 100	5,62	3,47
Nybygg bolig	7 300	13,62	4,39
Nybygg bolig	7 700	19,67	1,21
Nybygg bolig	4 900	4,30	3,42
Nybygg bolig	4 300	9,37	3,66
Nybygg hotell/leiligheter	20 000	58,66	1,05
Nybygg leilighet	14 600	78,02	1,64
Scenario A5b-1: Lavt forbruk		4,30	0,76
Scenario A5b-2: Snitt, arealvektet		37,6	3,00
Scenario A5b-3: Høyt forbruk		78,0	8,76

1.4.4. Scenario 4: B2, B4, vedlikehold og utskiftning av materialer

Det er benyttet levetider fra forutsetninger iht DFØ og NS3720 G2. Med forutsetninger iht DFØ er levetidene de samme for alle type bygg, det skilles ikke på bygg med høy eller lav slitasje og/eller leietakertilpasninger.

Veilederen til NS 3720 G2 oppgir levetider for ulike materialer og knytter denne til bruk av byggene. Det vil si at bygg med røffere bruk slik som kontor og skoler vil ha hyppigere utskiftning, det vil si kortere levetider, enn andre bygg.

Veilederen skiller på lange, middels og korte levetider. De lange levetidene er benyttet for enebolig, firemannsbolig og boligblokk, mens de korte levetidene er benyttet for kontor. Middels levetid er benyttet for alle andre bygg.

Levetider er oppgitt i vedlegg 1. Det er i beregnet utslipp fra scenario B2B4-1, B2B4-2, B2B4-3, B2B4-4, B2B4-5 og B2B4-6.

Tabell 1-10 Scenarioer for utskifting av materialer

Scenarionavn	Forutsetning
Scenario B2B4-1 DFØ runde opp	Levetid materialer basert på DFØ : Benytte verdiene fra A1-A3, A4, A5a og C1-C4 multiplisert med antall utskiftninger med hele verdier rundet opp . Antall utskiftninger = $((50 \text{ år} / \text{levetid}) - 1)$, rundet opp til nærmeste heltall
Scenario B2B4-2 DFØ desimal	Levetid materialer basert på DFØ : Benytte verdiene fra A1-A3, A4, A5a og C1-C4 multiplisert med antall utskiftninger regnet som desimaltall . Antall utskiftninger = $((50 \text{ år} / \text{levetid}) - 1)$
Scenario B2B4-3 NS3720 runde opp	Levetid materialer basert på levetider NS3720 G2 . Benytte verdiene fra A1-A3, A4, A5a og C1-C4 multiplisert med antall utskiftninger med hele verdier rundet opp . Kort levetid for kontor, lang levetid for bolig og middels levetid for andre bygg. Antall utskiftninger = $((50 \text{ år} / \text{levetid}) - 1)$, rundet opp til nærmeste heltall
Scenario B2B4-4 NS3720 desimal	Levetid materialer basert på levetider NS3720 G2 . Benytte verdiene fra A1-A3, A4, A5a og C1-C4 multiplisert med antall utskiftninger regnet som desimaltall . Kort levetid for kontor, lang levetid for bolig og middels levetid for andre bygg. Antall utskiftninger = $((50 \text{ år} / \text{levetid}) - 1)$
Scenario B2B4-5 EPD runde opp	Benytte levetider som er oppgitt representative EPDer . Benytte verdiene fra A1-A3, A4, A5a og C1-C4 multiplisert med antall utskiftninger med hele verdier rundet opp . Antall utskiftninger = $((50 \text{ år} / \text{levetid}) - 1)$, rundet opp til nærmeste heltall
Scenario B2B4-6 EPD desimal	Benytte levetider som er oppgitt representative EPDer . Benytte verdiene fra A1-A3, A4, A5a og C1-C4 multiplisert med antall utskiftninger regnet som desimaltall . Antall utskiftninger = $((50 \text{ år} / \text{levetid}) - 1)$

1.4.5. Scenario 5: B6, energibruk i drift

For å beregne klimagassutslipp for energibruk i drift er det tatt utgangspunkt i rammekrav for netto energibehov fra TEK17 og en standard løsning for energiforsyning. Som en forenkling er enebolig og firemannsbolig antatt med samme energibehov.

Tabell 1-11 Rammekrav energi fra TEK17.

Energibehov [kWh/m ² BRA]	Boligblokk	Enebolig, firemannsbolig	Kontor
Oppvarming (rom+ vent)	26	42	19
Ventilasjonsoppvarming	4	3	6
Tappevann	30	30	5
Vifter/pumper	6	4	14
Pumper	0	0	2
Belysning	11	11	20
Teknisk utstyr	18	18	35
Romkjøling	0	0	0
Ventilasjonskjøling	0	0	14
Totalt	95	108	115

Det er antatt følgende energiforsyningsløsning for alle referansebyggene:

- Oppvarming inkl. tappevann: 60% varmepumpe (systemvirkningsgrad = 2,25) og 40% panelovn (systemvirkningsgrad = 0,92)
- Kjøling: 100% lokale kjølemaskiner (systemvirkningsgrad = 2,45)

Tabell 1-12: Beregnet behov for levert energi (strøm) for de ulike byggene

Levert energi [kWh/m ² BRA]	Boligblokk	Enebolig, firemannsbolig	Kontor
Strøm	77	86	98

Denne utredningen er ikke en vurdering av *alternativ* eller *best mulig* energiforsyning. Antatt energibehov og energiforsyning er valgt for å kunne definere mengde levert energi (strøm) for å gjøre beregninger for klimagassutslipp fra energibruk sammenliknet med klimagassutslipp fra materialer.

Se Tabell 1-6 (kapittel 1.3.6) for utslippsfaktorer som er benyttet i scenarioberegning for energibruk i drift.

1.5. Resultater, referansebygg

Klimagassberegninger for følgende referansebygg er basert på følgende forutsetninger:

- Beregningsperiode: 50 år
- Livsløpsmoduler: A1-A3, A4, A5a, B2, B4, C1-C4
- Bygningsdeler: 22, 23, 24, 25¹⁵, 26 og 28.
- Utslippsfaktor: *standard* materialer, GWP-IOBC
- Transportavstander (A4): NS3720 G2
- Levetider for materialer: NS3720 G2 regnet som desimaltall

Resultater i dette kapittelet (kapittel 1.4) er resultater med dagens innstillinger og scenario (DFØ 2023). Resultater er hovedsakelig vist for å vise forskjeller i de ulike verktøyene. Resultater i dette kapittelet (kapittel 1.4) er ikke anbefalte terskelverdier.

Resultater for referansebygg vist i følgende kapitler samsvarer med anbefalte kravsnivå til klimakrav i TEK17 vist i kapittel 3.5.

1.5.1. Kontor

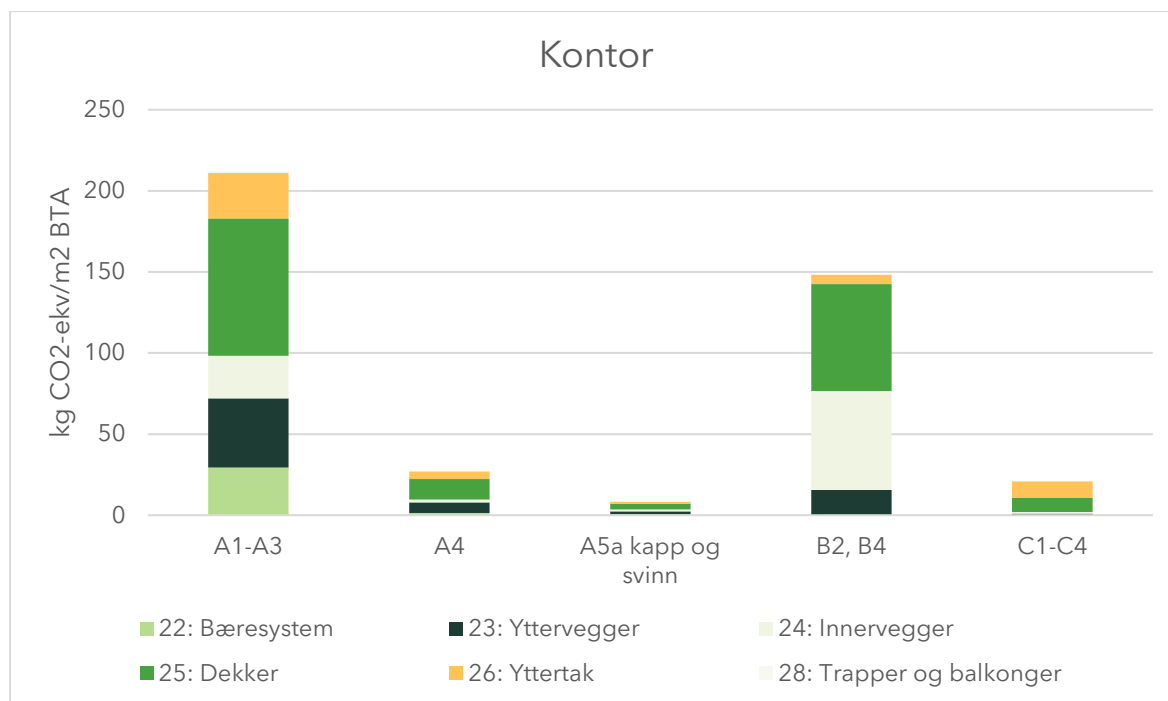
Klimagassutslipp fra kontor er vist i tabell og figur under.

Tabell 1-13: Klimagassutslipp for kontorbygg, forutsetninger iht. NS3720 G2

Kontor: kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	A1-A3	A4	A5a kapp og svinn	B2, B4	C1-C4
22: Bæresystem	29,4	1,5	0,6	0,0	0,2
23: Yttervegger	42,7	6,4	1,8	15,7	0,7
24: Innervegger	26,2	1,8	1,2	61,0	1,1
25: Dekker	84,7	12,7	3,5	65,8	8,8
26: Yttertak	27,9	4,6	1,1	5,8	10,1
28: Trapper og balkonger	1,2	0,1	0,1	0,0	0,0
Sum	212	27	8	148	21
Sum	417				
Sum, uten C1-C4	396				

¹⁵ 100 mm armert betong som gulv på grunn (bygningssdel 252) for alle bygg, bortsett fra kjeller som ikke inkluderer gulv på grunn (da dette er inkludert for arealer over bakken).

Produktstadiet (A1-A3) bidrar med den største andelen av utslippene etterfulgt av vedlikehold og utskiftning av materialer (B2, B4). De resterende fasene bidrar i mindre grad. Det er dekker som bidrar mest både i A1-A3 og i B2, B4.



Figur 1-2: Klimagassutslipp fordelt på bygningsdeler på tosifret nivå.

1.5.2. Boligblokk

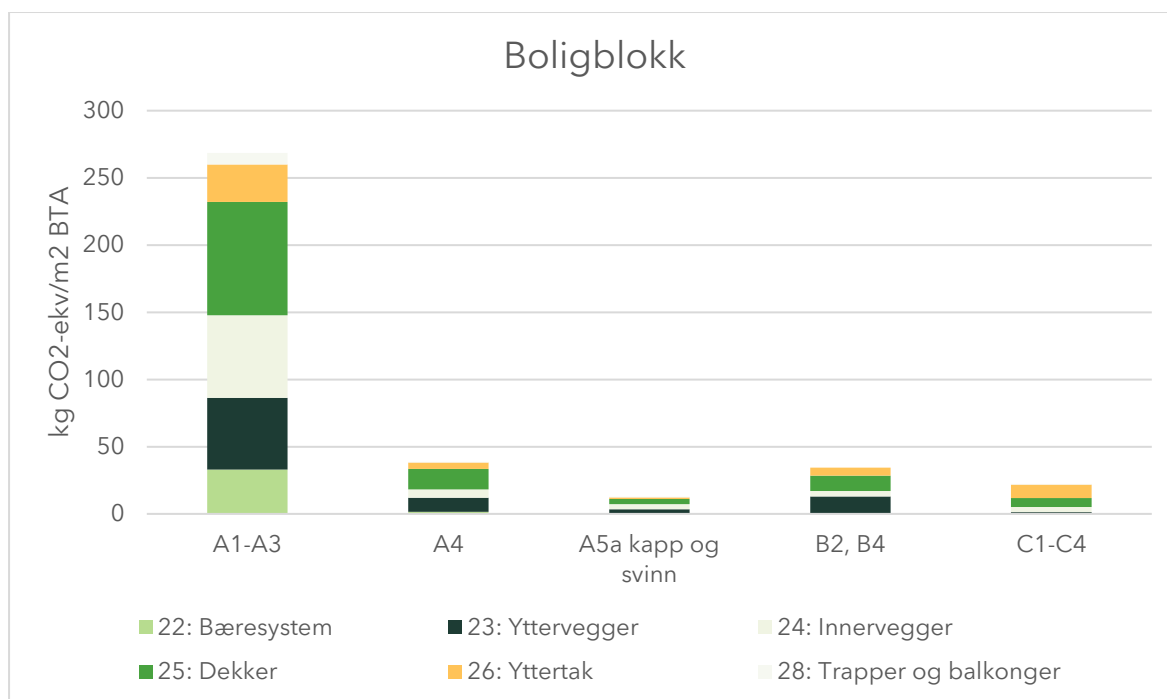
Klimagassutslipp fra boligblokk er vist i tabell og figur under.

Tabell 1-14: Klimagassutslipp for boligblokk, forutsetninger iht. NS3720 G2

Boligblokk: kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	A1-A3	A4	A5a kapp og svinn	B2, B4	C1-C4
22: Bæresystem	33,0	1,5	0,3	0,0	0,0
23: Yttervegger	53,3	10,4	3,1	13,0	1,4
24: Innervegger	61,5	6,3	3,9	4,1	3,6
25: Dekker	84,4	15,3	3,7	11,5	6,8
26: Yttertak	28,0	4,7	1,1	5,8	10,1
28: Trapper og balkonger	8,4	0,5	0,5	0,0	0,3
Sum	268	39	13	34	22
Sum	376				
Sum, uten C1-C4	354				

Produktstadiet (A1-A3) bidrar med den største andelen av utslippene. De resterende fasene bidrar i mindre grad. Bidrag fra vedlikehold og utskiftning av materialer (B2, B4) er lavt da det er antatt lang levetid på materialer, iht. NS3720 G2.

Det er dekker som bidrar mest i A1-A3.



Figur 1-3: Klimagassutslipp fordelt på bygningsdeler på tosifret nivå.

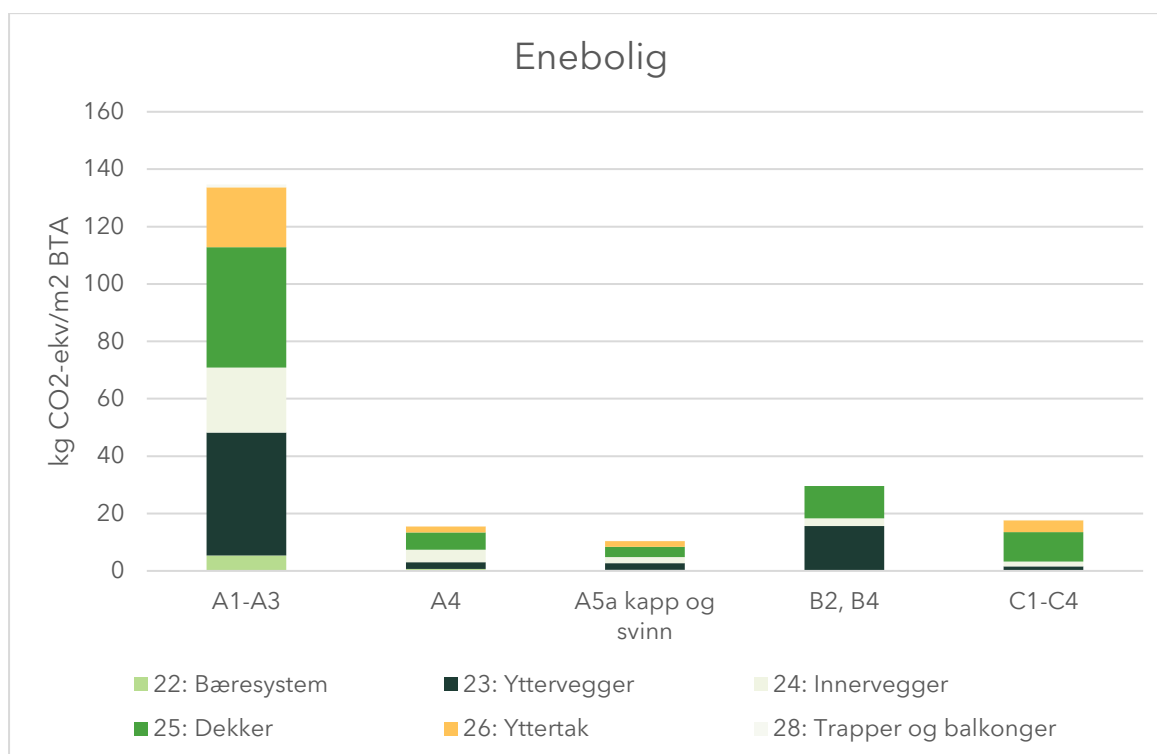
1.5.3. Enebolig

Klimagassutslipp fra enebolig er vist i tabell og figur under.

Tabell 1-15: Klimagassutslipp for enebolig, forutsetninger iht. NS3720 G2

Enebolig: kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	A1-A3	A4	A5a kapp og svinn	B2, B4	C1-C4
22: Bæresystem	5,4	0,7	0,3	0,0	0,1
23: Yttervegger	42,9	2,2	2,3	15,6	1,6
24: Innervegger	22,6	4,4	2,1	2,8	1,6
25: Dekker	41,9	5,9	3,7	11,2	10,3
26: Yttertak	20,9	2,1	1,9	0,0	4,1
28: Trapper og balkonger	1,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Sum	135	16	10	30	18
Sum	208				
Sum, uten C1-C4	190				

Produktstadiet (A1-A3) bidrar med den største andelen av utslippene etterfulgt av vedlikehold og utskiftning av materialer (B2, B4). De resterende fasene bidrar i mindre grad. Det er yttervegg, innervegg og dekker som bidrar mest både i A1-A3 og i B2, B4.



Figur 1-4: Klimagassutslipp fordelt på bygningsdeler på tosifret nivå.

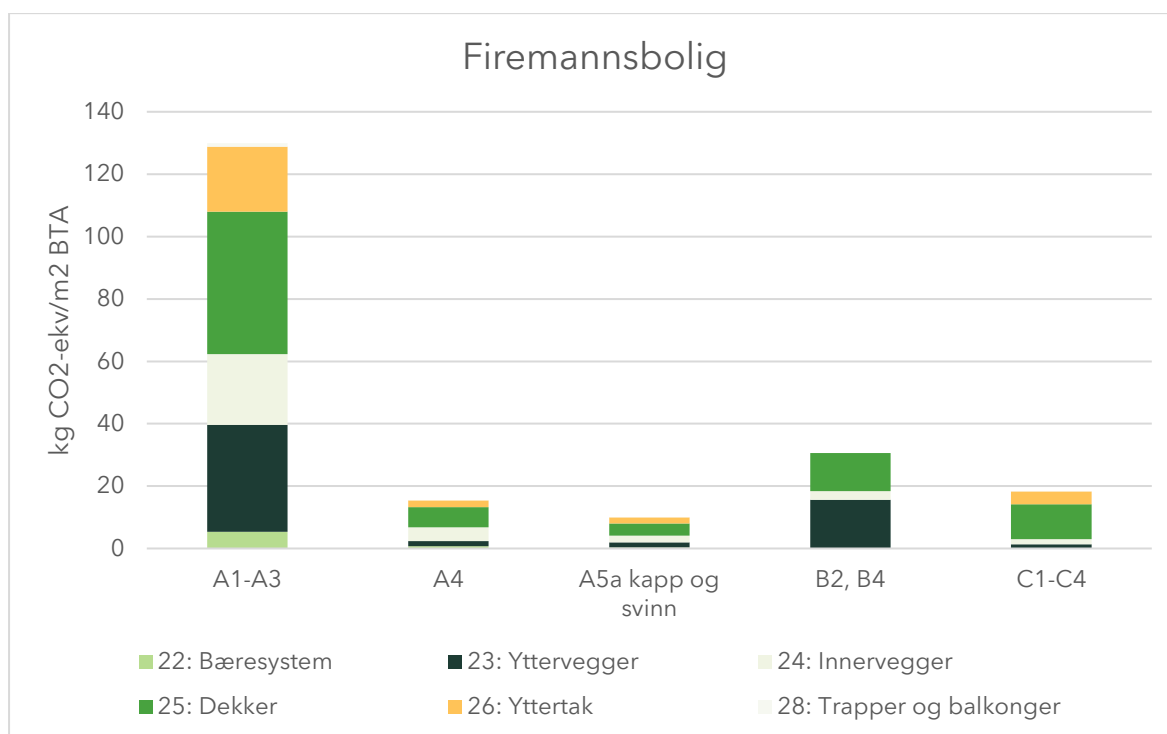
1.5.4. Firemannsbolig

Klimagassutslipp fra firemannsbolig er vist i tabell og figur under.

Tabell 1-16: Klimagassutslipp for firemannsbolig, forutsetninger iht. NS3720 G2

Firemannsbolig: kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	A1-A3	A4	A5a kapp og svinn	B2, B4	C1-C4
22: Bæresystem	5,4	0,7	0,3	0,0	0,1
23: Yttervegger	34,3	1,6	1,6	15,6	1,3
24: Innervegger	22,6	4,4	2,1	2,8	1,6
25: Dekker	45,7	6,5	4,0	12,2	11,2
26: Yttertak	20,9	2,1	1,9	0,0	4,1
28: Trapper og balkonger	1,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Sum	130	16	10	31	18
Sum	204				
Sum, uten C1-C4	186				

Produktstadiet (A1-A3) bidrar med den største andelen av utslippene etterfulgt av vedlikehold og utskiftning av materialer (B2, B4). De resterende fasene bidrar i mindre grad. Det er yttervegg, innervegg og dekker som bidrar mest både i A1-A3 og i B2, B4.



Figur 1-5: Klimagassutslipp fordelt på bygningsdeler på tosifret nivå.

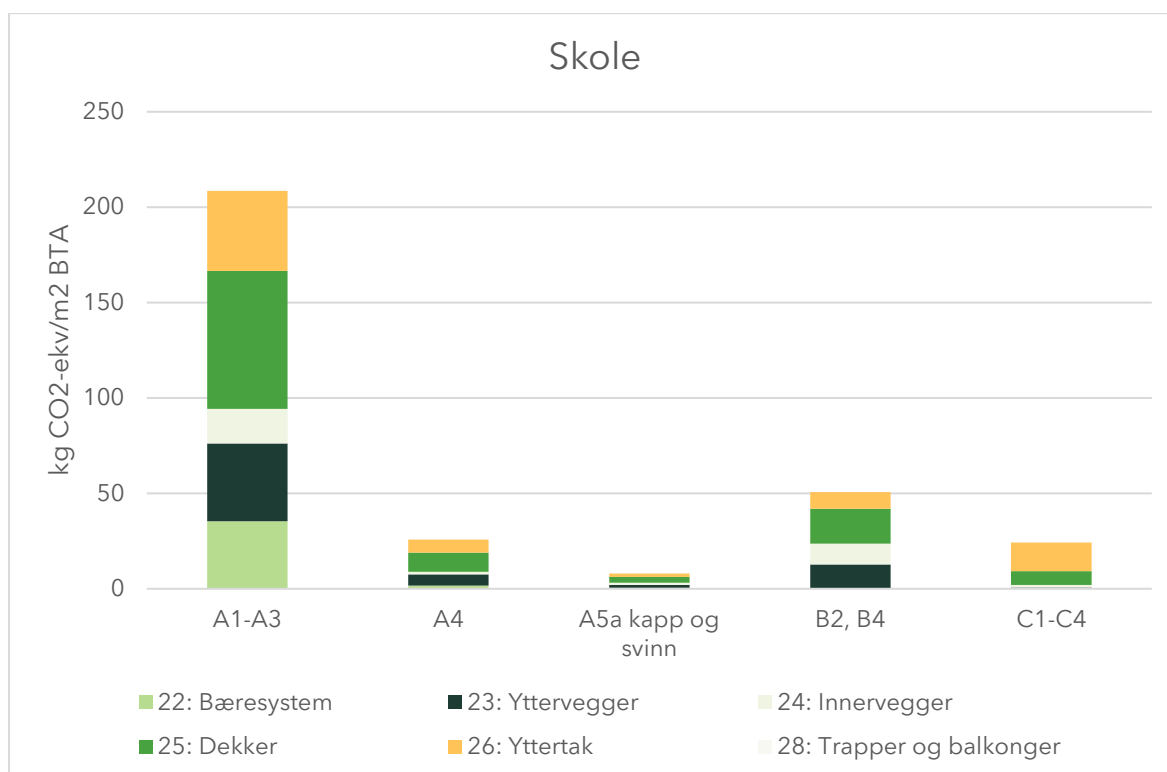
1.5.5. Skole

Klimagassutslipp fra skole er vist i tabell og figur under.

Tabell 1-17: Klimagassutslipp for skole, forutsetninger iht. NS3720 G2

Skole: kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	A1-A3	A4	A5a kapp og svinn	B2, B4	C1-C4
22: Bæresystem	35,3	1,7	0,6	0,0	0,1
23: Yttervegger	40,9	5,9	1,5	12,8	0,6
24: Innervegger	18,1	1,2	1,1	10,8	1,3
25: Dekker	72,4	10,1	3,1	18,4	7,1
26: Yttertak	41,9	7,0	1,7	8,7	15,1
28: Trapper og balkonger	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Sum	209	26	8	51	24
Sum	318				
Sum, uten C1-C4	294				

Produktstadiet (A1-A3) bidrar med den største andelen av utslippene etterfulgt av vedlikehold og utskiftning av materialer (B2, B4). De resterende fasene bidrar i mindre grad. Det er dekker, yttervegg og yttertak som bidrar mest i A1-A3.



Figur 1-6: Klimagassutslipp fordelt på bygningsdeler på tosifret nivå.

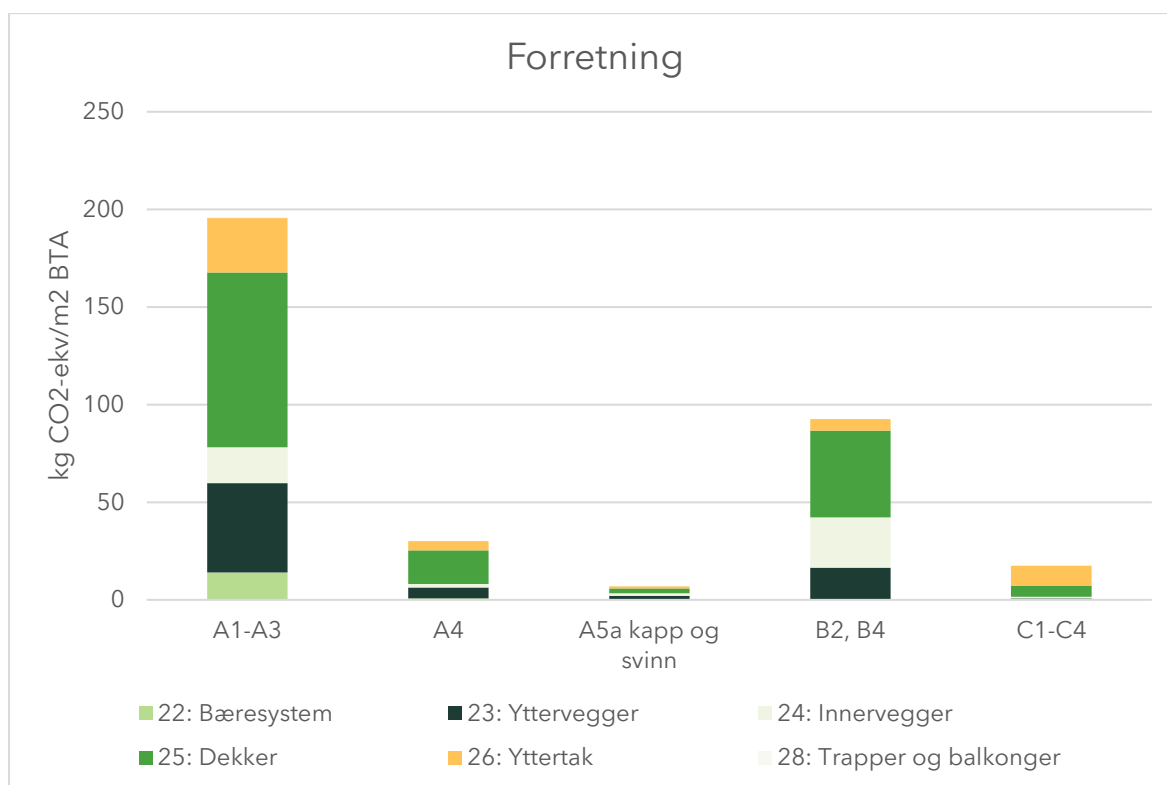
1.5.6. Forretning

Klimagassutslipp fra forretning er vist i tabell og figur under.

Tabell 1-18: Klimagassutslipp for forretning, forutsetninger iht. NS3720 G2

Forretning: kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	A1-A3	A4	A5a kapp og svinn	B2, B4	C1-C4
22: Bæresystem	14,0	0,7	0,3	0,0	0,1
23: Yttervegger	45,7	5,6	1,8	16,4	0,6
24: Innervegger	18,5	1,8	1,3	25,8	0,8
25: Dekker	89,4	17,4	2,5	44,4	5,8
26: Yttertak	27,9	4,6	1,1	5,8	10,1
28: Trapper og balkonger	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Sum	196	30	7	93	17
Sum	343				
Sum, uten C1-C4	326				

Produktstadiet (A1-A3) bidrar med den største andelen av utslippene etterfulgt av vedlikehold og utskiftning av materialer (B2, B4). De resterende fasene bidrar i mindre grad. Det er dekker, yttervegg og yttertak som bidrar mest i A1-A3.



Figur 1-7: Klimagassutslipp fordelt på bygningsdeler på tosifret nivå.

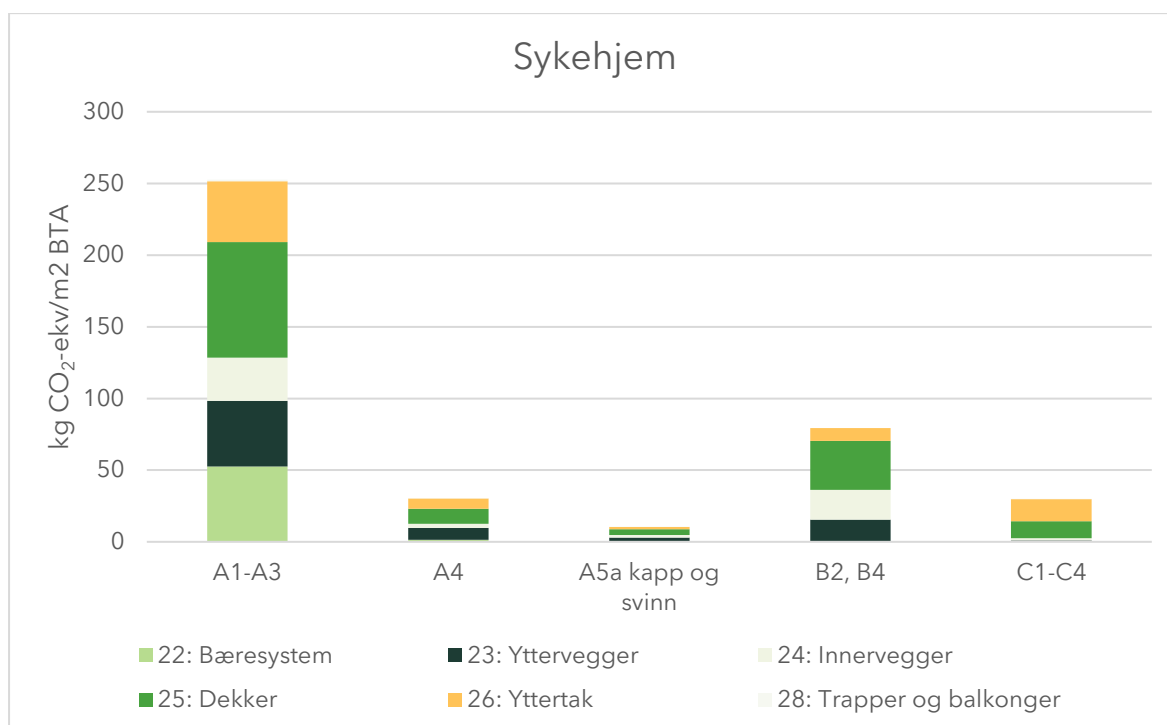
1.5.7. Sykehjem

Klimagassutslipp fra sykehjem er vist i tabell og figur under.

Tabell 1-19: Klimagassutslipp for sykehjem, forutsetninger iht. NS3720 G2

Sykehjem: kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	A1-A3	A4	A5a kapp og svinn	B2, B4	C1-C4
22: Bæresystem	52,7	1,4	0,5	0,0	0,0
23: Yttervegger	45,6	8,2	2,5	15,6	0,9
24: Innervegger	30,2	3,0	1,8	20,7	1,7
25: Dekker	80,7	10,5	3,8	34,2	11,9
26: Yttertak	42,3	7,0	1,7	8,8	15,3
28: Trapper og balkonger	1,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Sum	253	30	11	79	30
Sum	402				
Sum, uten C1-C4	373				

Produktstadiet (A1-A3) bidrar med den største andelen av utslippene etterfulgt av vedlikehold og utskiftning av materialer (B2, B4). De resterende fasene bidrar i mindre grad. Det er dekker, yttervegg og yttertak som bidrar mest i A1-A3.



Figur 1-8: Klimagassutslipp fordelt på bygningsdeler på tosifret nivå.

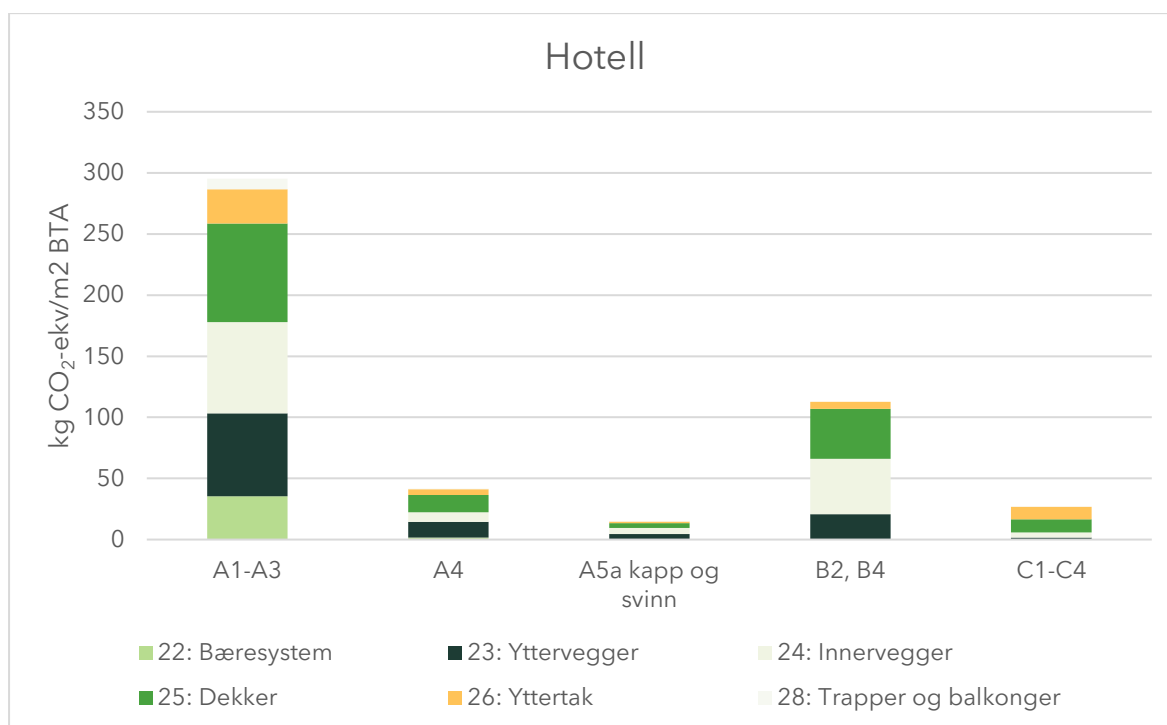
1.5.8. Hotell

Klimagassutslipp fra hotell er vist i tabell og figur under.

Tabell 1-20: Klimagassutslipp for hotell, forutsetninger iht. NS3720 G2

Hotell: kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	A1-A3	A4	A5a kapp og svinn	B2, B4	C1-C4
22: Bæresystem	35,4	1,6	0,4	0,0	0,0
23: Yttervegger	67,9	12,9	4,1	20,7	1,5
24: Innervegger	74,5	8,0	5,1	45,4	4,2
25: Dekker	80,8	14,1	4,0	40,8	10,8
26: Yttertak	28,0	4,7	1,1	5,8	10,1
28: Trapper og balkonger	8,8	0,6	0,5	0,0	0,3
Sum	295	42	15	113	27
Sum	492				
Sum, uten C1-C4	465				

Produktstadiet (A1-A3) bidrar med den største andelen av utslippene etterfulgt av vedlikehold og utskiftning av materialer (B2, B4). De resterende fasene bidrar i mindre grad. Det er dekker, yttervegg og innervegg som bidrar mest i A1-A3 og B2, B4.



Figur 1-9: Klimagassutslipp fordelt på bygningsdeler på tosifret nivå.

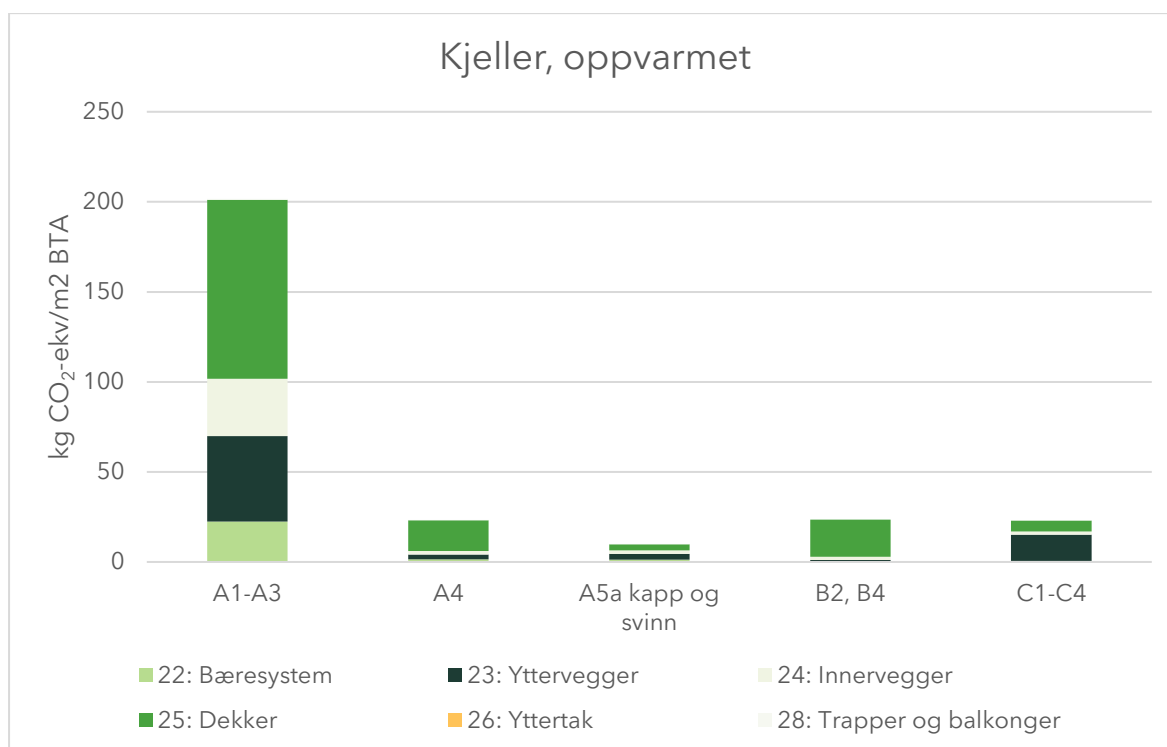
1.5.9. Kjeller, oppvarmet

Klimagassutslipp fra oppvarmet kjellerareal (kjellerareal som er innredet) er vist i tabell og figur under. DiBK har definert skille på oppvarmet kjeller og ikke oppvarmet kjeller 15 grader.

Tabell 1-21: Klimagassutslipp for kjeller, oppvarmet, forutsetninger iht. NS3720 G2

Kjeller, oppvarmet: kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	A1-A3	A4	A5a kapp og svinn	B2, B4	C1-C4
22: Bæresystem	22,4	1,5	1,2	0,0	0,6
23: Yttervegger	47,5	2,6	3,3	1,1	14,6
24: Innervegger	31,8	2,1	1,8	1,8	1,7
25: Dekker	99,4	17,0	3,3	20,7	6,0
26: Yttertak	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28: Trapper og balkonger	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Sum	202	23	10	24	23
Sum	281				
Sum, uten C1-C4	258				

Produktstadiet (A1-A3) bidrar med den største andelen av utslippene etterfulgt av vedlikehold og utskiftning av materialer (B2, B4). De resterende fasene bidrar i mindre grad. Det er dekker, yttervegg og innervegg som bidrar mest i A1-A3 og B2, B4.



Figur 1-10: Klimagassutslipp fordelt på bygningsdeler på tosifret nivå.

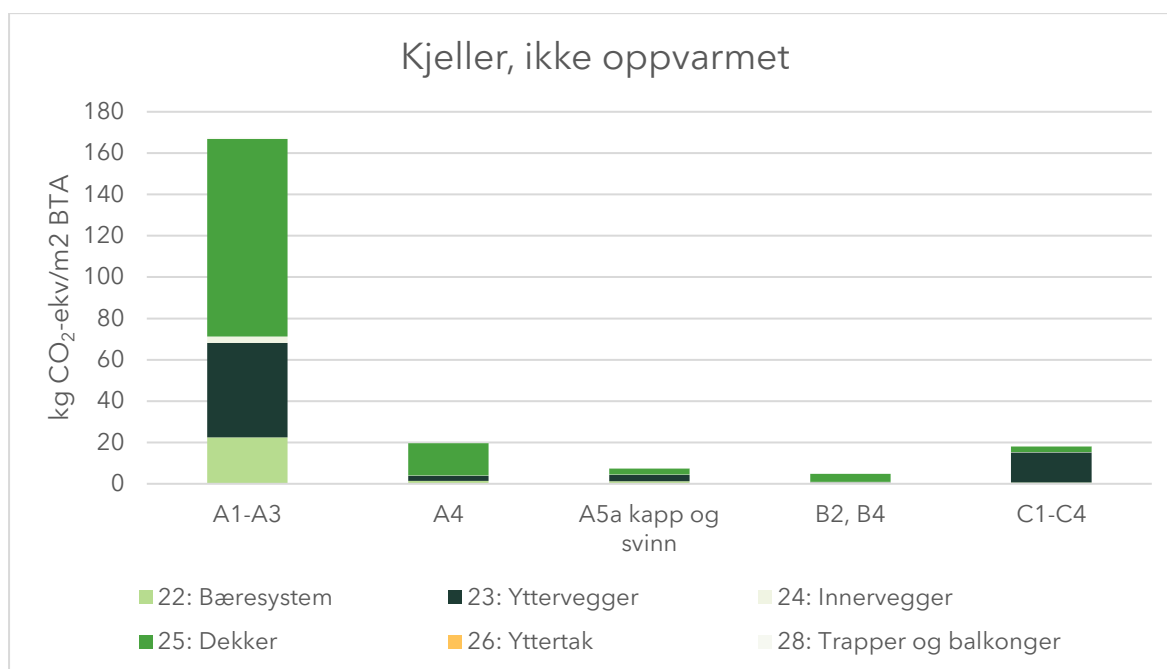
1.5.10. Kjeller, ikke oppvarmet

Klimagassutslipp fra ikke oppvarmet kjellerareal (arealer for bilparkering, sykkelparkering og annet) er vist i tabell og figur under. DiBK har definert skille på oppvarmet kjeller og ikke oppvarmet kjeller 15 grader.

Tabell 1-22: Klimagassutslipp for kjeller, ikke oppvarmet, forutsetninger iht. NS3720 G2

Kjeller, ikke oppvarmet: kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	A1-A3	A4	A5a kapp og svinn	B2, B4	C1-C4
22: Bæresystem	22,4	1,5	1,2	0,0	0,6
23: Yttervegger	45,7	2,4	3,2	0,7	14,5
24: Innervegger	3,2	0,2	0,2	0,2	0,2
25: Dekker	95,5	15,7	2,9	3,9	2,9
26: Yttertak	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28: Trapper og balkonger	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Sum	167	20	7	5	18
Sum	218				
Sum, uten C1-C4	199				

Produktstadiet (A1-A3) bidrar med den største andelen av utslippene etterfulgt av transport (A4). De resterende fasene bidrar i mindre grad. Det er dekker, yttervegg og bæresystem som bidrar mest i A1-A3.



Figur 1-11: Klimagassutslipp fordelt på bygningsdeler på tosifret nivå.

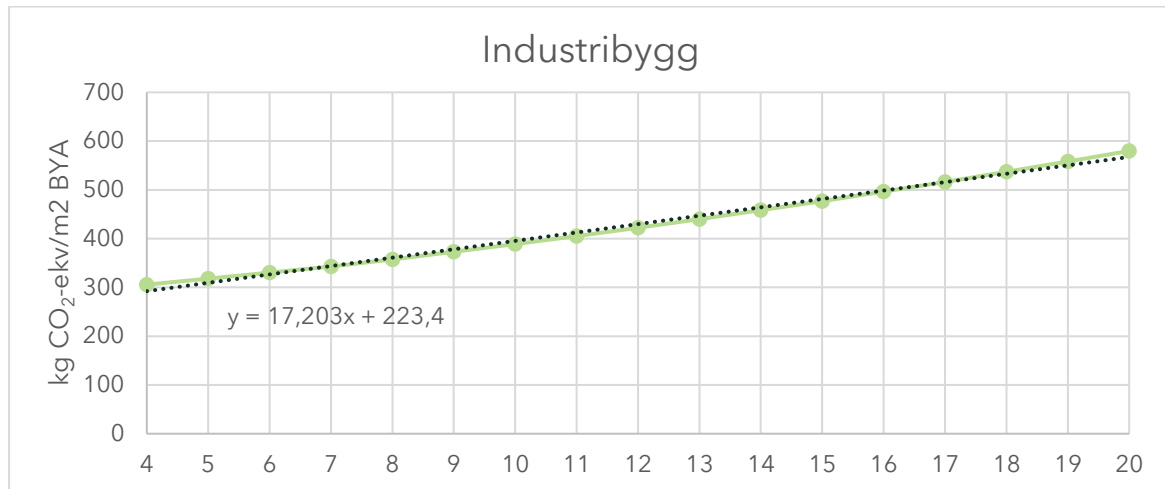
1.5.11. Industribygg, lett og tung industri, fra 4 meter til 20 meter høyde

Klimagassutslipp fra industribygg med ulike høyder er vist i tabell og figur under.

Tabell 1-23: Klimagassutslipp for industribygg, forutsetninger iht. NS3720 G2

Industribygg: kg CO ₂ -ekv/m ² BYA	A1-A3	A4	A5a kapp og svinn	B2, B4	Sum: A1-A3, A4, A5a, B2, B4
4 m høyde	240	15	8	43	306
5 m høyde	249	17	8	45	318
6 m høyde	258	18	8	47	331
7 m høyde	267	19	8	49	343
8 m høyde	277	21	8	51	357
9 m høyde	289	22	8	53	373
10 m høyde	301	24	9	55	389
11 m høyde	314	25	9	57	405
12 m høyde	328	27	9	59	422
13 m høyde	342	29	9	61	440
14 m høyde	356	30	9	63	458
15 m høyde	371	32	9	65	477
16 m høyde	387	33	10	67	496
17 m høyde	403	35	10	68	516
18 m høyde	420	36	10	70	537
19 m høyde	438	38	10	72	558
20 m høyde	456	40	10	74	580

Klimagassutslipp for industri i kg CO₂-ekv/m² BYA= **17,203x + 223,4**, hvor x er byggets innvendige høyde, mellom 4 og 20 meter (overkant gulv til underkant tak).



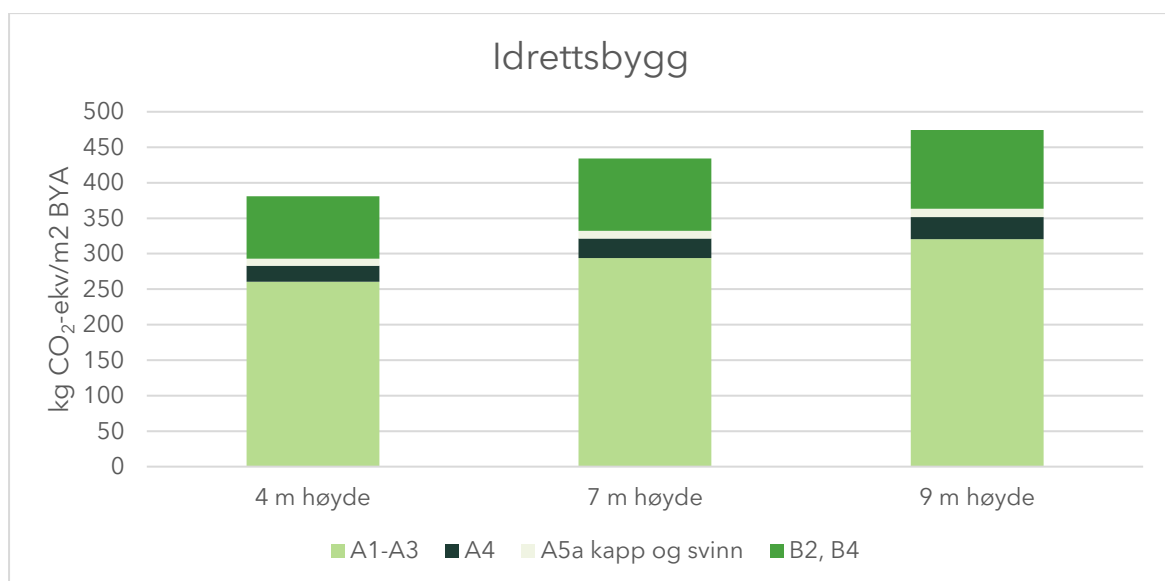
Figur 1-12: Klimagassutslipp for industribygg, samlet for A1-A3, A4, A5a, B2, B4, beregnet for ulike høyder. Prikkede linje er linje trendlinje.

1.5.12. Idrettsbygg (4 meter, 7 meter og 9 meter høyde)

Klimagassutslipp fra idrettsbygg/idrettshall med ulike høyder er vist i tabell og figur under.

Tabell 1-24: Klimagassutslipp for idrettsbygg, forutsetninger iht. NS3720 G2

Idrettsbygg: kg CO₂-ekv/m² BYA	A1-A3	A4	A5a kapp og svinn	B2, B4	Sum: A1-A3, A4, A5a, B2, B4
4 m høyde	260	23	10	88	381
7 m høyde	294	27	11	102	434
9 m høyde	321	31	12	111	474



Figur 1-13: Klimagassutslipp for idrettsbygg med ulike høyde

1.5.13. Høyhus (bygg over 42 meter høyde)

Det er beregnet økt utslipp fra ekstra materialbruk i bæresystem, bærende yttervegger, bærende innervegger og hulldekker for et bygg på 21 etg (76 meter) sammenliknet med kontorbygget

Tabell 1-25: Materialmengder til bæresystem for høyhus på 21 etg (76 meter)

Høyhus: kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	A1-A3	A4	A5a kapp og svinn	B2, B4
Kontorbygg, 3 etg	212	27	8	148
Fratrekk: bæresystem, bærende yttervegger og bærende innervegger kontorbygg	-44	-2	-1	0
Tillegg: bæresystem, bærende yttervegger og bærende innervegger høyhus 76 meter	74	5	4	0
Sum	242	30	11	148
Økt utslipp sammenliknet med kontorbygg 3 etg	14%	11%	38%	0%
Sum, høyhus, uten C1-C4	431			
Økt utslipp sammenliknet med kontorbygg 3 etg	9%			

Beregningen viser at ekstra materialbruk i bæresystem, bærende yttervegger, bærende innervegger og hulldekker for et bygg på 21 etg medfører et økt utslipp på 14% sammenliknet med A1.A3 og 9% sammenliknet med A1-A3, A4, A5a, B2, B4 for et kontorbygg på 3 etg. Det presiseres at det er noen usikkerheter i denne sammenlikningen da materialmengder for bæresystem for kontorbygg på 3 etg og høyhus på 76 meter er beregnet av ulike RIBer på ulike tidspunkt. Resultatene kan likevel benyttes som en indikasjon på forventet økte utslipp ved bygg over 42 meter.

Det anbefales at ekstra utslipp på høyhus utredes ytterligere (med beregnet materialmengder for ulike bygg med ulike høyder) før endelig kravsnivå på høyhus defineres.

1.6. Resultater, scenario 1-5 og VVS

Følgende kapitler viser resultater for følgende scenario

- Scenario 1: Grunn og fundamenter
- Scenario 2: A4 transport av materialer til byggeplass
- Scenario 3: A5b (anleggsfase), energibruk på byggeplass
- Scenario 4: B2, B4 utskiftning av materialer
- Scenario 5: B6 energibruk i drift

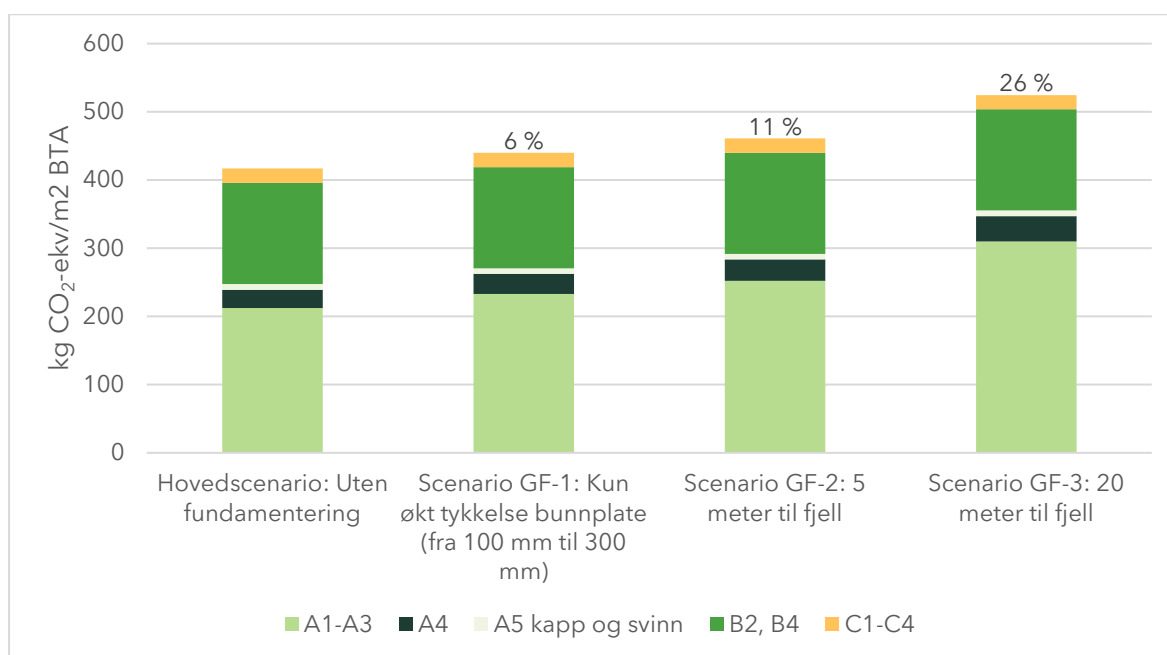
I tillegg inkluderer kapittelet resultater av klimagassberegninger for VVS utstyr.

Som grunnlag for scenarioberegningene er det benyttet kontorbygg. Siden resultater i kapittel 1.7 viser at resultater er tilnærmet likt uavhengig av benyttet verktøy er alle scenario kun beregnet i ByggLCA.

1.6.1. Scenario 1: Grunn og fundamenter

For beskrivelse av scenario og forutsetninger, se kapittel 1.4.1. **Hovedscenario** er benyttet i resultater for referansebygg i kapittel 1.5.

Figur 1-14 viser resultater med ulike scenarioer for fundamentering. Jo lenger det er til fjell jo mer øker utslippene ettersom det er behov for lengre peler. Ved 20 meter til fjell er det beregnet at utslippene (A1-A3, A4, A5a kapp og svinn, B2, B4, C1-C4) øker med 26%.

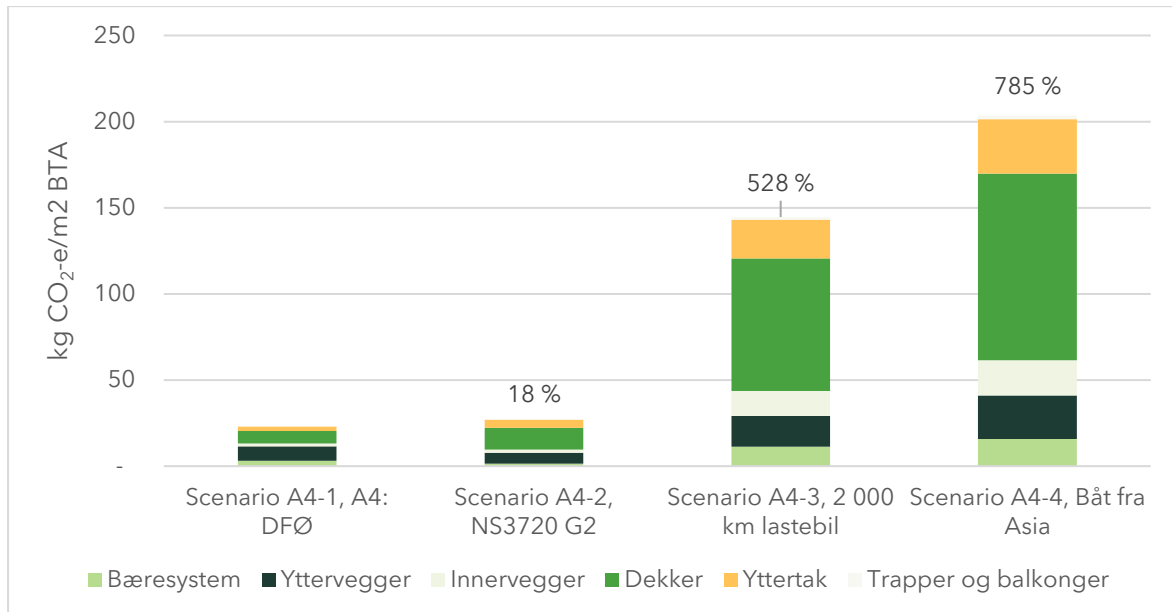


Figur 1-14 Klimagassutslipp for kontorbygg med ulikt behov for fundamentering. Prosent over hver søyle viser økning fra hovedscenario uten fundamentering.

1.6.2. Scenario 2: A4, transport av materialer til byggeplass

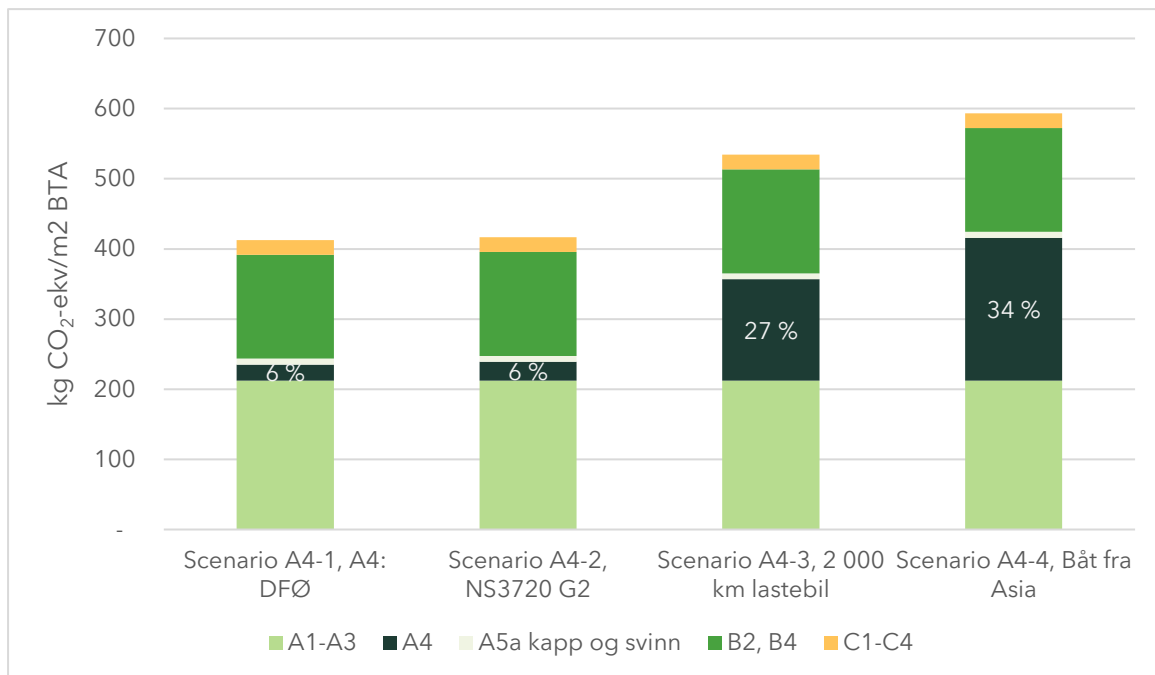
Det er gjennomført flere scenarioer for transportutslipp. Scenarioene omfatter både endring av distanse samt utslippsfaktorer. For beskrivelse av scenario og forutsetninger, se kapittel 1.4.2. **Scenario A4-2** er benyttet i resultater for referansebygg i kapittel 1.5.

Transportutslipp øker med tyngde på materialet og transportavstand. Resultatene for de ulike scenarioene er vist for kontorbygg i Figur 1-15. Det er store forskjeller mellom de ulike scenarioene og det utgjør spesielt en stor forskjell på dekker.



Figur 1-15 Klimagassutslipp fordelt på bygningsdel for de ulike transportsenarioene for kontorbygg. Figuren omfatter kun utslipp fra A4. Tall i % er økning av utslipp for A4 sammenliknet med Scenario A4-1, DFØ.

Figur 1-16 viser hvor stor prosentandel A4 utgjør av totalen for de ulike scenarioene. Det høyeste totale utslippet er for scenarioriet A4-4 hvor alt med båt fra Asia.

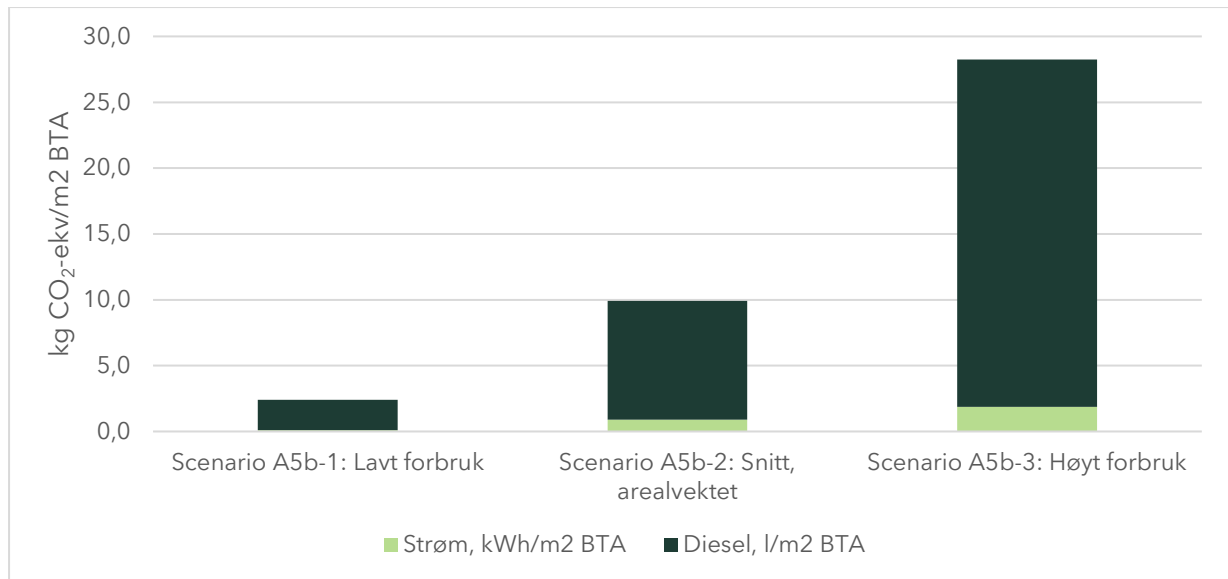


Figur 1-16 Klimagassutslipp for de ulike transportsenarioene for kontorbygg. Tall i søyler viser hvor stor prosent A4 utgjør av totale utslipp.

1.6.3. Scenario 3: A5b (anleggsfase), energibruk på byggeplass

For anleggsfase A5b: byggeplass er det gjennomført beregninger basert på antatt forbruk av strøm og diesel. For beskrivelse av scenario og forutsetninger, se kapittel 1.4.3. Anleggsfase A5b er ikke inkludert i resultater for referansebygg i kapittel 1.5.

Avhengig av energibruk er det beregnet at utslipp fra anleggsfase A5b byggeplass er mellom rundt 2,5 til 28 kg CO₂-ekv/m² BTA. Klimagassutslipp fra diesel bidrar mest til utslipp fra anleggsfase A5b byggeplass.

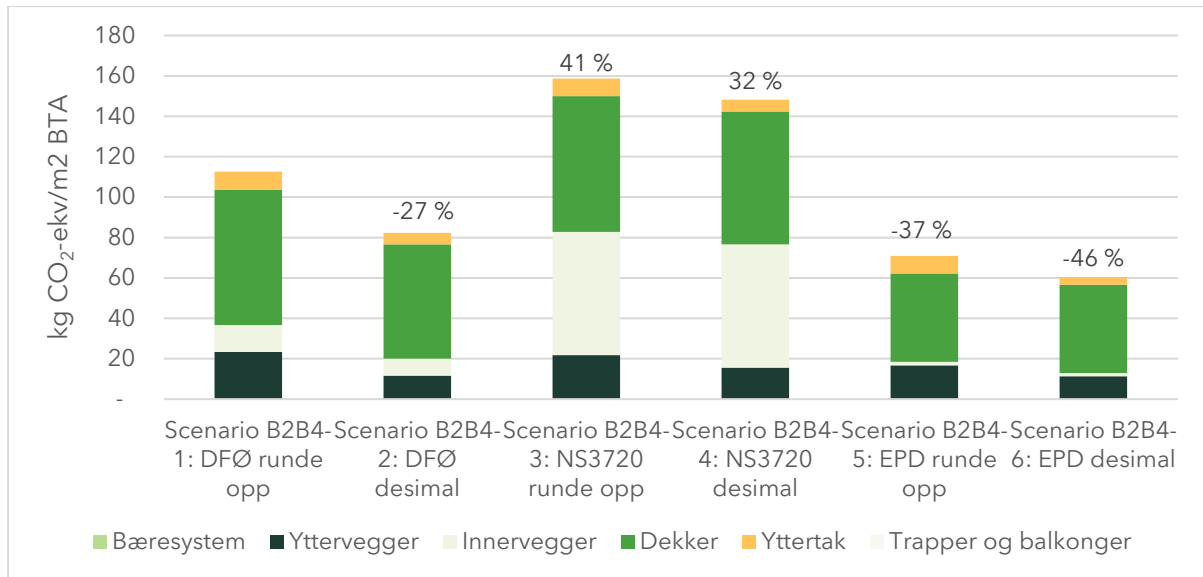


Figur 1-17: Klimagassutslipp fra anleggsfase A5b byggeplass, i kg CO₂-ekv/m² BTA.

1.6.4. Scenario 4: B2, B4, vedlikehold og utskiftning av materialer

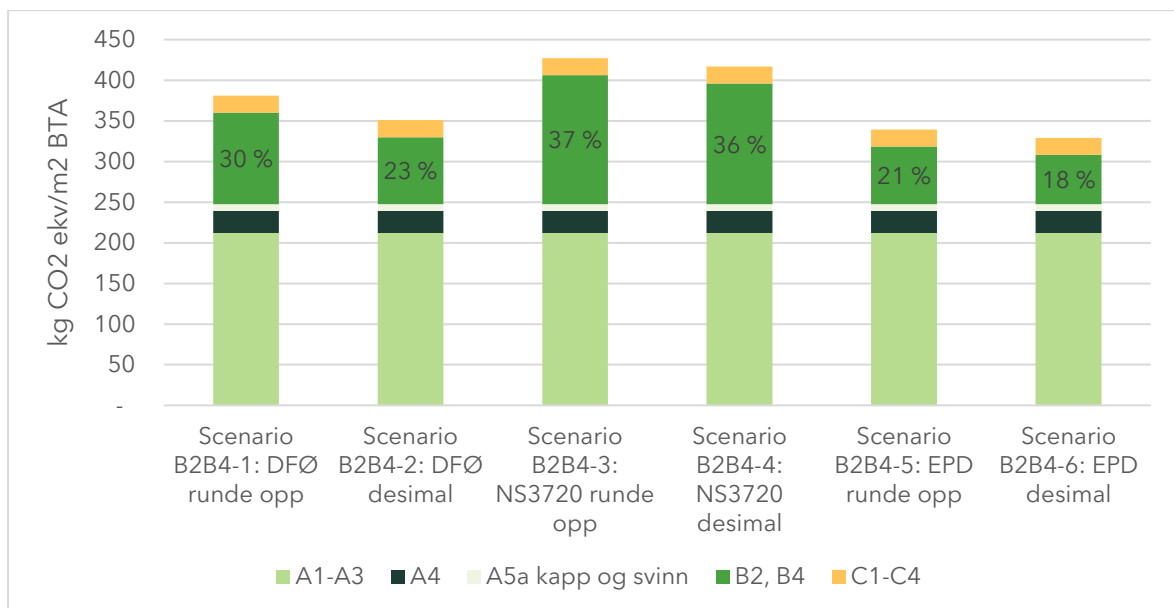
For vedlikehold og utskiftning er det gjennomført ulike scenarioer med ulike levetider for noen bygningsmaterialer. Alle levetider er vist i vedlegg 1. Alle beregningene er gjort både med desimaltall og med opprunding. For beskrivelse av scenario og forutsetninger, se kapittel 1.4.4. **Scenario B2B4-4** er benyttet i resultater for referansebygg i kapittel 1.5.

Scenarioene er beregnet for kontorbygg. Som Figur 1-18 viser får alle opprundingalternativene høyere utslipp enn når antall utskiftninger er basert på desimaltall. NS 3720 G2 skiller på kort, middels og lang levetid på ulike produkter. Kontorbygg er definert i kategorien med kort levetid på materialer. Derfor blir også beregnet klimagassutslipp høyere når levetiden på materialene reduseres. Dette er spesielt for innervegger og kommer blant annet fra at kort levetid til innvendige glassvegger er satt til 10 år i veilederen for NS 3720 G2, mens lang levetid for glassvegger er 50 år. Det er også forskjellige levetider for gips i de ulike scenarioene. For DFØ gjelder 40 års levetid for gips, mens NS 3720 G2 har 10 år som kort levetid og 50 år som lang levetid.



Figur 1-18 Klimagassberegninger for ulike scenarier for utskifting for kontorbygg. Figuren omfatter kun utslipp fra B2, B4. Tall i % er økning/reduksjon av utslipp for B2, B4 sammenliknet med scenario B2B4-1 DFØ rundet opp.

Figur 1-19 viser hvor stor andel B2, B4 fasen utgjør av totale utslipp. Det største bidraget blir når levetidene i NS 3720 G2 benyttes. Bakgrunnen for disse forskjellene er i stor grad at veilederen til NS 3720 G2 skiller på korte og lange levetider og anser kontorbygg som en bygningskategori med høy slitasje som derfor har kortere levetider enn andre bygningstyper. Det er spesielt levetiden på innvendige glassvegger og gipsplater (10 år) som i stor grad øker utslipp fra B2, B4 for beregninger iht. NS3720 G2 sammenliknet med beregninger iht. DFØ. Levetidene til DFØ og EPD er skiller ikke på bygningstype og har konstant levetid uavhengig av type bygg.

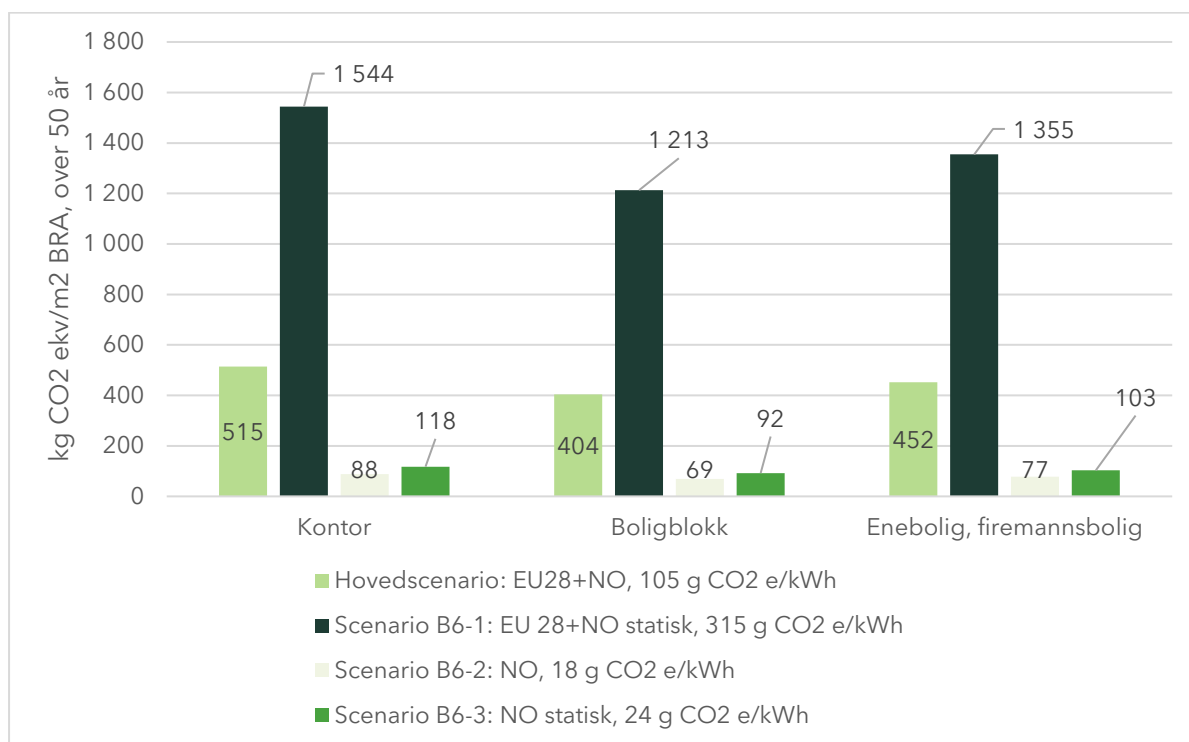


Figur 1-19: Klimagassutslipp for de ulike utskiftingsscenarioene for kontorbygg. Tall i søyler viser hvor stor prosent B2, B4 utgjør av totale utslipp.

1.6.5. Scenario 5: B6, energibruk i drift

For beskrivelse av scenario og forutsetninger, se kapittel 1.4.5. Figur 1-20 viser klimagassberegning for ulike scenario for energibruk i drift, B6, i kg CO₂-ekv/m² BRA over 50 år. I henhold til NS 3720 skal utslipp fra energibruk i drift beregnes med to scenarier. En med norsk strømmiks og en med norsk-europeisk. Begge scenarier skal benytte et startpunkt som skal være gjennomsnitt for de siste 3 årene og det skal ut ifra dette startpunktet trekkes en lineær linje til nær null utslipp i 2050 som holdes på dette nivået frem til slutt punktet for perioden. Hovedscenarioet og scenario B6-2 viser scenarier som kreves av NS 3720. Energibruk i drift B6 er ikke inkludert i resultater for referansebygg i kapittel 1.5.

De statiske scenarier viser utslippene hvis man antar samme utslippsfaktor på strømmiksen som i dag, i hele beregningsperioden.



Figur 1-20: Klimagassberegning for ulike scenario for energibruk i drift, B6, i kg CO₂-ekv/m² BRA over 50 år.

Beregningene viser stor variasjon for de ulike scenarier, der Scenario B6-1 EU28+NO statisk har høyest beregnet utslipp. Hovedscenarioet ligger mellom scenario med høyest og lavest utslipp.

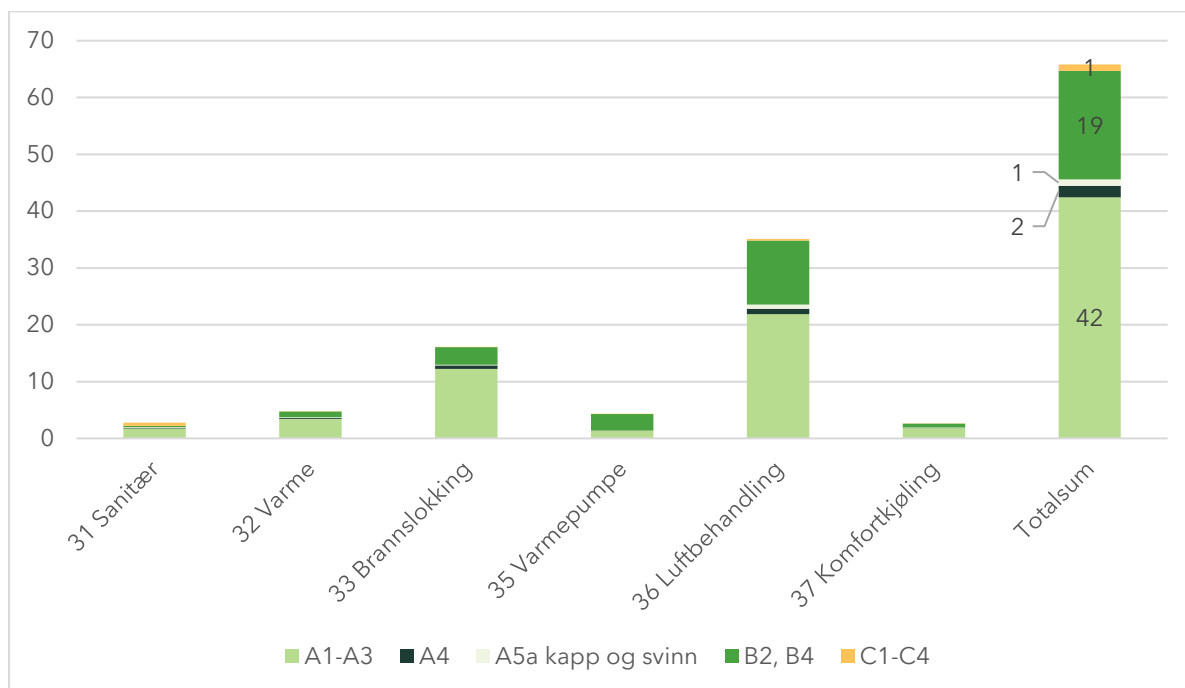
1.6.6. Klimaberegning for VVS utstyr

Det er gjort klimagassberegninger for VVS utstyr for de ulike bygningskategoriene. Da resultatene for klimagassberegninger av VVS er basert på et pågående arbeid av Reduzer må det fortsatt anses som usikkert og underlaget er ikke omfattende gjennomgått i denne utredningen. Resultatene presentert i kapitlet anses likevel representative for energiløsninger brukt i denne rapporten, samt representative for typiske bygninger. Det bør påpekes at klimagassutslipp fra VVS vil variere i stor grad basert på bygningstype, system- og materialvalg.

Levetidene benyttet er vist i vedlegg 2. For transportdistanser er 2 000 km med lastebil benyttet for alle komponenter og utslippsfaktorer fra DFØ er benyttet for transport. Utskiftninger er beregnet med heltallsutskiftninger.

Det er kun beregnet klimagassutslipp fra VVS utstyr for kontor, boligblokk, enebolig og firemannsbolig.

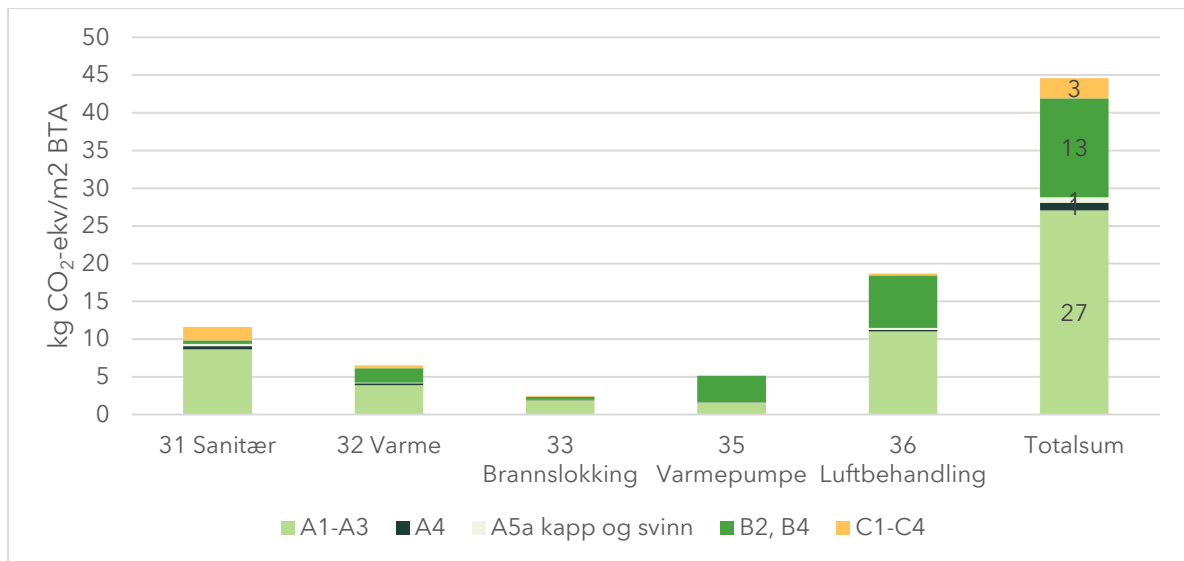
1.6.6.1 Kontor



Figur 1-21 Klimagassutslipp fra VVS-installasjoner for referansebygg kontor. Kg CO₂-ekv/m² BTA.

Fordeling av klimagassutslipp fra VVS-installasjoner for kontorbygg er vist i Figur 1-21. Beregnede VVS-installasjoner står for om lag 14 % av totale klimagassutslipp fra kontorbygget. Det største bidraget kommer fra bygningsdel 36 Luftbehandling der 362 Kanalnett for luftbehandling bidrar mest etterfulgt av 364 Utstyr for luftfordeling. Videre har 33 Brannsløkking et stort bidrag der 332 Installasjon for brannsløkking med sprinkler er eneste bidragsyter. Bidrag fra 35 Varmepumpe- og kuldeinstallasjoner kommer først og fremst fra utskifting av varmpumpeinstallasjon ved endt levetid.

1.6.6.2 Boligblokk

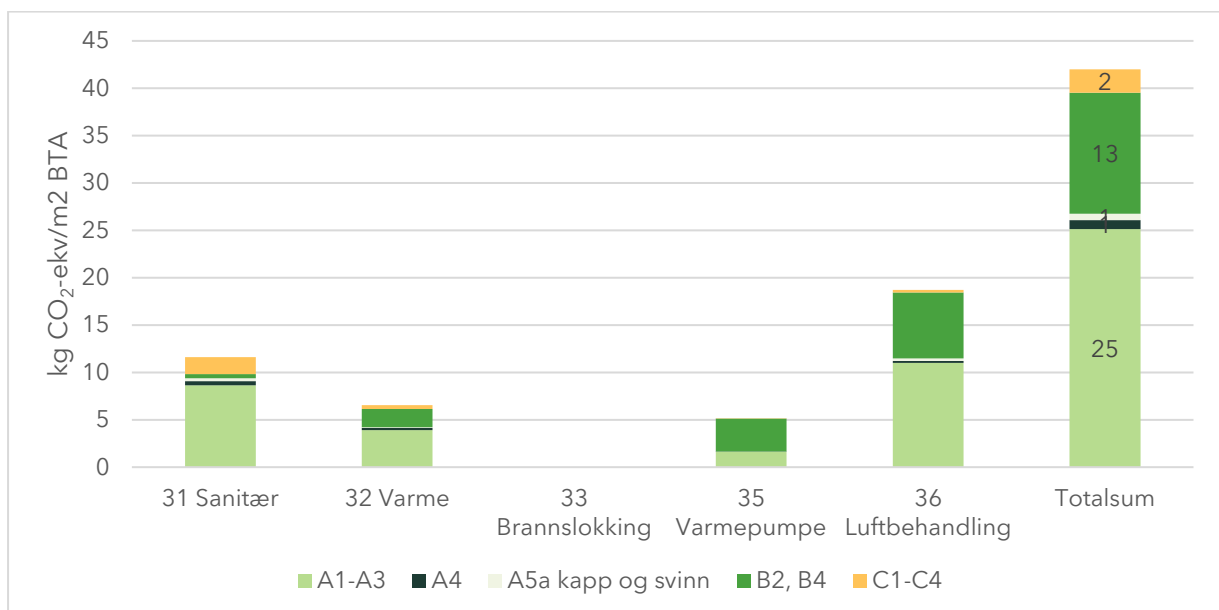


Figur 1-22 Klimagassutslipp fra VVS-installasjoner for referansebygg boligblokk. Kg CO₂-ekv/m² BTA.

Beregnete VVS-installasjoner står for om lag 11 % av totale klimagassutslipp fra boligblokk. I forhold til kontorbygget har boligblokken høyere utslipp per kvadratmeter for bygningsdel 31 *Sanitær*, men lavere klimagassutslipp fra bygningsdel 33 *Brannsløkking* og 36 *Luftbehandling*.

1.6.6.3 Enebolig og firemannsbolig

Enebolig og firemannsbolig benytter samme datagrunnlag som boligblokk bortsett fra at bygningsdel 33 *Brannsløkking* er tatt ut. VVS-installasjoner står for om lag 17 % av totale klimagassutslipp fra disse byggene.



Figur 1-23 Resultater VVS Enebolig og firemannsbolig. Kg CO₂-ekv/m² BTA.

1.6.6.4 Oppsummering VVS

Generelt sett stemmer resultatene med tidligere erfaringer ved at VVS-installasjoner står for cirka 20 % av klimagassutslipp fra materialer¹⁶, med noe lavere klimagassutslipp beregnet i denne utredningen. Hovedgrunnen til lavere klimagassutslipp anses å være konservative levetider benyttet for VVS beregningene, samt at datagrunnlaget ikke enda er fullstendig. Viktigheten av de ulike bygningsdelene virker også å stemme med tidligere funn der *36 Luftbehandling* er viktigst for alle bygningskategorier etterfulgt av *33 Brannslukking* og *32 Varme* for kontorbygg og *31 Sanitær* og *32 Varme* for småhus og boligblokk.

Resultatene er svært avhengige av levetider valgt for de ulike bygningsdelene. Det er i beregningene forutsatt relativt konservative levetider som vist i vedlegg 2 Vedlegg 2: Grunnlag for beregninger av klimagassutslipp fra VVS-utstyr. Med betydelig kortere levetider som beskrevet i veileder for NS 3720 G2 vil klimagassutslipp fra VVS-utstyr i kontorbygg utgjøre om lag 20 % av totale klimagassutslipp fra bygget (A1-A3, A4, A5a, B2, B4, C1-C4).

1.7. Resultater: sammenlikning av ulike verktøy

Som ekstra kvalitetssikring er det gjennomført beregninger av kontor, boligblokk og enebolig i tre ulike verktøy:

- ByggLCA (Asplan Viak AS)
- Reduzer (Reduzer AS)
- One Click LCA (One Click LCA Ltd)

Det er benyttet en beregningsperiode på 50 år. Som standard innstilling i alle verktøy er det benyttet transportavstander og levetider som beskrevet i metodebeskrivelse til DFØ⁵. Som standard i sammenlikningen av verktøy er antall utskiftinger i B2, B4 rundet opp til nærmeste heltall.

Forutsetninger for DFØ og antall utskiftinger som er avrundet er valgt da dette er standard innstillinger i Reduzer og One Click LCA.

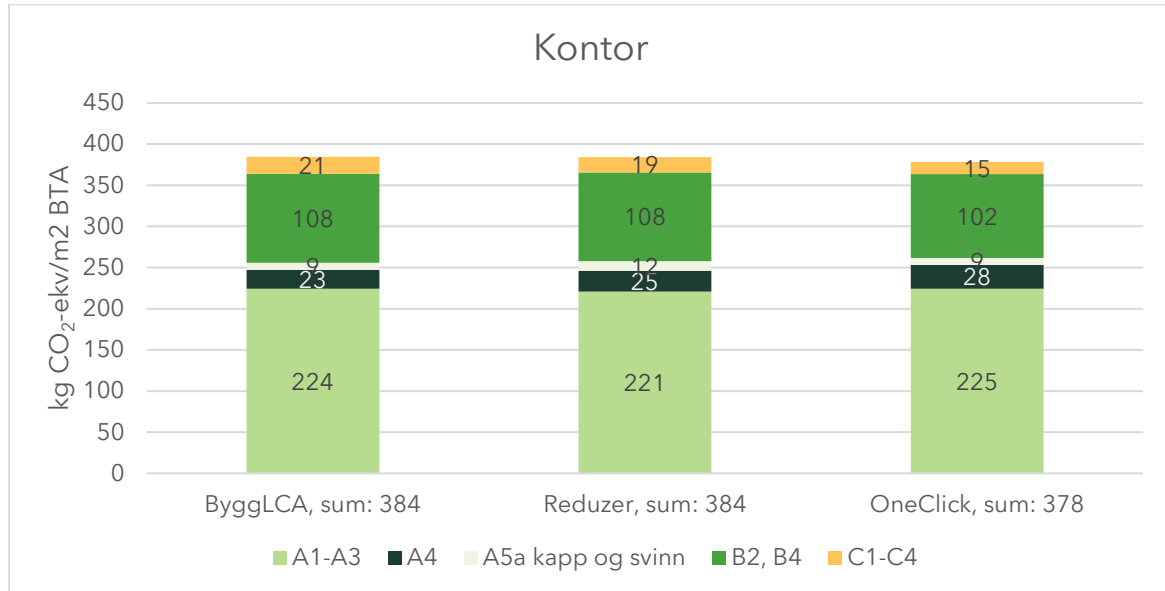
I nevnte verktøy over er definerte materialmengder og løsningsvalg for referansebyggene lagt inn, og det er benyttet samme forutsetning for transportavstander og levetider. I teorien skal da verktøyene beregne tilnærmet likt utslipp for alle bygg og moduler. OBS: Det er noe forskjell i resultater vist her for ByggLCA sammenliknet med resultater i kapittel 1.5, da utslippsfaktor for

¹⁶ [Gronn-VVS-veileder-versjon-1.0-Multiconsult.pdf](#)

konstruksjonsstål, armeringsstål og EPS er noe høyere i beregninger her (basert på standard utslippsfaktor fra DFØ).

1.7.1. Kontor

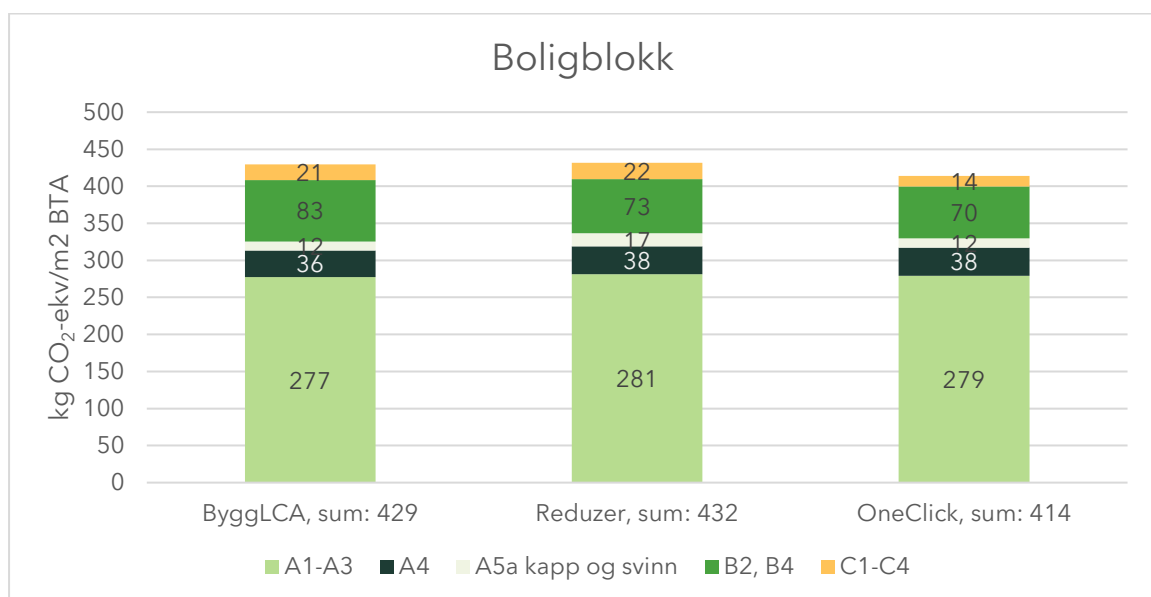
Klimagassutslipp fra kontor er vist Figur 1-24, med resultater for de ulike verktøyene. Det er små forskjeller mellom verktøyene, og resultatene er svært sammenliknbare.



Figur 1-24: Klimagassutslipp for kontorbygg, gjennomført med ulike beregningsverktøy

1.7.2. Boligblokk

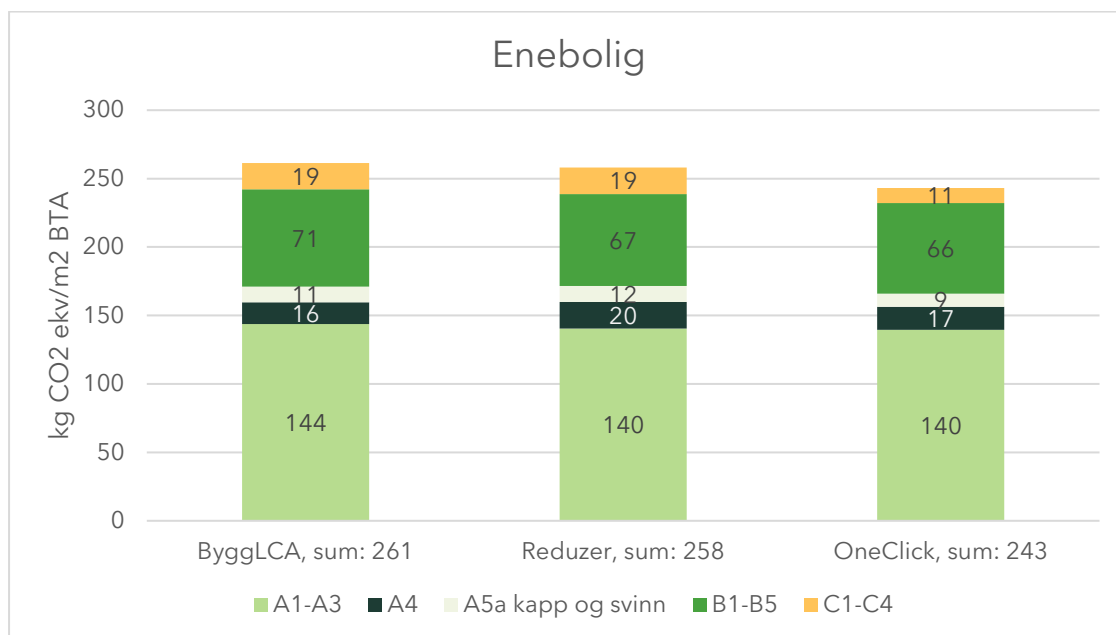
Klimagassutslipp fra boligblokk er vist i Figur 1-25, med resultater for de ulike verktøyene. Det er små forskjeller mellom verktøyene, og resultatene er svært sammenliknbare.



Figur 1-25: Klimagassutslipp for boligblokk, gjennomført med ulike beregningsverktøy

1.7.3. Enebolig

Klimagassutslipp fra enebolig er vist i Figur 1-26, med resultater for de ulike verktøyene. Det er små forskjeller mellom verktøyene, og resultatene er svært sammenliknbare.



Figur 1-26: Klimagassutslipp for enebolig, gjennomført med ulike beregningsverktøy

2. Del 2: Drøfting av resultater og utforming av klimakrav

2.1. Vurdering av referansebyggene

DiBK har ikke definert mengdedata for sine referansebygg og det er derfor benyttet referansebygg som er basert på tidligere arbeid av Asplan Viak for DFØ¹⁷ og Enova¹⁸. Se kapittel 1.1 for beskrivelse av referansebyggene.

Det er verdt å nevne at tilsvarende referansebygg ligger til grunn for referansenivå i BREEAM-NOR v.6.1 Mat 01.

Referansebyggene som ligger til grunn for denne utredningen inkl. forutsetninger og mengder har vært publisert via Enova siden oktober 2020, og har vært i bruk som grunnlag for krav i offentlige prosjekter for DFØ og gjennom BREEAM-NOR. Det vil alltid være en diskusjon hvorvidt referansebyggene fanger opp et standardbygg innenfor gitt bygningskategori. Erfaring fra Asplan Viaks prosjektportefølje er at referansebyggene i stor grad er representative for bygg i de ulike bygningskategoriene.

2.2. Bygningskategorier

Dette kapittelet drøfter spørsmålet *hvilke bygningskategorier er det hensiktsmessig å sette krav til?*

Vi avgrensner vurderingen av «hensiktsmessig» til hvorvidt en ut fra et klimagassfaglig perspektiv har mulighet til å utarbeide et fornuftig referansenivå for et referansebygg. Vi anser dette som mulig i det en har definert standard praksis for bygningskategorien (et referansebygg) og har tilstrekkelig erfaringsdata til å vurdere om referansenivået er representativt. Det vil si at vurderinger av samfunnsøkonomiske kostnader, praktisk gjennomførbarhet, samt andre effekter ikke er vurdert.

Med utgangspunkt i denne avgrensningen anser vi det som hensiktsmessig å stille krav til alle bygningskategorier som har energikrav i TEK og oppvarmet/ikke oppvarmet kjeller.

¹⁷ [Klimagassutslipp for bygg | Anskaffelser.no](#)

¹⁸ [Klimavennlige byggematerialer | Miljøvennlig bygg og eiendom | Enova](#)

Det er noen bygningskategorier hvor det stilles energikrav som per i dag ikke har et referansebygg for klimagassutslipp. Dette gjelder barnehage, universitet/høyskole, sykehus og kulturbygning.

Der hvor det ikke er utarbeidet referansebygg bør det defineres en kategori som skal følges basert på den kategorien som er antatt å likne mest. Det kan eventuelt åpnes for muligheten for å velge en annen bygningskategori ved forklaring eller lignende.

- Småhus; enebolig
- Boligblokk; boligblokk
- Barnehage; skole
- Kontorbygning; kontor
- Skolebygning; skole
- Universitet/høyskole; kontor/skole
- Sykehus; må defineres
- Sykehjem; sykehjem
- Hotellbygning; hotell
- Idrettsbygning; idrettsbygning
- Forretningsbygning; forretnings-/næringsbygg
- Lett industri/verksteder; industribygg

For sykehus er det per i dag ikke utarbeidet referansebygg. For sykehus vil det kunne være utfordrende å definere et referansebygg med standard løsninger. Det bør enten defineres referansebygg eller innhente referansetall sammenlignet med andre bygningskategorier for å vurdere hvilken kategori som vil være mest representativ.

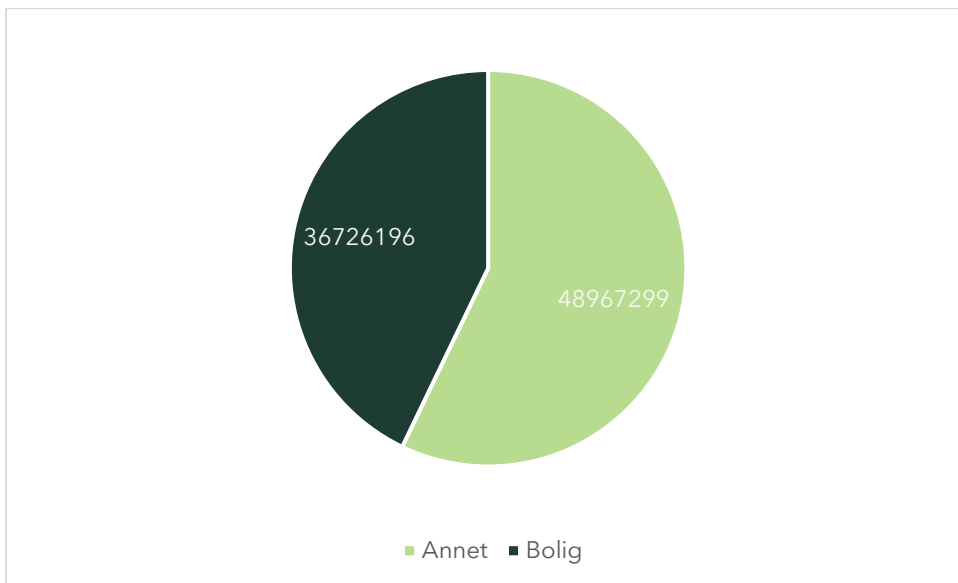
Se kap. 2.6 ang. krav til areal under bakken (kjeller).

2.2.1. Arealgrenser for enkelte bygningskategorier

Det relevant å vurdere om det bør innføres arealgrenser for anbefalte krav på enkelte bygningskategorier. Dette vil særlig være relevant for mindre prosjekter (eks. eneboliger, mindre flermannsboliger, fritidsboliger, andre bygg under en gitt størrelse).

Det er ikke beregnet samfunnsøkonomiske konsekvenser i denne studien, men vi vurderer her klimanytten av et krav. For at et krav skal få størst mulig klimanytte bør en vurdere årlig ferdigstilt areal for ulike bygningskategorier i sum for å sikre at kravet stilles til de bygningskategoriene som utgjør størst utslipp årlig.

Fra SSBs tabell 05939 og 05940 er ferdigstilt bruksareal av ulike bygningskategorier for hele landet de 10 siste årene (2015-2024) sammenstilt og vist i Figur 2-1. Som vist står boliger for en stor andel av ferdigstilt BRA årlig.



Figur 2-1 Ferdigstilt BRA de siste 10 årene (2015-2024) for hhv. bolig og andre kategorier. Fra SSBs tabell 05939 og 05940.

Fordeles det på de bygningskategoriene med størst areal (kun de kategoriene med størst areal) står boliger, fritidsbygg, garasjer, lager/industribygg og landbruksbygninger for en stor andel av fullført bruksareal (Figur 2-2).

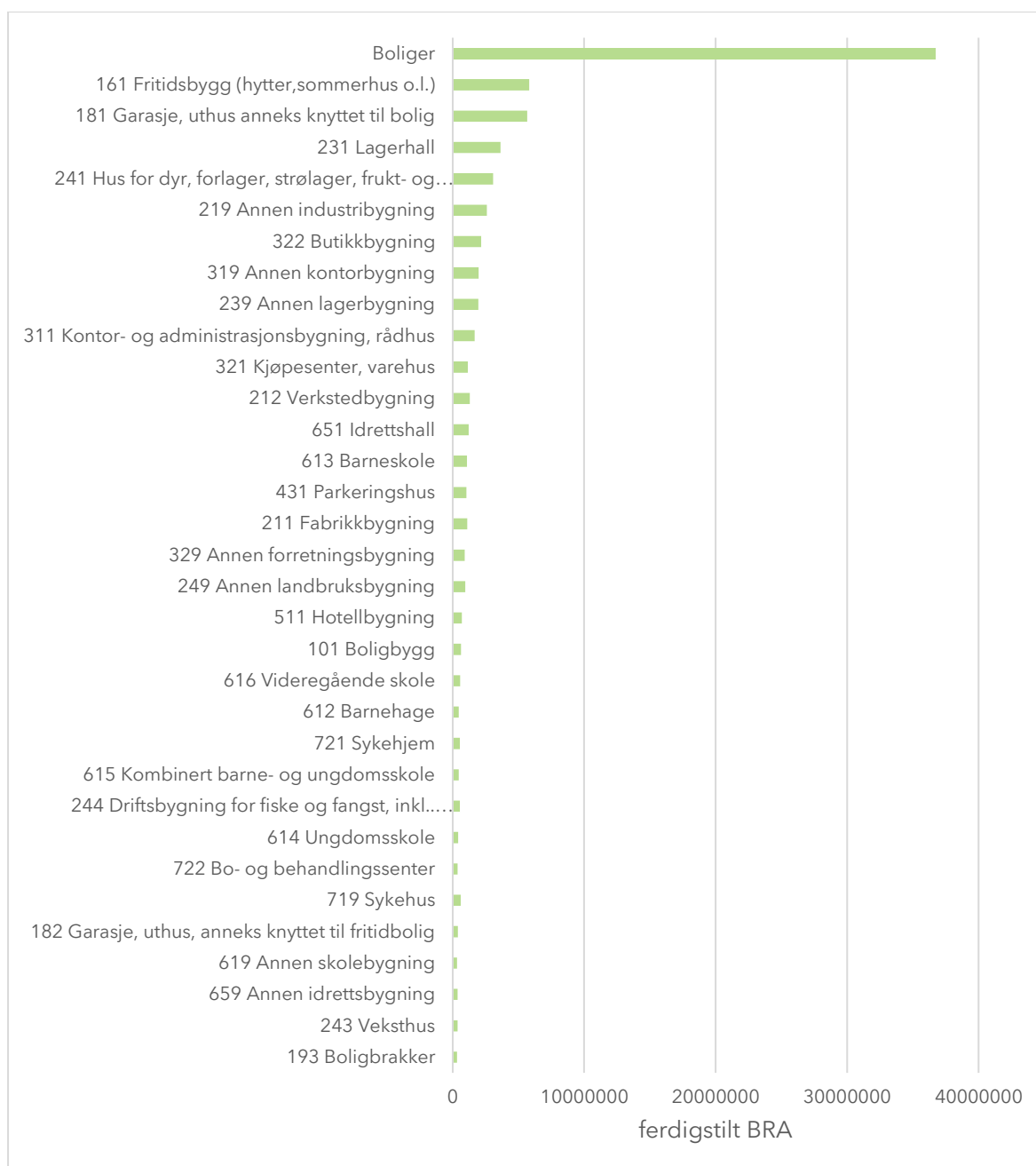
For å stille et klimakrav som dekker en stor andel av ferdigstilt BRA bør dermed både boliger og fritidsbygg dekkes av et krav. Selv om arealene i hvert enkelt prosjekt er relativt små, utgjør det mye i sum.

Vi foreslår at en etablerer et arealkrav per tiltak, slik at en kan skille på om det bygges ut flere bygg ifm. prosjektet. Da vil kravet treffe boligbyggere / firma som bygger ut flere boliger, men ikke privatpersoner som bygger kun ett bygg.

Gjennomsnittlig bruksareal på en enebolig var i 2023 på 225 m² og i 2024 på 223 m² BRA, og rekkehus i 2023 på 130 m² og i 2024 på 131 m² BRA pr enhet.

- Et arealkrav på 1000 m² vil føre til at klimagasskravet gjelder hvis en bygger ut mellom 4 og 5 eneboliger og mellom 7 og 8 rekkehus.
- Et arealkrav på 5000 m² vil føre til at klimagasskravet gjelder hvis en bygger ut mellom 22 og 23 eneboliger og mellom 38 og 39 rekkehus.

Gitt at boliger utgjør en så stor del av nybygg årlig vil det fra et klimaperspektiv være gunstig med et lavest mulig arealkrav, og det anbefales at klimagasskrav bør gjelde prosjekt som omfatter fra 1 000 m² BTA (fordelt på flere eneboliger/enheter/bygg).



Figur 2-2 Ferdigstilt BRA de siste 10 årene (2015-2024). Fra SSBs tabell 05939 og 05940.

2.3. Hvilke livsløpsmoduler er det hensiktsmessig å inkludere i kravsnivået?

Tabell 2-1 viser bidraget til utslipp fra de ulike livsløpsmodulene for ulike referansebygg, basert på resultater vist i kapittel 1.5 (uten VVS), med forutsetninger iht. NS3720 G2. For B6 er det lagt til grunn hovedscenarioet (se kapittel 1.3.6). For A5b byggeplass er det lagt til grunn Scenario A5b-2, vektet snitt (se kapittel 1.4.3)

Tabell 2-1 Bidraget fra ulike livsløpsmoduler til klimagassutslipp, med og uten energi bruk i drift.

Livsløpsmodul	Kontor		Boligblokk		Enebolig	
	Med B6	Uten B6	Med B6	Uten B6	Med B6	Uten B6
A1-A3: Produktstadiet	23 %	50 %	34 %	69 %	20 %	62 %
A4: Transport	3 %	6 %	5 %	10 %	2 %	7 %
A5a: Produksjon- og avfallshåndtering av kapp og svinn	1 %	2 %	2 %	3 %	1 %	5 %
A5b: Energibruk på byggeplass (ekskludert massetransport)	1 %	2 %	1 %	3 %	1 %	5 %
B2, B4: Vedlikehold og utskiftning	16 %	35 %	4 %	9 %	4 %	14 %
B6: Energibruk i drift	55 %	0%	51 %	0%	67 %	0%
C1-C4: Livsløpets sluttstadium	2 %	5%	3 %	6%	3 %	8%

Som tabellen viser, utgjør energi i drift B6 mellom 51% og 67% av byggets klimagassutslipp når B6 inkluderes. Når energi i drift B6 ikke inkluderes utgjør produktstadiet A1-A3 mellom 50% og 69% av byggets klimagassutslipp.

Basert på dette samt beskrivelser i følgende kapitler oppsummerer Tabell 2-2 anbefalingene til hvilke moduler som bør inngå i et makskrav, og hvilke moduler som bør inkluderes i et rapporteringskrav.

Tabell 2-2 Anbefalinger til moduler som bør inngå i et krav for maks utslipp og rapporteringskrav

Livsløpsmodul	Maks krav til utslipp	Rapporteringskrav
A1-A3: Produktstadiet	Ja	Ja
A4: Transport	Ja	Ja
A5a: Produksjon- og avfallshåndtering av kapp og svinn	Ja	Ja
A5b: Energibruk på byggeplass (ekskludert massetransport)	Nei	Ja
A5c: Massetransport	Nei	Ja
A5d: Arealbruksendringer	Nei	Avhengig av omfang iht iht. NS3720
B1: Arealbruksendringer	Nei	Avhengig av omfang iht iht. NS3720
B2, B4: Vedlikehold og utskiftning	Ja	Ja
B6: Energibruk i drift	Nei	Ved regnskap iht. NS3720 skal B6 inngå.
C1-C4: Livsløpets sluttstadium	Nei	Ja
D: Konsekvenser utover systemgrensen	Nei	Frivillig

Det mange faktorer som spiller inn på hvor stor andel av utslippene som fanges opp av foreslått omfang. Målet må være å fange opp størsteparten av utslippene i de fleste prosjekt. Et annet moment som er vesentlig for diskusjonen av hvilke moduler som bør inngå er usikkerhet knyttet til beregningene, når utslippene skjer og byggherres påvirkningsmulighet. Disse momentene diskuteres for hver modul (unntatt for A1-A3) i avsnittene nedenfor.

2.3.1. A4: Transport

Det anbefales at transport A4 inkluderes i kravnivået for maks utslipp. Bakgrunnen for dette er at A4 kan bidra mye (rundt 10%) til klimagassutslipp og usikkerheten er lav gitt at man vet hvilke byggevarer som brukes.

Ekskluderes A4 fra kravet vil insentivet til å velge kortreiste byggematerialer reduseres, og byggenæringens utslipp knyttet til frakt av byggematerialer vil ikke reduseres (som følge av kravet).

Usikkerheten knyttet til transport av materialer til byggeplass vurderes å være lavere enn usikkerheten knyttet til levetiden for materialer. Dette fordi transportdistanse fra valgte materialleverandører til byggeplass er noe prosjektet vil ha relativt god kjennskap til på tidspunktet beregninger gjøres.

Fordeler og ulemper ved å benytte de ulike måtene å beregne utslipp fra transport (A4):

Resultater i kapittel 1.6.2 viser at det er liten forskjell mellom hovedscenario (DFØ) og scenario A4-1 (NS 3720). Forskjellen er større når det antas at transportdistansen øker til 2000 km, eller når det antas at alt fraktes med båt fra Asia.

Det vil i praksis være relativt liten forskjell mellom scenario A4-1 og scenario A4-2. Begge sikrer representative transportdistanser. Verdiene fra DFØ gir 500 km transport i Norge, mens NS3720 gir 300 km. DFØ verdiene vil i utgangspunktet dermed gi et høyere krav til kg CO₂-ekv/BTA for A4 enn NS3720.

En forskjell mellom forutsetninger i DFØ og NS3720 G2 er utslippsfaktor for kjøretøy. Utslippsfaktoren definert i NS3720 G2 inkluderer utslipp fra infrastruktur, mens utslippsfaktor i DFØ kun er for forbrenning av diesel. Så selv om avstander fra NS3720 er lavere er beregnet utslipp høyere – siden utslippsfaktoren er høyere.

Standard utslippsfaktor og distanser

Det er viktig at de samme forutsetningene i prosjekter benyttes for transport. Ettersom veilederen til NS 3720 G2 vil være en veileder til NS3720 er det sannsynlig at disse verdiene er de som vil bli brukt i fremtiden og det anbefales derfor at disse verdiene benyttes i kravsettingen.

Det anbefales at det defineres en standard (nasjonal) utslippsfaktor som skal benyttes i både referansen og det spesifikke prosjektet (helst basert på NS3720 G2), slik at det primært er avstand som kan justeres i prosjekt. Da kan det presiseres at *bruk av andre utslippsfaktorer for transport må spesifiseres og dokumenteres*, hvis det for eksempel benyttes tog, båt eller eklektisk lastebil. Det skal benyttes spesifikk transportavstand fra produksjonssted til byggeplass. Før dette er avklart bør standard transportavstander iht. NS3720 G2 benyttes.

Utslippsfaktor for bruk av diesel i Norge bør reflektere innblanding av biodiesel etter gjeldende omsetningskrav i det aktuelle året.

Regionale forskjeller

Utslippene for A4 vil avhenge av hvor i landet prosjektet er plassert. I tilfeller hvor varer fraktes fra et sentrallager antas det at en majoritet av disse befinner seg på Østlandet og at prosjekter i regionen dermed vil ha lettere for å nå et krav som inkluderer A4 enn prosjekter i vest, midt og nord.

Samtidig vil det typisk være tyngre materialer som betong, stål og trevirke som har størst betydning for A4. Betong leveres ofte regionalt eller lokalt, og lokasjon vil dermed ha mindre betydning. For stål og tre vil prosjekter i vest, midt og nord typisk komme ut med høyere bidrag fra A4 enn prosjekter lokalisert på Østlandet.

I et klimagasskrav anbefales det følgende metode for å unngå regionale forskjeller for transport A4:

Prosjekter som beregner A4 og overskrider *referanseverdien for A4*, kan benytte *referanseverdien* for A4 istedenfor beregnet høyere verdi. Da får prosjekter som gjør tiltak (kjøper lokalt eller benytter transportmåter med lavt utslipp) et redusert utslipp fra A4, mens for prosjekter med lang transportavstand maksimalt benytter referanseverdien for A4.

En alternativ metode er å gi et påslag i referanseverdien for A4 for prosjekter lokalisert utenfor Østlandet. Som vist i scenarioanalysen vil en transportdistanse med lastebil på 2000 km øke transportutslippene betraktelig. Dette vil være tilfelle for mange prosjekter plassert i nord. Denne løsningen anbefales likevel ikke da det blir utfordrende å definere hva passende påslag på A4 bør være.

Bruk av EPD data for A4

Bruk av EPD-data som grunnlag for A4 vil være uhensiktsmessig. Grunnen til dette er at det i EPDen defineres et standard scenario for transport til byggeplass. Dette scenarioet vil i mange tilfeller ikke være representativt. Eksempelvis; hvis materialer kjøpes fra en produsent i Tyskland vil scenario for transport i EPD kunne innebære transport fra produksjonssted i Tyskland til gjennomsnittsmarkedet i EU (f.eks. 200 km på vei, 500 km med tog). Det er også utfordrende å vite i hvor stor grad infrastruktur er inkludert i

utslippsfaktorer for EPDer. Det finnes EPDer hvor beregnet utslipp per tonn km for A4 er på 20-40 g CO₂-ekv/tkm, noe som er betydelig lavere enn faktorer fra DFØ og veileder NS3720, se kapittel 1.3.2.

2.3.2. A5a: Produksjon- og avfallshåndtering av kapp og svinn

For kapp og svinn og avfallshåndtering på byggeplass er det i dag krav om maks avfall per m² og krav til kildesortering av avfallet. Det er gode rutiner på å rapportere avfallsmengder fra byggeplassen, slik at et krav på A5a ikke bør medføre stor utfordring.

Det anbefales derfor at A5a inkluderes i kravsnivået for maks utslipp. Rapporterte mengder fra avfallsregnskapet skal benyttes når dette er tilgjengelig. Hvis dette ikke er tilgjengelig anbefales det at standard avfallsmengder for kapp og svinn iht NS3720 G2 benyttes, med mindre det er gjort spesifikke tiltak på byggeplass for å minimere avfallsmengder. Eventuelle tiltak må beskrives.

2.3.3. A5b: Energibruk på byggeplass (ekskludert massetransport)

For anleggsplass vil krav om fossilfri eller utslippsfri anleggsplass kunne være mer effektive krav enn et krav til klimagassutslipp per m². Dessuten er det ofre utfordrende å definere en god referanse for energibruk på byggeplass da dette varierer med årstider og steder i Norge. Bygges det i kalde og våte perioder benyttes det mer energi enn i varme og tørre perioder. Det er også noe utfordrende å vite hva som er tilgjengelig av maskiner og utstyr på ulike steder i Norge (pr 2025) for å stille et generelt krav.

Det anbefales derfor at A5b kun inkluderes i rapporteringskrav. Entreprenører har etter vår erfaring gode rutiner på å rapportere energibruk fra byggeplassen, slik at et rapporteringskrav på A5b ikke bør medføre stor utfordring.

2.3.4. A5c: Massetransport og A5d: Arealbruksendring

Massehåndtering og arealbruksendringer er svært tomteavhengige og vil i stor grad dekkes av andre deler av planprosessen. Det anbefales derfor at A5c kun inkluderes i rapporteringskrav. Inkludering av A5d i rapporteringskrav er avhengig av omfang iht. NS3720.

2.3.5. B2, B4: Vedlikehold og utskiftning

Det anbefales å inkludere B2, B4 vedlikehold og utskiftning av materialer i kravsnivået for maks utslipp på grunn av den betydelige innvirkningen på totale utslipp. Utslippene fra B2, B4 er imidlertid forbundet med stor usikkerhet, ettersom de oppstår langt frem i tid, og byggherren har begrenset kontroll over dem. Levetiden som legges til grunn er avgjørende; denne påvirkes ikke bare av materialvalg, men også av faktorer som byggets bruk, formål, ønsket robusthet, vedlikehold og fleksibilitet. I mange tilfeller er

det eksterne forhold snarere enn materialkvaliteten som avgjør utskiftningsfrekvensen. Dette gjør det utfordrende å fastsette en reell levetid for ulike materialer.

I miljødeklarasjoner (EPDer) er levetiden ofte definert i produktkategorireglene, men det er mulighet for å justere levetiden basert på dokumenterte produktspesifikke verdier. Likevel fanges ikke forskjeller mellom levetider for ulike produktgrupper opp gjennom standardiserte beregninger. Generelt er det en risiko å bruke B2, B4 rett fra en EPD da dette reflekterer en teknisk levetid definert av produsenten. Dette scenarioet vil i mange tilfeller ikke være representativt.

I praksis må det ofte veies mellom investering i robuste materialer med lengre levetid, som gir høyere utslipp i A1-A3, og enklere materialer med kortere levetid, som kan føre til høyere utslipp i B2, B4. Hvis B2, B4 utelates fra kravene, kan dette skape insentiver til å velge mindre kvalitetsmessige og bestandige materialer. Et krav som dekker både A1-A3 og B2, B4 vil derfor gi et mer helhetlig bilde av utslippene.

Det er også verdt å merke seg at flere utslipp fra B2, B4 skjer lengre frem i tid. For materialer som erstatter de opprinnelige, beregnes dagens utslipp basert på tilsvarende utslippsfaktorer som for A1-A3. Ettersom teknologi og prosesser forventes å bli mer miljøvennlige over tid, kan dette føre til en overestimering av fremtidige utslipp i dagens beregninger.

Fordeler og ulemper ved å benytte de ulike måtene å beregne utslipp fra drift og vedlikehold:

I veilederen til NS 3720, DFØ referansebygg og EPDer er det definert ulike levetider for produktgrupper. Det er også forskjeller i om utskiftninger beregnes som hele utskiftninger eller med desimaltall. Måten dette beregnes på kan ha vesentlig betydning for resultatet av beregningene.

I veilederen til NS 3720 skiller det på levetider til bygningsmaterialer basert på slitasjen som er forventet i bygget. Dette gjør at kontorbygg har kortere levetider på noen materialer og det forårsaker høye klimagassutslipp i B2, B4.

Som for transport er det forventet at veilederen for NS 3720 GS vil benyttes i bransjen til å «standardisere levetider». Per nå er arbeidet ifm. veilederen til NS3720 det mest grundige arbeidet (oss bekjent) som er gjort for å definere «standard» levetider for bruk i klimagassberegninger, spesifisert på bygningsdeler og ulik bruk/slitasje. Det anbefales derfor at det er disse som tas i bruk i kravsnivået. **Det anbefales også at levetider i veilederen for NS 3720 GS skal benyttes i både referansen og det spesifikke prosjektet**, med mindre det kan dokumenteres spesifikke tilpasninger og tiltak som endrer den standardiserte levetiden.

Erfaringer fra denne utredningen kan videre benyttes til å gi innspill til definerte levetider i veilederen, blant annet hvor realistisk det er med 10 års levetid på innvendig glass på kontorbygg.

Kravsnivået må også si noe om det skal benyttes desimalutskiftning eller om antall utskiftninger skal rundes opp. NS 3720 har ingen eksplisitt tekst om dette selv, men peker visere på NS-EN 15978. Det er tydelig at ikke alle som gjør klimagassberegninger sjekker føringene i NS-EN 15978 ettersom ulike verktøy gjør dette forskjellig. NS-EN 15978 sier at utskiftninger skal beregnes med et fullstendig antall utskiftninger og at antall utskiftninger skal rundes oppover. Hvis den gjenværende levetiden til bygget er kort i forhold til estimert levetid for et montert produkt etter den siste planlagte utskiftninger pekes det på at det må tas hensyn til hvor sannsynlig det er at den planlagte utskiftningen skjer. Dette vil eksempelvis være tilfelle for produkter med levetid på 40 år i et bygg med levetid på 50 år.

NS-EN 15978 er derimot under revisjon (pr februar 2025) og foreløpige indikasjoner peker på at den nye teksten vil åpne opp for både heltallsutskiftninger og desimaltall.

Det anbefales at det beregnes antall utskiftninger basert på desimaltall. Bakgrunnen for dette er at levetid beregnes svært tilfeldig dersom det gjøres med heltallsutskiftninger som alltid rundes opp. Eksempelvis vil et produkt med levetid på 26 år og 38 år få et likt antall utskiftninger i løpet av 40 år, hvis det alltid skal rundes opp. Dette vil ikke gi insentiv til å forlenge levetiden til produkter og det anbefales heller at det benyttes desimaltallutskiftning.

2.3.6. B6: Energibruk i drift

Energibruk i drift bidrar betydelig til utslippene for referansebyggene gitt den definerte energiforsyningsløsninger og at norsk-europeisk utslippsfaktor legges til grunn (se kap. 1.3.6 og kap. 1.6.5).

Inkludering av energibruk i drift (B6) i klimagassberegninger for bygg gir flere fordeler, men også noen betydelige utfordringer. En av de største fordelene er at det gir et mer helhetlig bilde av byggets totale klimafotavtrykk over livsløpet. Ved å inkludere både utslipp knyttet til materialer og energibruk i drift (B6), kan man vurdere og forstå byggets samlede påvirkning på klimaet. Dette bidrar til å synliggjøre viktige avveininger mellom tiltak for energieffektivisering og materialbruk, for eksempel hvordan økt isolasjon kan redusere energibruken, men samtidig øke materialrelaterte utslipp. Et annet eksempel vil være bruk av fasadeplater med integrert solceller, der materialer som er en del av bygningskroppen produserer energi. Slike fasadeplater har et høyere klimagassutslipp sammenliknet med plater uten solceller, og et slikt valg kan derfor bli *straffet* i klimaberegningene hvis B6 ikke inkluderes. Inkludering av B6 skaper også

insentiver for å bruk av energieffektive løsninger, som kan gi betydelige utslippsreduksjoner over tid.

Valg av faktorer for energi vil føre til en vekting av klimagassutslipp fra materialbruk og energibruk. Det vil også innebære en vekting av kortsiktige utslipp fra materialbruk (A1-A4) mot langsiktige utslipp fra energibruk (B6), som skjer over 50 år. Målet med å stille krav til klimagassutslipp er å redusere utslipp både fra materialer og energi. Utfallet av å samle de to utslippskildene i samme krav kan føre til at de settes opp mot hverandre. Eks. vil et veldig energieffektivt bygg få lite insentiv til å jobbe med materialbruk, mens formålet med et klimakrav burde vært at både energieffektivisering og utslipp fra materialbruk er i fokus.

Samtidig er det flere utfordringer og konsekvenser av å inkludere B6 i beregningene. En utfordring er usikkerheten som følger med fremtidige faktorer som strømmiks og teknologiutvikling. Disse kan endres betydelig over byggets levetid, noe som gjør det vanskelig å forutsi fremtidige utslipp nøyaktig.

Videre vil valg av metode for å beregne utslippsfaktorer for strøm, fjernvarme og andre energikilder ha stor betydning. Dette inkluderer hvorvidt norsk eller norsk-europeisk utslippsfaktor bør legges til grunn, og om det skal tas inn scenario for dekarbonisering. Metodevalg er i stor grad verdibaserte valg, f.eks. om man har en marginalbetraktning eller gjennomsnittsbetraktning. Metodevalg vil være vel så avgjørende som usikkerheten knyttet til utslipp fra fremtidige energikilder.

Dersom det benyttes en lavutslipps strømmiks, vil B6 fremstå som mindre viktig, noe som vil redusere insentivene for å prioritere energieffektivitet. Dette vil føre til at byggherrer prioriterer én utslippskilde fremfor en annen.

Samlet sett gir inkludering av B6 en mer helhetlig vurdering av byggets klimagassutslipp, men det kommer med betydelige utfordringer knyttet til vekting av materialer vs. energi, kortsiktige vs. langsiktige utslippsreduksjoner, verdivalg knyttet til allokering av utslipp fra ulike energikilder (utslipp fra avfallsforbrenning og fjernvarme; marginal- vs. gjennomsnittsbetraktninger). Basert på dette vurderes det som hensiktsmessig å skille de to kravene til materialer og energi. Vi vurderer det dit hen at separat krav til klimagassutslipp fra materialer og energikrav vil gi best insentiver til å redusere utslippene fra begge utslippsposter. Et tilsvarende skille mellom materialer og energi er gjort blant annet i BREEAM-NOR v.6.1, FutureBuilt ZERO og Science Based Targets initiative (SBTi). For regnskap som gjøres etter NS3720 skal B6 Energibruk i drift inngå, og klimagassregnskap etter denne standarden bør rapportere på B6.

Det kan bli en utfordring å nå klimagasskravsnivå til materialer hvis det benyttes energiproduserende materialer med høyt utslipp fra materialproduksjon, når det medfører redusert energibruk i B6. Et eksempel er fasadeintegreerte solceller, der materialer som har en funksjon i bygningskroppen også produserer energi.

Et forslag til løsning hvordan materialer som er en integrert del av bygningskroppen som også har energiproduksjon, med eksempel på fasadeintegret solcellepanel, er som følger:

1. Klimagassutslipp A1-A3, A4, og A5a av fasadeintegret solcellepanel inkluderes i klimagassregnskapet (helst basert på EPD), kategorisert i rett bygningsdel (for eksempel 235 utvendig kledning og overfalte). Siden dette fasadeproduktet også produserer energi, og siden kravet til klimagassutslipp ikke skal omfatte energibruk i drift B6 må effekten av energiproduksjonen trekkes fra basert på produsert energi.
2. Det må gjøres en beregning av hvor mye energi fasadeintegret solcellepanel produserer pr år og over levetiden til elementet. Deretter beregnes klimagassutslipp fra produsert energi (fra panelet) og valgt utslippsfaktor (hovedscenarior EU28+NO) for strøm for å finne ut hvor mye produksjon av strøm fra det fasadeintegret solcellepanelet reduserer klimagassutslippet totalt over beregningsperioden. Denne gevinsten legges inn under B modulen for materialet (istedenfor B6 for bygget) for levetiden til fasaden/panelet, som fratrekke på materialutslippet for fasadeproduktet.
3. Denne regnemåten kan da brukes på alle ulike energiproduserende tiltak som integreres i bygget, og hvor produktet er omfattet av omfanget til kravet til klimagassutslipp.
4. Hvis klimagassberegningene senere skal suppleres med beregning for B6 må det sikres at produksjon av strøm ikke telles dobbelt ved å inkludere gevinst av produsert strøm både på B modulen for det enkelte produkt og i B6 for bygget.

2.3.7. C1-C4: Livsløpets sluttstadium

Utslipp fra C1-C4 skjer langt frem i tid, og det er usikkert hvordan standard avfallshåndtering, omfanget av ombruk og resirkulering samt teknologiutvikling knyttet til forbrenning vil være på dette tidspunktet. Selv om materialvalg i dag kan påvirke utslippene i C1-C4, er det andre faktorer som har større innvirkning på disse utslippene.

Det vil tilsvarende som for A4 kunne være regionale forskjeller; både knyttet til hvilken avfallsbehandling som er mest sannsynlig og transportavstander (C2).

C1-C4 anbefales ekskludert fra maks krav til utslipp, men kun være omfattet av rapporteringskrav. Dersom C1-C4 skal inkluderes i maks krav, anbefales det å definere standard avfallshåndtering for ulike materialer, eventuelt basert på materialsammensetning (for eksempel prosentandel fossilt og biogent innhold), slik det gjøres i FutureBuilt ZERO.

2.4. Hvilke livsløpsfaser får man mest utslippskutt i, per rådgivningstime?

Ifm. innføring av et klimakrav er kostnaden ved kravet et viktig moment. Rådgivere må som oftest være inne for å utarbeide klimagassregnskapet, og kan da gi innspill om hvordan kravet kan nås.

Vår vurdering er at det helt klart vil være livsløpsfase A1-A3 hvor rådgivere har størst påvirkningskraft, og hvor en får mest igjen per rådgivningstime. Som nevnt har en stor mulighet til å påvirke A1-A3 både gjennom optimalisering av konstruksjon, materialvalg og produktvalg som skal benyttes i bygget. Det er også i denne fasen det kan stilles utslippskrav til maks utslipp fra EPDer (A1-A3).

Det antas også noe påvirkning på A4, men dette følger i stor grad anbefalt produkt i A1-A3.

A5 kan påvirkes noe, men her har vanligvis entreprenører god kontroll og styringsmål som sikrer mindre avfall. Dette gjelder også byggeplass (A5b), men siden dette ikke er foreslått som en del av kravet omtales ikke A5b noe videre, selv om det er mulig å påvirke denne fasen.

B2 og B4 er i størst grad avhengig av hvor hyppig produktene skiftes ut over analyseperioden. Som hovedregel bør ikke levetider endres med mindre det kan dokumenteres at prosjektet har gjort tiltak. Så B2, B4 antas at i mindre grad påvirket.

Det vil være mulig å sette føringer for løsningsvalg og materialvalg som vil ha betydning for dette, men som nevnt under kap. 2.3.5 er det andre faktorer som spiller inn her, og gir høy usikkerhet om hva som skjer i fremtiden

2.5. Hvilke bygningsdeler er hensiktsmessig å inkludere i kravsnivået?

Hvordan klimagassutslippene fordeles på ulike bygningsdeler vil variere stort avhengig av bygningstype, løsnings- og materialvalg. Som et eksempel vil fordelingen av utslipp fra ulike bygningsdeler se forskjellig ut hvis det velges bæresystem i tre eller betong, eller hvis det velges en lett takkonstruksjon eller en tyngre takkonstruksjon. Tilsvarende kan løsningsvalg i en bygningsdel gjøre at materialbruken i en annen bygningsdel reduseres eller øker. Et eksempel kan være å ha bærende yttervegger og innervegger istedenfor bruk av søyler. Det er derfor viktig å se på total materialbruk og tilhørende klimagassutslipp for å oppfylle nødvendige funksjoner i bygget. Hvis ikke alle bygningsdeler inkluderes i et krav kan en risikere at prosjekter får incentiver til å flytte utslipp til bygningsdeler som ikke omfattes av kravet.

I praksis vil det ikke gi merarbeid å inkludere alle bygningsdeler (21, 22, 23, 24, 25, 26, 28) i en klimaberegning, siden byggets totale materialmengder uansett må gjennomgå ved utarbeidelse av klimaberegninger. Tvert om kan det være vel så tidkrevende å skulle sikre at en inkluderer kun utvalgte bygningsdeler i og med at dette krever en sortering av materialmengder på bygningsdeler, som i enkelte tilfeller kan være utfordrende.

Det bør i tillegg presiseres hva som er avgrensningen (cut-off) innenfor hver bygningsdel, med andre ord hva som skal tas med og hva som kan utelates (spiker, tape, etc.). Vi foreslår her at det avgrenses tilsvarende som i NS3720 kap. 6.2.1 Objektets fysiske avgrensninger: *«Produkter som inngår i små mengder i bygget kan utelates. Totalt utelatte produkter innenfor hver bygningsdel på 2-siffernivå skal ikke overskride 5 vektprosent av bygningsdelens totale vekt. Utelatte produkter skal oppgis.»* Får å vurdere om et produkt er under 5 vektprosent av bygningsdelens totale vekt vil det være tilstrekkelig med en kvalitativ vurdering eller forenklet overslagsberegning.

For bygningsdel 21 grunn og fundament må det vurderes om denne skal tilpasses den aktuelle tomten, se beskrivelse under.

For bygningsdel 252 gulv på grunn er bygningsdelen inndelt i over/under 100 mm tykkelse, se kapittel 1.1.6.

For bygningsdeler 21-28 finnes det hensiktsmessig tredjepartsdokumentasjon av utslippene (EPD eller generiske utslippsfaktorer).

Tabell 2-3 Anbefalinger til bygningsdeler som bør inngå i et krav for maks utslipp og rapporteringskrav

Livsløpsmodul	Maks krav til utslipp	Rapporteringskrav
21: Grunn fundament	Nei	Ja
22: Bæresystem	Ja	Ja
23: Yttervegger	Ja	Ja
24: Innervegger	Ja	Ja
25: Dekker	Ja	Ja
252: gulv på grunn, armert betong opp til 100 mm tykkelse, samt isolasjon og andre materialer	Ja	Ja
252: gulv på grunn, armert betong utover 100 mm	Nei	Ja
26: Yttertak	Ja	Ja
27 Fast inventar	Nei	Nei
28: Trapper og balkonger	Ja	Ja
3: VVS installasjoner	Nei	Ja
4: Elkraft	Nei	Ja, men det bør defineres spesifikke bygningsdeler
47: lokal kraftproduksjon (solceller, vind) og 49 andre elkraftinstallasjoner	Nei	Ja
61 Prefabrikkerte rom	Ja, men uten innredning	Ja

2.5.1. Bygningsdel 21 Grunn og fundamentering

Utslippene fra grunn og fundamenter kan utgjøre en svært stor andel av utslippene fra materialer. I scenarioanalysen øker utslippene med 26% hvis det er 20 meter til fjell.

I tilfeller hvor utslipp fra grunn og fundamenter utgjør en betydelig andel av utslippene er disse i størst grad styrt av lokasjon og grunnforhold, og i mindre grad av løsnings- og materialvalg.

Ulempen med å ikke inkludere grunn og fundamenter i et klimakrav vil være at dagens avslappede holdning til omfattende fundamentering og terrenginngrep fra mange byggherrer videreføres. Et klimakrav som inkluderer grunn og fundamenter kan føre til at tiltak som fører til mindre omfattende terrenginngrep og fundamentering blir prioritert høyere, og at det påvirker hvor på tomten man bygger og omfanget av det man bygger.

For å utarbeide et klimakrav som ikke gir for store konsekvenser av tomtevalg (som allerede er bestemt ifm. regulering) vurderes det fornuftig at grunn og fundamenter ikke inngår i klimakravet. Som nevnt over vil dette gi risiko for at utslipp fra

terrenginngrep og fundamentering ikke reduseres i tilsvarende grad som materialbruk over bakken.

Klimagassberegninger må inkludere grunn og fundamenter for å i det minste synliggjøre disse utslippene. Ulike valg over bakken kan gi behov for ulike mengder fundamentering. Hvis grunn og fundamenter ekskluderes fra beregningene blir ikke dette synliggjort. I tillegg vil krav om at beregningene skal inkludere grunn og fundamenter være viktig for å skaffe erfaringstall med tanke på å utarbeide et krav på sikt.

Tilnærmingen beskrevet ovenfor er lignende ordning som beskrevet i BREEAM-NOR og FutureBuilt. I BREEAM-NOR v.6.1 skal grunn og fundamenter inngå i beregningene, men det er ikke stilt reduksjonsmål. I FutureBuilt inngår heller ikke grunn og fundamenter i krav til utslipp fra materialbruk, men utslippene for grunn og fundamenter skal reduseres med 50 % sammenlignet med en referanse (som kan tilpasses lokasjonen).

Hvis grunn og fundamentering skal inkluderes i et klimagasskrav allerede nå er det i Enova-rapporten «*Klimavennlige byggematerialer. Potensial for utslippskutt og barrierer mot bruk*» fra 2020 definert en metode som kan beregne behov for stålpeler, basert på BTA og dybde til fjell. Det kan tenkes at tilsvarende metode kan benyttes i et klimakrav, hvor klimakravet tilpasses den aktuelle tomten (basert på dybde til fjell).

Både når bygningsdel 21 grunn og fundament er rapporteringskrav og inkludert i utslippskrav må det i de tilfeller bunnplate og gulv på grunn er *samme* element spesifiseres hvor mye av bunnplaten som tilskrives 21 grunn og fundamentering og hvor mye som tilhører bygningsdel 252 gulv på grunn. I referansebyggene er det ikke lagt til grunn noen mengder for bunnplate. I beregninger iht. Enova der mengder fundamentering tilpasses dybde til fjell legges det til 200 mm armert bunnplate av betong i referansen når det er behov for fundamentering med peler.

27 Fast inventar

Det anbefales at bygningsdel 27 *Fast inventar* ikke inkluderes i krav, da dette normalt ikke er omfattet av dagens klimagassberegninger for bygg. Dette er heller ikke inkludert i referansebyggene, og er ikke med som standard i ByggLCA, Reduser eller One Click LCA. Det er likevel ofte i denne kategorien at det er tilgjengelig en stor andel ombruksmaterialer.

Utfordringen er at materialmengder for denne bygningsdelen ikke prosjekteres i samme detaljgrad i tidlige prosjektfaser. Det antas dermed å være vanskelig å få tak i mengdedata for prosjektene.

Det kan være interessant å inkludere bygningsdel 27 Fast inventar som en del av en frivillig dokumentasjonsmulighet utover et rapporteringskrav, for å få erfaring med hvor stort bidraget vil være.

Bygningsdel 3: VVS installasjoner

For VVS-installasjoner er erfaringen i dette prosjektet og tidligere prosjekter internt i Asplan Viak at datagrunnlaget for klimagassutslipp og mengder er begrenset. Det er også en utfordring at det publiseres tall for klimagassutslipp, mens mengder/inventardata ikke er tilgjengelig. Det er dermed utfordrende å sikre sammenlignbare beregninger på tvers av prosjekt og gode referansetall som grunnlag for krav. Som vist står VVS-installasjoner (og antakeligvis andre tekniske installasjoner) for en stor andel av klimagassutslippene.

Tilsvarende som for grunn og fundamenter kunne en argumentert for at det vil være fornuftig å inkludere krav om at bygningsdeler 3x skal inngå i beregninger (med publisert mengdeunderlag) for å på sikt kunne sammenstille en bedre referanse. Samtidig vurderes det til at det vil kreve et betydelig merarbeid.

Det er de siste årene utarbeidet tredjepartsdokumentasjon (EPDer) i et større omfang enn tidligere. Utfordringen per i dag ansees fra vår side i større grad å være knyttet til å definere representative mengder per m² BTA som grunnlag for krav.

Bygningsdel 4: Elkraft

Utfordringen for elkraft er at mengder i stor grad ikke prosjekteres. Mengder må enten beregnes *manuelt* basert på dimensjoner i bygget og hvor kabler og koblingspunkter skal plasseres. Ofte vil ikke mengdedata være tilgjengelig før det kan leses av en faktura på faktisk innkjøpt materiell.

Det er antatt at klimagassutslipp fra kabler (kobber og aluminium), belysning og annet teknisk utstyr kan ha et relativt stort bidrag til utslipp i et komplett bygg.

Likevel kan det vurderes et dokumentasjonskrav for klimagassberegninger for bygningsdel 4 kan inkluderes på sikt, da med et utdrag av bygningsdelene på tresifret nivå.

Det er de siste årene utarbeidet tredjepartsdokumentasjon (EPDer) i et større omfang enn tidligere. Spesielt på kabler og belysningsutstyr har det kommet en stor andel EPDer. Det er også tilgjengelig EPDer for kabler basert på resirkulert kobber.

Bygningsdel 47: Lokal kraftproduksjon og 49: Andre elkraftinstallasjoner

Solceller, inverter, kabler og monteringsutstyr er vanligvis definert i bygningsdel 47: Lokal kraftproduksjon eller 49: Andre elkraftinstallasjoner. Materialutslipp fra bygningsdel 47 og 49 (solceller) bør inkluderes for prosjekter som har det, spesielt dersom B6 inkluderes i beregningene. Det må også vurderes hvordan dette skal

håndteres spesielt ved bygningsintegreerte solceller (i fasadeplater), der produktet har funksjon både som bygningsmaterialer (fasadeplate) og energiproduksjon (solcelle). Se kapittel 2.3.6 for et forslag til løsning på hvordan materialer som er en integrert del av bygningskroppen og som også har energiproduksjon kan inkluderes i klimagassberegninger når livsløpsmodul B6 utelates fra kravet.

Tilsvarende må vurderes for andre former for lokal energiproduksjon også.

Det anbefales ikke å stille utslippskrav til bygningsdel 47 og 49, men at det kan være med i et dokumentasjonskrav for å få erfaring med hvor mye denne bygningsdelen vil bidra.

61 Prefabrikerte rom

Omfatter rom som er bygd ferdig på fabrikk, og som fraktes til byggeplassen som komplett rom for innsetting i råbygg, og rom som leveres som ferdige gulv-, vegg- og takelementer for sammenmontering på byggeplass

Det anbefales at bygningsdel 61 inkluderes i et klimagasskrav. Hvis et bygg for eksempel har prefabrikerte badrom (613 Prefabrikerte badrom) bør utslipp fra produksjon og transport av badrommet telle som en del av kravet når det gjelder utslippskrav til kapittel 2. De fleste materialene til et prefabrikkert rom ville ellers vært definert i innervegger og dekker dersom det ble plassbygget.

2.5.2. Arealgrenser for enkelte bygningsdeler

Når det gjelder arealgrense for enkelte bygningsdeler, f.eks. VVS og Lokal energiproduksjon omfatter krav til disse bygningsdelene kun rapporteringskrav og ikke makskrav. Vi har ikke noe grunnlag for å si at dette kravet bør være annerledes enn krav arealkrav gitt i kapittel 2.2.1 (1000 m² BTA). Med stor sannsynlighet vil omfanget av tekniske komponenter (VVS, el og lokal energiproduksjon) være mindre i småhus/eneboliger, slik at tiden som inngår i klimaberegninger for disse komponentene antas å være mindre enn for større bygg. Vi anbefaler derfor at det benyttes samme arealkrav for enkelte bygningsdeler, f.eks. VVS og lokal energiproduksjon som arealkrav til bygningskategorier (kapittel 2.2.1).

Det vil si, arealgrense for enkelte bygningsdeler anbefales å følge samme arealkrav (1000 m² BTA) for:

- Maks krav til utslipp
- Alle bygningsdeler under rapporteringskrav

2.6. Areal under bakken (kjeller)

Dette kapittelet drøfter hvor stor påvirkning areal under bakken har på byggets klimagassutslipp, samt om det bør benyttes et «fast» klimapåslag (i prosent eller kg CO₂-ekv), på kjeller for arealer over bakken, eller om kjeller bør håndteres som egen kategori og tilpasses hvert prosjekt basert på planlagt/bygget areal.

§ 8-8 i TEK17 (*parkeringsplass, annet oppstillingsareal og kjøreatkomst*) definerer antall parkeringsplasser som skal tilgjengeliggjøres for bygg. I veileder til bestemmelsen står følgende: *Et grunnlag for beregning av antall parkerings- og oppstillingsplasser gis av kommunal myndighet, jamfør plan- og bygningsloven § 28-7.*

Ved å se på parkeringsnormen for ulike byer er det vurdert hvor stort parkeringsareal ulike bygg må inkludere. I denne utredningen er det vurdert behov for parkeringskjeller for kontor og boligblokk. Parkering for enebolig og firemannsbolig er ikke vurdert da dette antas å ikke bli bygget som parkeringskjeller.

Følgende enheter i beregning av antall parkeringsplasser er definert i parkeringsnormene:

- Boligbygg: Antall parkeringsplasser pr enhet. Antar 70 m² BRA pr enhet
- Kontor: Antall parkeringsplasser pr 100 m² BRA

Tabell 2-4 viser oversikt over gjeldende parkeringsnorm for utvalgte byer. Krav til parkering er i parkeringsnormen for de ulike byene inndelt i flere soner enn det som er vist i Tabell 2-4. Der det er flere soner er kategorien «sentrum» den sonen med lavest parkeringsdekning, og «utenfor sentrum» den sonen med høyest parkeringsdekning.

Merk at andel parkeringsplasser er definert i *kommuneplanens arealdel* for den enkelte kommune, og vil være gjenstand for revisjon etter politisk behandling i kommunen.

Antall parkeringsplasser inkluderer areal til gjesteparkering.

I veiledning H-2300 (2014)¹⁹ anslås det at arealbehov per parkeringsplass er på 25 m² i parkeringshus og 18 m² ved overflateparkering. I 2023 endret SINTEF anbefalingen på størrelse av parkeringsplasser ved å øke anbefalt bredde fra 2,5 meter til 2,6 meter²⁰. Dette kan påvirke anbefalt størrelse på parkeringshus, selv om dette ikke er hensyntatt i areal på 25 m²/plass som er brukt i beregningene i denne utredningen. Beregnet areal til parkeringskjeller kan derfor være noe underestimert.

¹⁹ [regjeringen.no: Veiledning H-2300 "Grad av utnyttning. Beregnings- og måleregler" \(2014\)](https://www.regjeringen.no/veiledning/H-2300/Grad-av-utnyttning-Beregnings-og-maleregler)

²⁰ SINTEF 312.130 Utforming og dimensjonering av parkeringsanlegg

Tabell 2-4: Oversikt over gjeldende parkeringsnorm for utvalgte byer (antall plasser pr enhet/70 m² BRA for bolig og pr 100 m² for kontor)

By	Kategori	Sentrum	Utenfor sentrum	Kilde
Oslo	Bolig	Maks 0,5	Maks 0,9	Parkeringsnorm Oslo, 14.12.22 ²¹
	Kontor	Maks 0,1	Maks 0,3	
Stavanger	Bolig	0,7	Min 1,2, maks 1,8	Kommuneplanens arealdel, Bestemmelser og retningslinjer 19.06.23 ²²
	Kontor	Min 0,3 – Maks 0,5	Min 0,2, maks 0,5	
Trondheim	Bolig (regnet om fra krav pr 100 m ² BRA til pr enhet)	Midtbyen: 0, S1: maks 0,3	Min 0,4, maks 1,2	Kommuneplanens arealdel, 22-34 Bestemmelser og retningslinjer (foreløpig utgave etter vedtak 26.09.24) ²³
	Kontor	Maks 0,1	Maks 0,1	
Tromsø	Bolig	Maks 1,0	Min 1,1	Kommuneplan-bestemmelser 2017-2026 Tromsø ²⁴
	Kontor	Maks 0,1	Min 0,25, maks 1	
Larvik	Bolig	Min 0,7	Min 2,0	Kommuneplanens arealdel 2021-2033, utfyllende bestemmelser og retningslinjer ²⁵
	Kontor	Min 0,5, maks 1,5	Min 1,5	

Tabell 2-5: Beregnet areal for parkeringskjeller, basert på krav fra parkeringsnorm.

Kategori	By	Parkeringskjeller i bygg, i sentrum	Parkeringskjeller i bygg, utenfor sentrum
Kontor, 3 800 m² BTA over bakken	Oslo	Maks 100 m ²	Maks 275 m ²
	Stavanger	275 m ² - 450 m ²	200 m ² - 450 m ²
	Trondheim	Maks 100 m ²	Maks 100 m ²
	Tromsø	Maks 100 m ²	225 m ² - 900 m ²
	Larvik	450 m ² - 1350 m ²	Min 1 350 m ²
Bolig, 990 m² BTA over bakken	Oslo	Maks 175 m ²	Maks 300 m ²
	Stavanger	225 m ²	400 m ² - 600 m ²
	Trondheim	0 - 100 m ²	150 m ² - 375 m ²
	Tromsø	Maks 325 m ² . I sentrale deler av sone 1 skal det ikke avsettes bilparkering.	Min 375 m ²
	Larvik	Min 225 m ²	Min 650 m ²

²¹ [Parkeringsnorm Oslo](#)

²² [Parkeringsnorm Stavanger](#)

²³ [Parkeringsnorm Trondheim](#)

²⁴ [Parkeringsnorm Tromsø](#)

²⁵ [Parkeringsnorm Larvik](#)

Basert på ulike krav til parkering som vist i Tabell 2-4, og 25 m² pr plass, viser Tabell 2-5 størrelsen på parkeringskjeller referansebyggene må inkludere. Dette gitt at parkeringsplasser må løses som parkeringskjeller. Dersom parkering løses med overflateparkering, gjelder andre arealer.

Tabell 2-6: Klimagassutslipp for kontor pr m² BTA og m² BRA, ved inkludering av parkeringskjeller basert på parkeringsdekning. Omfang A1-A3, A4, A5a, B2, B4

kg CO ₂ -ekv/m ² BTA		Kontor, med parkeringskjeller, BTA	
Kategori	By	Sentrum	Utenfor sentrum
Kontor, 3 800 m ² BTA + BTA parkering	Oslo	391	383
	Stavanger	383	386
	Trondheim	391	391
	Tromsø	391	385
	Larvik	375	344

kg CO ₂ -ekv/m ² BRA		Kontor, med parkeringskjeller, BRA	
Kategori	By	Sentrum	Utenfor sentrum
Kontor, 3 600 m ² BRA + 0 m ² BRA parkering	Oslo	423	433
	Stavanger	433	429
	Trondheim	423	423
	Tromsø	423	430
	Larvik	443	492

2.6.1. Resultater boligblokk

Tabell 2-7: Klimagassutslipp for boligblokk pr m² BTA og m² BRA, ved inkludering av parkeringskjeller basert på parkeringsdekning. Omfang A1-A3, A4, A5a, B2, B4

kg CO ₂ -ekv/m ² BTA		Boligblokk, med parkeringskjeller, BTA	
Kategori	By	Sentrum	Utenfor sentrum
Bolig, 990 m ² BTA + BTA parkering	Oslo	331	318
	Stavanger	325	309
	Trondheim	340	334
	Tromsø	316	311
	Larvik	325	292

kg CO ₂ -ekv/m ² BRA		Boligblokk, med parkeringskjeller, BRA	
Kategori	By	Sentrum	Utenfor sentrum
Bolig, 900 m ² BRA + 0 m ² BRA parkering	Oslo	427	454
	Stavanger	438	476
	Trondheim	410	421
	Tromsø	460	471
	Larvik	438	532

Resultater i Tabell 2-6 viser klimagassutslipp for kontor pr m2 BTA og m2 BRA, ved inkludering av parkeringskjeller basert på parkeringsdekning. Beregningene dekker livsløpsfasene A1-A3, A4, A5a, B2, B4. Transportavstander og levetider er fastsatt basert på NS3720 G2.

Tabell 2-7 viser klimagassutslipp for boligblokk pr m2 BTA og m2 BRA, ved inkludering av parkeringskjeller basert på parkeringsdekning. Omfang i beregninger er A1-A3, A4, A5a, B2, B4, samt transportavstander og levetider basert på NS3720 G2.

2.6.2. Oppsummering arealer under bakken (kjeller)

Størrelsen på parkeringskjeller som bygges er avhengig av by, plassering (innenfor/utenfor sentrum), aktuell parkeringsnorm og arealbehov pr parkeringsplass. For kontorbygg vil utslipp øke med rundt 18% (A1-A3, A4, A5a, B2, B4) ved *maks* parkeringsbehov og rund 1% til 3% ved lavt parkeringsbehov i sentrumsområder.

For boligblokk vil utslipp øke med rundt 37% (A1-C4 inkluderes) ved *maks* parkeringsbehov og rundt 10% og lavt parkeringsbehov i sentrumsområder.

Ved å inkludere/styre et makskrav til parkeringskjeller inn i klimakravet (hvis det for eksempel benyttes et «fast» klimapåslag på kjeller for arealer over bakken) vil det implisitt si at klimakravet også skal håndtere/styre behovet for parkeringsplasser til et bygg.

Behovet for parkeringsplasser til et bygg er allerede i dag håndtert i TEK17, § 8-8 *Parkeringsplass, annet oppstillingsareal og kjøreatkomst*. Et generelt hovedpoeng må være at et tema blir vektet kun en gang, noe som ikke blir tilfelle hvis areal for parkeringsplasser skal følge krav etter § 8-8 og et eventuelt klimakrav.

Når det gjelder areal til parkeringskjeller så er jo dette arealer som kan utnyttes til annet senere om høyden er tilstrekkelig og brukerne finner at de ikke trenger bil lenger. Regjeringen har starten en diskusjon (januar 2025) om å gjeninnføre krav om tilfluktsrom i nye bygg, noe som muligens kan vurderes i kombinasjon med parkeringskjeller. Denne utredningen går ikke videre inn i denne diskusjonen, utover at når det først skal bygges areal for parkeringskjeller bør arealet i størst mulig grad tilrettelegger for fleksibel bruk av kjelleren senere.

Vår anbefaling er at transport skal løses i arealplaner via parkeringsnormer og andre bestemmelser, og ikke i direkte et klimakrav. Vi anbefaler at det stilles klimakrav til materialbruk i parkeringskjeller som bygges, med da basert på samme areal m2 BTA som den prosjekterte/bygde kjelleren.

2.7. Hvor bør et kravsnivå ligge på for de ulike bygningskategoriene?

I utgangspunktet kan resultater fra kapittel 3.5 og kapittel 4 benyttes som anbefalt kravsnivå, pr m² BTA for ulike bygningskategorier.

Hvor strengt kravene stilles blir i stor grad et politisk spørsmål.

Det kan vurderes om det skal legges på et påslag på for eksempel 5% eller 10% på referansebyggene for å sikre at kravet dekker alle type bygg (og byggherrer) ved innføring. Dette påslaget kan gradvis reduseres ved revidering av kravene, og basert på erfaringer fra hvor lett/utfordrende et slik krav faktisk er å oppnå for alle typer bygg i Norge.

Samtidig rapporterer EBA at 20 % reduksjon sammenlignet med referansenivået i 2020 er oppnåelig for formålsbygg²⁶. Som vi viser i Del 3 er det utfordrende å vurdere kostnad knyttet til ulike kravsnivå.

Siden både EBA rapporterer at 20% reduksjon sammenlignet med referansenivået i 2020 er oppnåelig for formålsbygg, og at det i kapittel 3.3 viser at 1% til 13% reduksjoner reduksjon av klimagasser uten økte kostnader er mulig å oppnå, kan det antas at anbefalt kravsnivå som vist i kapittel 3.5 allerede inkluderer et påslag på 1% til 13% avhengig av bygningskategori. Dette forsvarer å bruke anbefalt kravsnivå uten behov for ekstra påslag.

Det bør tas hensyn til at det kan være forskjell i hvor lett det er å oppnå de ulike kravene basert på hvor i Norge byggene er plassert. Som tidligere nevnt burde kravet ha en løsning som sikrer at utslipp fra transport A4 ikke blir for påvirket av hvor byggene er plassert ettersom det er lenger transportdistanser i nord og midt Norge enn for bygg plassert på Østlandet. Det kan også være begrensninger på lavutslippsmaterialer og utslippsfrie anleggsmaskiner på ulike steder i landet noe som kan gjøre det vanskeligere for prosjekter plassert i nord å redusere utslipp dersom det må gjøres tiltak for å nå kravet.

Det viktigste i starten er å få innført et krav til klimagassutslipp i TEK17. Det anbefales at det ved innføring av krav bør etableres en plan for fremtidig innskjerping av kravet. Tilsvarende som for energirammer for netto energibehov bør klimakrav justeres relativt ofte (eks. hvert andre år), slik at utslippene på sikt reduseres i tråd med målsettinger.

²⁶ <https://www.eba.no/siteassets/dokumenter/rapporter-og-publikasjoner/klima--veiledere/veileder-klimagassreduksjoner-formalsbygg.pdf>

Innsamling av inndata vil gi DiBK bedre datagrunnlag for å kunne vurdere kravsnivåene over tid. Omfang og krav til rapportering, eventuell kontroll av dokumentasjon, samt innsamling av utføre klimagassregnskap er ikke omfattet av utredningen og er derfor ikke beskrevet noe mer i detalj.

2.8. Hvordan bør et krav utformes?

I utgangspunktet bør utslippskrav defineres pr m² BTA gitt at dette per i dag er etablert praksis, og det vi vurderer som «enklest» gjennomførbart i praksis. Unntaket er for industribygg og idrettsbygg der anbefalt krav er pr m² BYA.

Med utslippskrav per BTA kan klimakrav og dokumentert oppnåelse av krav følges opp på samme måte som det gjøres for energikrav (kWh/m² BRA).

Et krav basert på BTA gir lite insentiv til å bygge mindre, siden kravet hele tiden omfatter samme areal som det som bygges ut. Derfor er det en stor risiko for at et slik krav ikke påvirker en reduksjon av klimagassutslipp i en så stor grad som ønskelig.

Det kan derfor tenkes at et krav istedenfor burde utformes til å omfatte en gitt funksjon. For eksempel er det en referanse definert 23 m² BTA/arbeidsplass på et kontor. Da kan referansen være «arbeidsplasser for 100 personer». Basert på dette kan totalt areal i m² BTA for et kontor med 100 arbeidsplasser beregnes. Tilsvarende som beskrevet i kap. 2.2.1 angående innskjerping av krav over tid kan det legges opp til at dette er noe som innføres ettersom erfaringsgrunnlaget blir større.

Et krav tilpasset en funksjon medfører at arealeffektive bygg kan oppnå en reduksjon. Da vil både riktig materialbruk og arealeffektivitet påvirke beregningene.

Det kan også være interessant å vurdere å stille utslippskrav pr m² oppvarmet BRA. Da kan det gis insentiv til å bygge mindre «ikke oppvarmet areal», som for eksempel pareringskjeller. I kravsnivå skal hele bygget (totalt BTA) inkluderes, men utslipp for bygget fordeles på oppvarmet BRA. Jo større andel ikke oppvarmet BRA bygget omfatter, jo høyere blir utslippet pr m² oppvarmet BRA.

Det er en risiko for at et krav basert på oppvarmet BRA kan medføre at planlagte ikke oppvarmet areal blir varmet opp for å få et større oppvarmet BRA.

Referansen bør tilpasses det som skal bygges, både over og under bakken. Det vil si at arealer for kjeller legges til basert på det som bygges under bakken. Dette medfører at det er behov for å definere kravsnivå for arealer under bakken også, da fordelt på oppvarmet (innredet) kjeller og ikke oppvarmet (areal for parkering) kjeller. Et generelt påslag for kjeller for alle typer bygg kan virke utfordrende, da dette kjellerarealet aldri vil treffe et spesifikt bygg. Bygges det mindre kjeller enn det som er definert som standard kjeller kan tiltak over bakken reduseres da bygget uansett har et lavere utslipp

enn referansen. Bygges det med kjeller enn referansen er det ikke sikkert kravet er mulig å oppnå i det hele tatt. Risikoen kan være at det ikke vil være mulig å kunne bygg som oppfyller klimakrav, med kjeller over et visst areal.

Det er viktig at kravet ikke gaper over for mye ved innføring og det anbefales derfor at det stilles per m² BTA. Krav til å redusere bebyggelse, bygge mindre kjeller og bygge arealeffektivt er krav som også kan hensyntas i andre forskrifter.

For industribygg, lager og idrettsbygning vil innvendig høyde være en vesentlig faktor for dimensjoner på bæresystemet (spesielt søyler). I DFØs verktøy er industribygget definert basert på BYA og høyde. Tilsvarende bør også gjøres for idrettsbygning da dette ofte er bygg med innvendig takhøyde over 4 meter, og lange spenn. Et eventuelt krav til disse bygningskategoriene bør baseres på disse faktorene.

Oppfyllelse av klimakravet bør baseres på et «som-bygget» klimagassregnskap. Samtidig vil innføringen av et krav kreve at prosjektene starter med klimagassberegninger tidlig for å sikre at kravet nås når bygget er ferdig prosjektert og bygget.

2.9. Hvordan bør et klimakrav beregnes for prosjekt med flere bygningskategorier?

Klimakravet bør stilles slik at kravet til maks utslipp kg CO₂-ekv pr m² BTA for bygg som omfatter flere funksjoner / bygningskategorier, beregnes som et vektet snitt på bakgrunn av arealfordeling (BTA) for hver bygningsfunksjon.

Dersom et prosjekt består av flere bygningskategorier (kontor, forretning og kjeller) anbefales det at beregnes et kravsnivå for hele prosjektet, basert på størrelse for de ulike bygningskategoriene. Areal BTA for hver kategori ganges med det spesifikke kravsnivået. Totalt beregnet kravsnivå (kg CO₂-ekv for alt areal BTA) deles så på prosjektas BTA. Se Tabell 2-8 for eksempel.

Tabell 2-8: Eksempel på beregning av kravsnivå til klimakrav i TEK17, for et prosjekt som omfatter bygningskategorier

Bygningskategori	Anbefalte kravsnivå til klimakrav i TEK17, kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	Areal, m ² BTA	Beregnet kravsnivå, kg CO ₂ -ekv for hele bygget
Kontor	396	1 000	396 000
Forretning	326	300	97 800
Kjeller, oppvarmet	258	200	51 600
Sum		1 500	545 400
Beregnet kravsnivå til klimakrav i TEK17, kg CO ₂ -ekv/m ² BTA, samlet for bygningskategoriene (anbefalt å avrunde krav til nærmeste heltall)			364

Det anbefales at beregnet kravsnivå følges, fremfor at hver bygningskategori må følge «sitt» krav, da et felles beregnet kravsnivå for et prosjekt vil øke fleksibiliteten og enkelheten i klimaberegningene.

Hvis hver bygningskategori skal følge sitt spesifikke krav i et bygg som består av flere kategorier blir det en utfordring å inndele alle materialer i bygget på de ulike bygningskategoriene, og det er en utfordring med å fellesarealer, gulv mot gru, tak, yttervegger osv. på hver kategori.

3. Del 3: Beregning av mulig reduksjon av klimagassutslipp for referansebyggene med tilhørende kostnader

For referansebyggene er det vurdert fire ulike tiltakspakker med sikte på å redusere klimagassutslipp. Tiltakene fokuserer utelukkende på potensialet for klimagassreduksjon ved å benytte materialer av samme type, men der produktene har lavere klimagassutslipp. Analysen har primært konsentrert seg om produkter med lavere utslipp i produksjonsfasen (A1-A3).

Til tross for at materialer kan fremstå som like, kan det være betydelige variasjoner i klimagassutslipp mellom produktene som benyttes. Valg av produkter har en avgjørende betydning, og forskjellene i utslipp kan være så store som 500 %. Dette understreker at bevisste valg av produkter kan gi betydelige miljømessige fordeler.

3.1. Tiltak og virkemidler som kan muliggjøre ytterligere reduksjon av klimagassutslipp fra bygg og som ikke er beregnet

Det er en vesentlig forutsetning i følgende analyser at kvaliteten på materialene bygget består av er det samme. Det er et forbehold som gjør det enkelt å sammenlikne likeverdige alternativer, men som ikke nødvendigvis peker på hvilke muligheter vi har for å redusere klimagassutslipp fra bygg mest mulig.

Forutsetningene for hvordan man bygger, både når det kommer til arealbehov, bygningsmessig standard, materialeegenskaper, tekniske installasjoner, krav til komfort og innemiljø, kan ha vel så mye å si for klimagassutslipp som å variere produktvalg. Både fordi disse forutsetningene påvirker omfanget av det som bygges, men også fordi det kan påvirke mulighetene til å gjøre de mest klimavennlige valgene.

Forutsetningene for hvordan og hva som bygges har endret seg mye de siste tiårene, om ikke som følge av, i det minste fulgt av, stadig økende standarder regulert av byggeteknisk forskrift (TEK). En nærmere og kontinuerlig vurdering av hensiktsmessige avvik og unntak fra forskriftskravene begrunnet med mulighet for å redusere klimagassutslipp kan derfor være et vel så viktig tiltak for å få ned klimagassutslippene som å sette nye krav til klimagassutslipp, kg CO₂-ekv per BTA. Dette vil innebære en vurdering som ikke bare omhandler hvor mye, men også hva kostnadene kan være ved å redusere klimagassutslipp fra bygg mest mulig.

Selv om kvaliteten på materialene holdes konstant, finnes det også materialer og byggemetoder som medfører større reduksjon enn alternativene som er vurdert i dette kapittelet. Det skyldes vanskeligheten med å beregne merkostnadene.

Å ombruke hele eller deler av eksisterende bygg eller bygge med brukte bygningsdeler og materialer kan for eksempel redusere klimagassutslippene betraktelig sammenliknet med å bygge nytt. For eksempel viser erfaringsrapporten fra Kristian Augusts gate 13 fra 2021 at utslippene ble redusert med 70% sammenliknet med et referansebygg, hovedsakelig på grunn av bevaring av eksisterende bæresystem og bygningskropp, men også på grunn av ombruk av bygningsdeler²⁷. I Enova-rapporten «Klimavennlige byggematerialer. Potensial for utslippskutt og barrierer mot bruk» fra 2020 er det beregnet en snittreduksjon på 57% ved rehabilitering og klimavennlig materialbruk og 52% ved ombruk og klimavennlig materialbruk.²⁸ Selv om det finnes erfaringstall som sier noe om potensialet for utslippskutt ved ombruk, er det imidlertid utfordrende å beregne merkostnader ved ombruk sammenliknet med nybygg. Det skyldes både få referanseprosjekter, og at ombruksprosjekter gjerne har svært ulike forutsetninger, der materialbruk og prosjektering henger sammen med tilgang på brukte bygningsdeler på et gitt sted til en gitt tid, samt tilstand og utforming av eksisterende bygg. Det vil altså uansett kunne være en utfordring å utarbeide sammenliknbare referansebygg. Reduserte klimagassutslipp er heller ikke den eneste eller viktigste grunnen til at det er viktig å få til mer ombruk, så ombruk anbefales heller regulert gjennom egne krav.

Det finnes også byggemetoder og materialer som ikke er vanlige i det norske markedet i dag, som bruk av leire, halm, hamp, papp og papir, både i bæresystemet og bygningskroppen, som kan gi høy reduksjon av klimagassutslipp sammenliknet med vanligere materialer og byggemetoder. Når disse alternativene ikke er med i beregningene, skyldes det vanskelighetene med å utarbeide sammenliknbare referansebygg og beregne merkostnader uavhengig av beliggenhet, så lenge det er så få som bruker disse metodene og materialene i Norge. Det anbefales å vurdere standarden til enhver tid opp mot tilgjengelige byggemetoder og materialer.

3.2. Beregnet klimagassreduksjon basert på lavere utslipp A1-A3

Grønn Byggallianse (GBA) og Context AS har utviklet «Grønn Materialguide»³⁴. Det er benyttet versjon 4.0, fra april 2024. Grønn Materialguide inkluderer forslag til

²⁷ Entra AS. (2021). *Erfaringsrapport ombruk. Kristian Augusts gate 13*. <https://www.entra.no/om-entra/nyheter-presse/rapport-om-ka13>

²⁸ Enova SF. (2020). *Studie potensial og barrierer for bruk av klimavennlige materialer*. <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/tema/klimavennlige-byggematerialer/>

terskelverdier for CO₂-utslipp på produktnivå. Disse terskelverdiene kan benyttes i kravsdokumenter for vurdering av produkter innen samme produktgruppe. Det er viktig å merke seg at terskelverdiene ikke er egnet for sammenligning mellom ulike produktgrupper.

Terskelverdier på produktnivå er satt mellom 30. og 50. persentilen for hver produktgruppe. Dette innebærer at mellom en tredjedel og halvparten av de kartlagte produktene har EPD-er (miljødeklarasjoner) med klimagassutslipp under terskelverdien. Det er samtidig viktig å ta hensyn til funksjonelle og kvalitative forskjeller innenfor en produktgruppe, som ikke nødvendigvis reflekteres i terskelverdiene. Bruksområder og tekniske krav må vurderes separat før terskelverdiene benyttes.

3.2.1. Uten økt kostnad

Ved å velge produkter som møter terskelverdiene, kan man redusere klimagassutslippene fra bygg (ikke medregnet kjeller) med **1-13 %** sammenlignet med beregnet referansenivå, avhengig av bygningskategori- vanligvis uten ekstra kostnader. Terskelverdiene er listet opp i vedlegg 1 «Lavutslippsmaterialer, terskelverdier» sammen med «Lavutslippsmaterialer, BAT, lavest mulig utslipp».

Ved beregning av klimagassreduksjon uten økt kostnad er det benyttet utslippstall for betong iht. bransjereferanse.

3.2.2. Med minimalt økte kostnader

For å identifisere tiltak som kan gi en økt reduksjon i klimagassutslipp uten å medføre økte kostnader, er det besluttet å vurdere terskelverdiene på produktnivå og benytte en høyere lavkarbonklasse for betong, spesifikt lavkarbonklasse A. Ved å innføre lavkarbonklasse A i kombinasjon med terskelverdiene definert av Grønn Byggallianse, oppnås en estimert reduksjon i klimagassutslipp på **2-16 %**. For detaljerte resultater, se kapittel 3.3.

Prosentvis økning av basiskostnad er beregnet til **0,54% til 0,75% økning**.

3.2.3. Størst mulig reduksjon av klimagassutslipp, uavhengig kostnad

For å oppnå størst mulig reduksjon i klimagassutslipp har analysen fokusert på de 16 materialene som utgjør de største bidragene i referansebyggene. Analysen er her også avgrenset til å undersøke skifte av produkter, uten å inkludere endringer i løsninger, materialtyper eller konstruksjonsutforming. Utslippsfaktorene er basert på tilgjengelige miljødeklarasjoner (EPD-er) for produkter med lavest utslipp (best available technology: BAT).

Det finnes imidlertid en rekke andre tiltak som kan bidra til ytterligere reduksjon av klimagassutslipp, som for eksempel bruk av ombruksmaterialer, bytte av materialtype

på komponentnivå eller mer omfattende tiltak som påvirker selve konstruksjonen (se diskusjon i kap. 3.1).

Ved størst mulig reduksjon er det benyttet utslippstall for betong er tilsvarende lavkarbonbetong ekstrem eller betong med CCS-sement (antatt samme utslippstall for ekstrem og CCS betong pr m³ betong). Ved å velge produkter med de laveste tilgjengelige utslippsfaktorene på markedet kan klimagassutslippene reduseres med **10-46 %**.

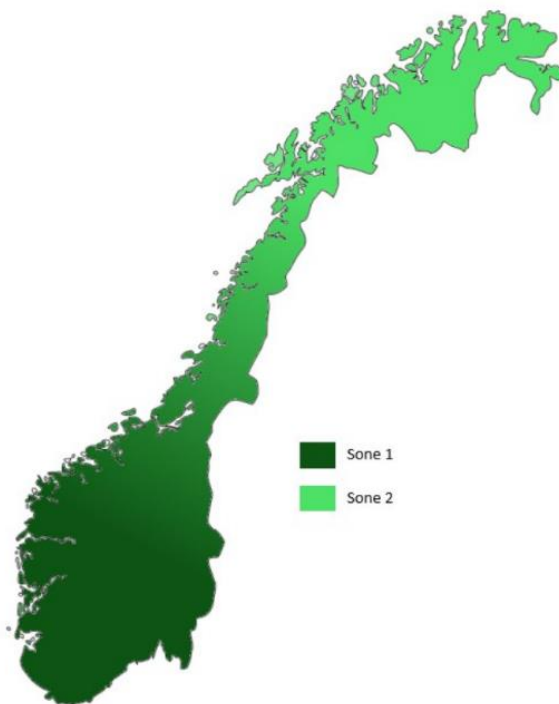
Prosentvis økning av basiskostnad er beregnet til **0,85% til 2,84% økning**.

3.2.4. Tilgjengelighet av lavutslippsmaterialer

De foregående kapitlene har vist potensial for utslippsreduksjoner og kostnader ved implementering av ulike lavutslippsmaterialer. Tilgjengelighet og kostnader vil avhenge av hvor i Norge man bygger.

Norsk Betongforening opplyser at variasjoner i tilgjengelig bindemiddel, tilslagsegenskaper og transportforhold medfører at det kan variere fra region til region hva som er mulig å oppnå for ulike betongtyper.

Figuren under illustrerer tilgjengeligheten av lavkarbonbetong og det er større tilgjengelighet i sone 1 enn i sone 2.



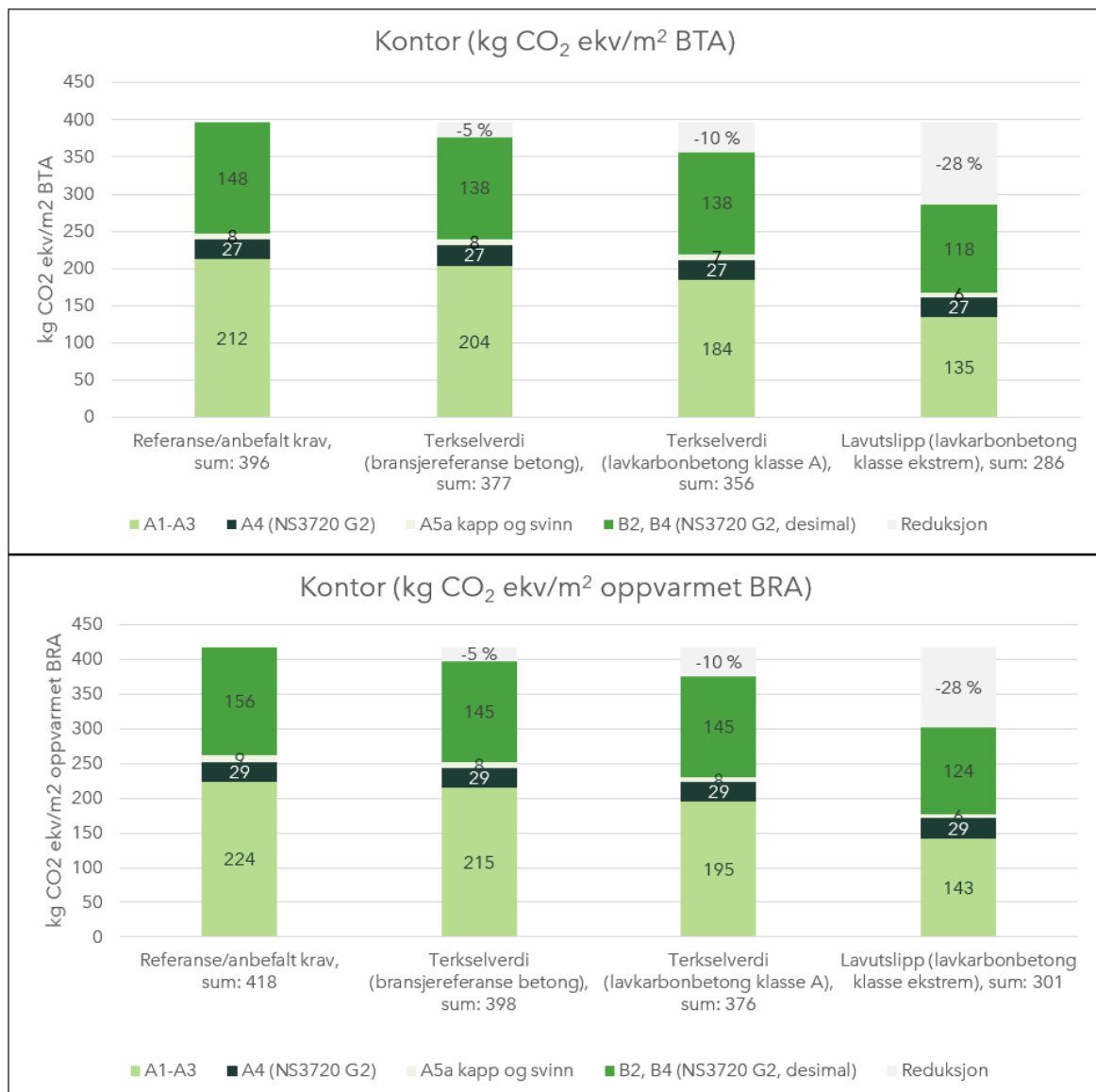
Figur 3-1 Inndeling i to soner som viser tilgjengelighet av lavkarbonbetong. Kilde: Norsk Betongforening publikasjon 37, februar 2024.

For andre lavutslippsmaterialer kan det være økte transportavstander som gir økte klimagassutslipp for lavutslippsmaterialer.

3.3. Resultater for klimareduserende tiltak

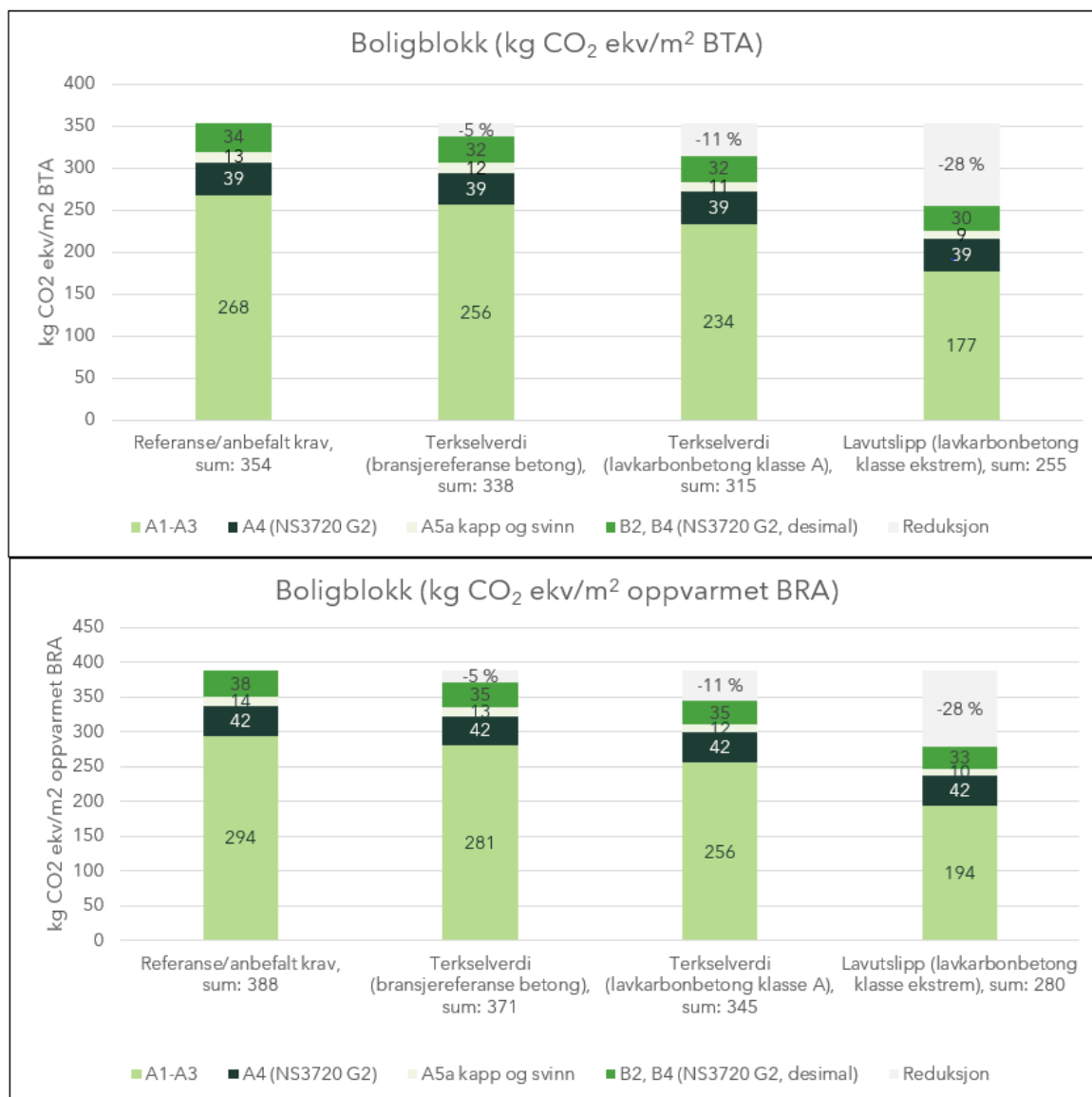
Følgende figurer viser beregnet mulig reduksjon av klimagassutslipp for referansebygg, med utslippsfaktorer basert på terskelverdier for produkter og lavutslippsmaterialer. Resultater vist for i kg CO₂-ekv/m² BTA og oppvarmet BRA

3.3.1. Kontor



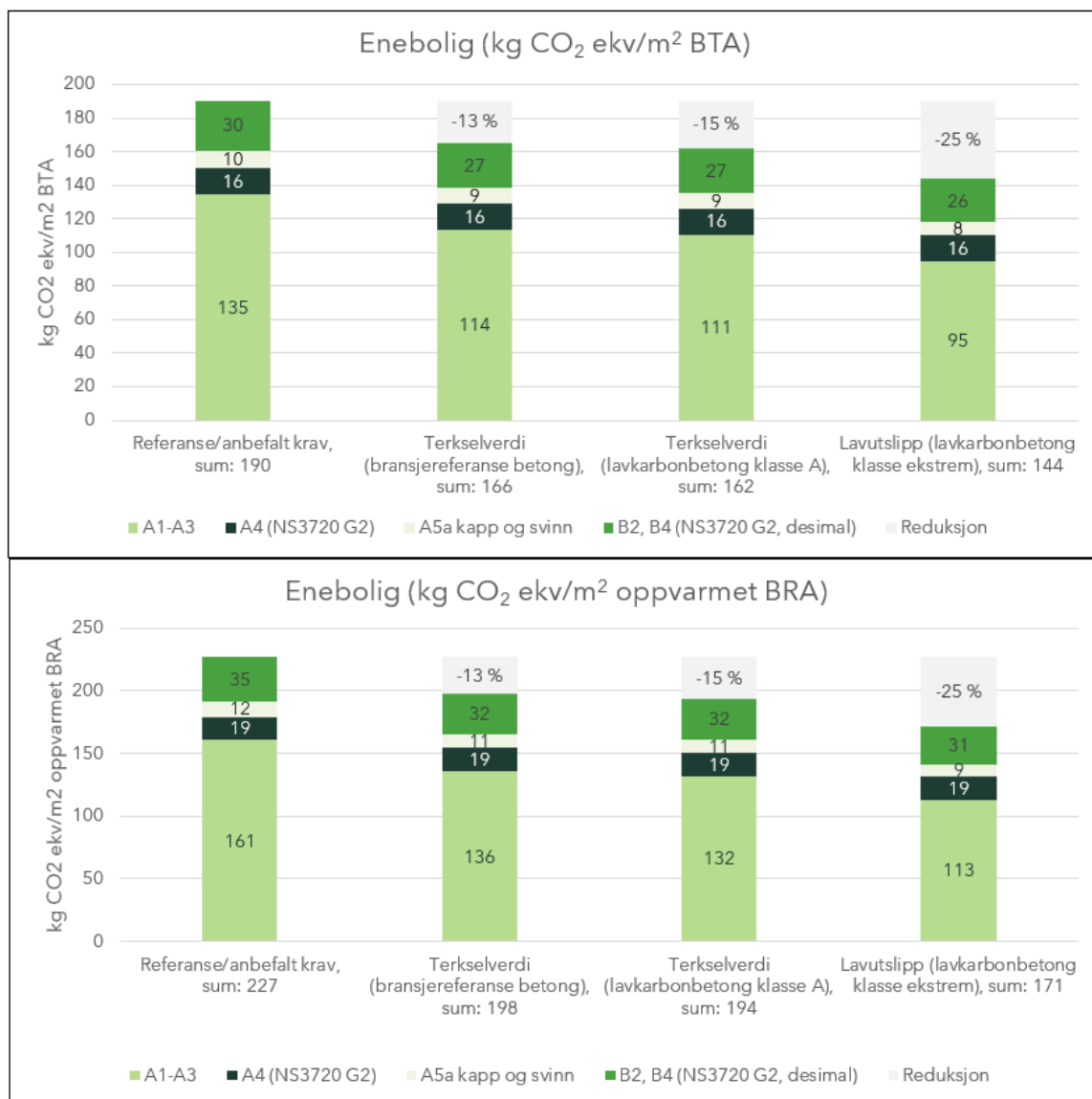
Figur 3-2: **Kontor**: Beregnet mulig reduksjon av klimagassutslipp for referansebygg, med utslippsfaktorer basert på terskelverdier for produkter og lavutslippsmaterialer. Resultater vist i kg CO₂-ekv/m² BTA og oppvarmet BRA.

3.3.2. Boligblokk



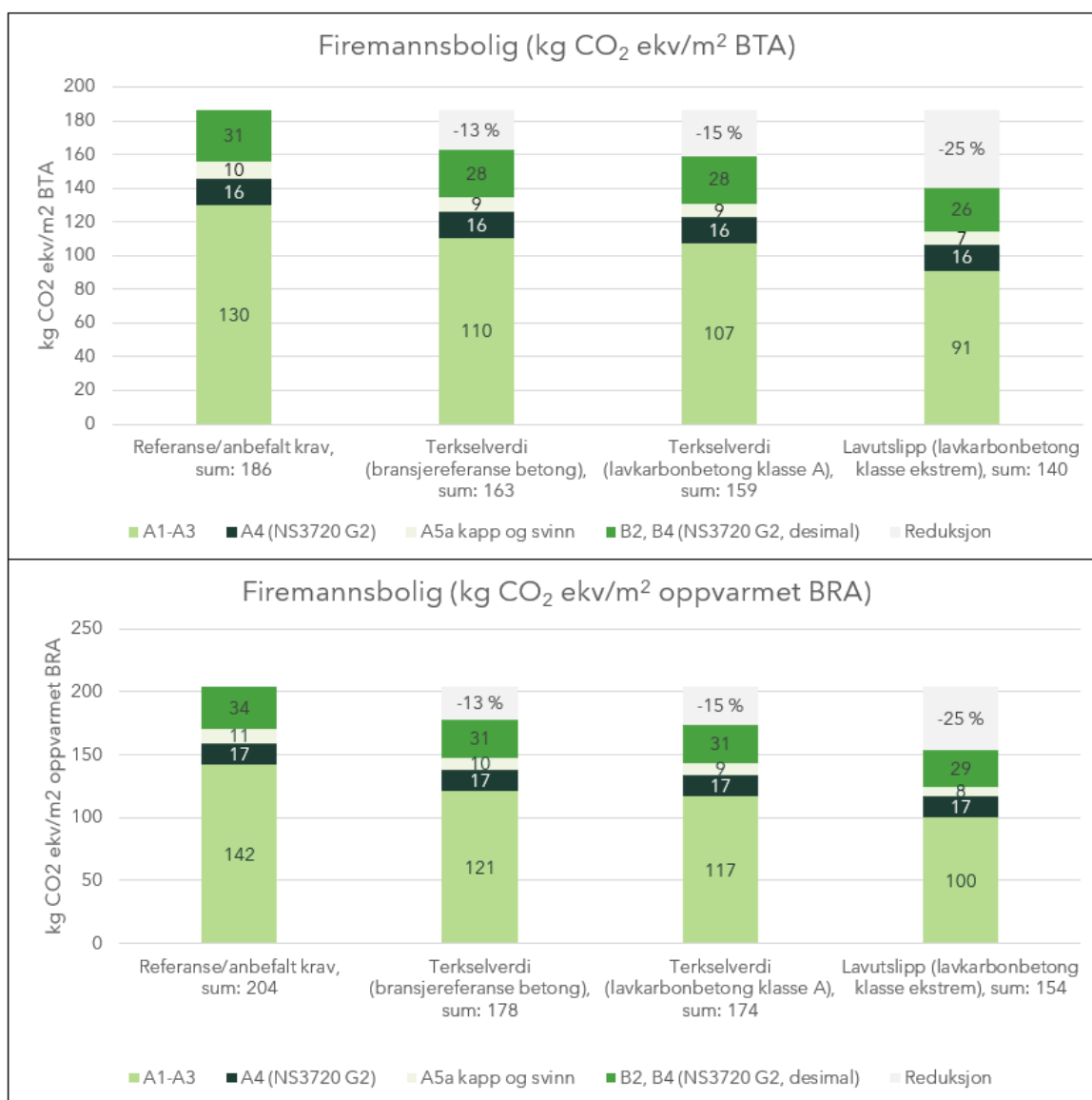
Figur 3-3: **Boligblokk**: Beregnet mulig reduksjon av klimagassutslipp for referansebygg, med utslippsfaktorer basert på terskelverdier for produkter og lavutslippsmaterialer. Resultater vist i kg CO₂-ekv/m² BTA og oppvarmet BRA

3.3.3. Enebolig



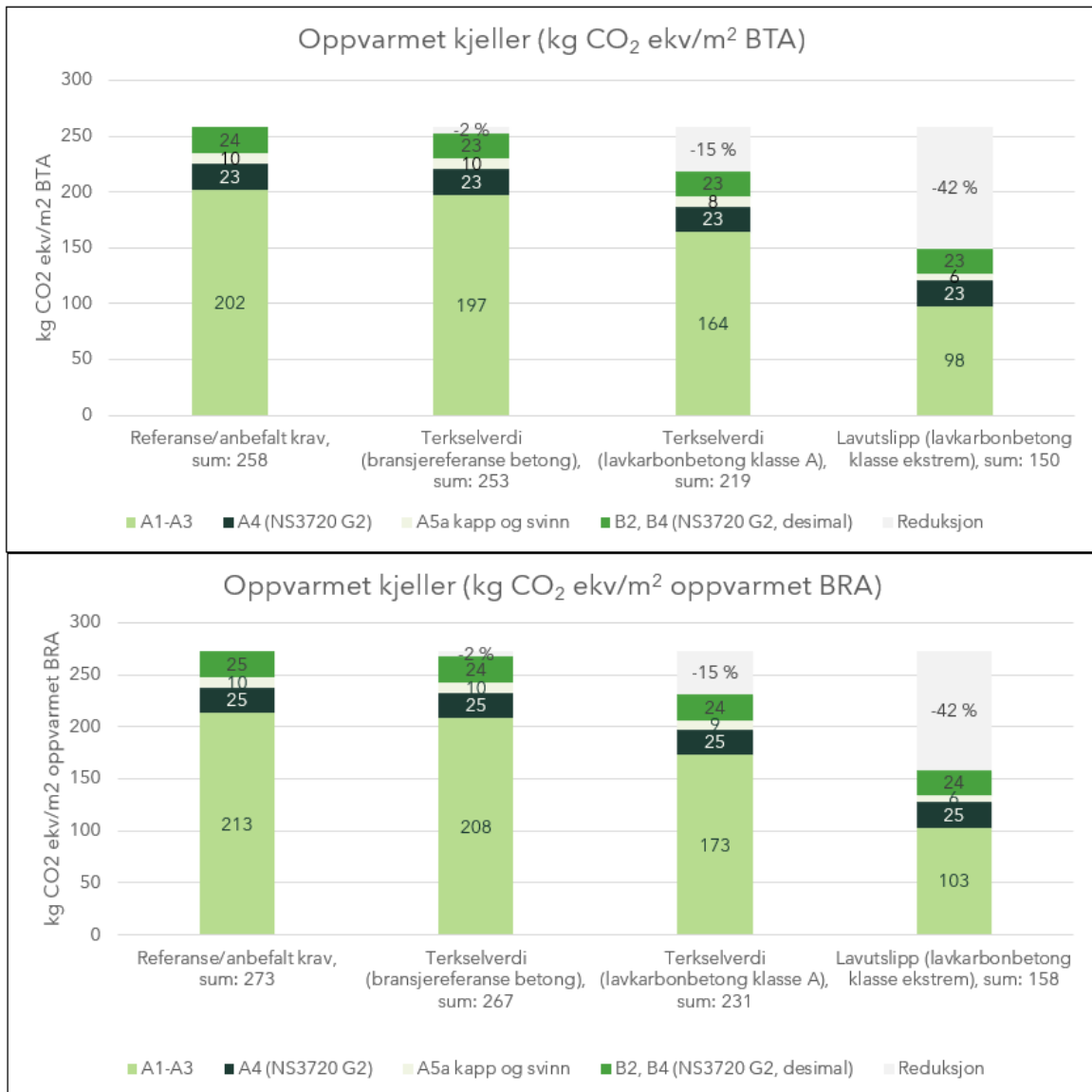
Figur 3-4: **Enebolig**: Beregnet mulig reduksjon av klimagassutslipp for referansebygg, med utslippsfaktorer basert på terskelverdier for produkter og lavutslippsmaterialer. Resultater vist i kg CO₂-ekv/m² BTA og oppvarmet BRA

3.3.4. Firemannsbolig



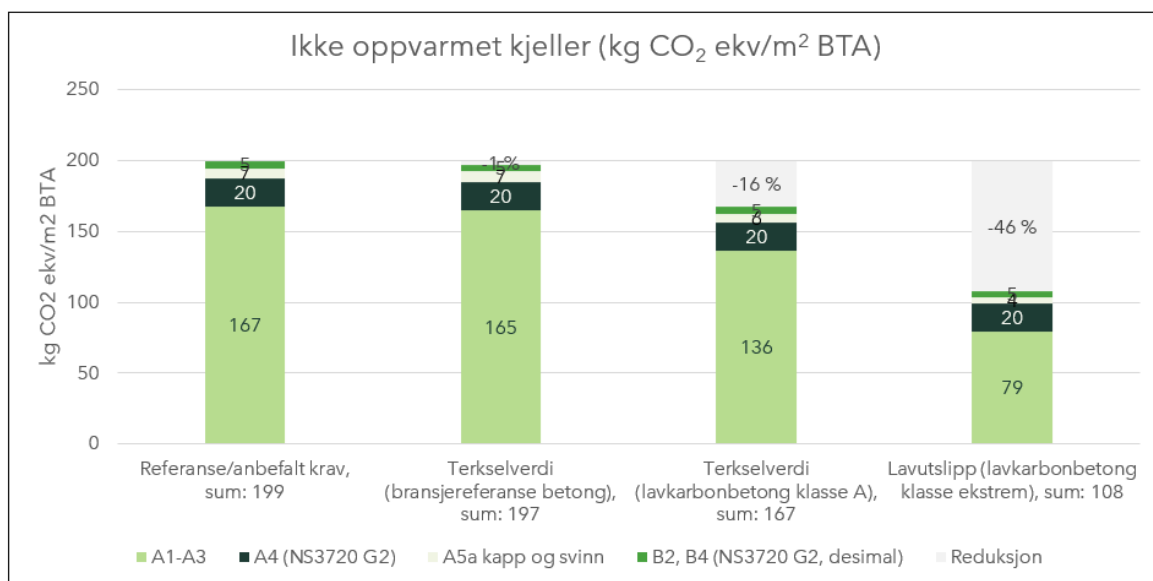
Figur 3-5: **Firemannsbolig**: Beregnet mulig reduksjon av klimagassutslipp for referansebygg, med utslippsfaktorer basert på terskelverdier for produkter og lavutslippsmaterialer. Resultater vist i kg CO₂-ekv/m² BTA og oppvarmet BRA

3.3.5. Oppvarmet kjeller



Figur 3-6: **Oppvarmet kjeller** Beregnet mulig reduksjon av klimagassutslipp for referansebygg, med utslippsfaktorer basert på terskelverdier for produkter og lavutslippsmaterialer. Resultater vist i kg CO₂-ekv/m² BTA og oppvarmet BRA

3.3.6. Ikke oppvarmet kjeller



Figur 3-7: **Ikke oppvarmet kjeller:** Beregnet mulig reduksjon av klimagassutslipp for referansebygg, med utslippsfaktorer basert på terskelverdier for produkter og lavutslippsmaterialer. Resultater vist i kg CO₂-ekv/m² BTA og oppvarmet BRA

3.4. Kostnadsberegninger

Det er gjennomført kostnadsberegninger for alle modellbygg i analysen, samt, estimerer for merkostnader ved bruk av lavutslippsmaterialer.

3.4.1. Modellbygg og kalkyler

For å gjennomføre kostnadsberegninger tatt utgangspunkt i kalkyler fra modellbygg i programvaren ISY Calcus BIM v 8.7²⁹. Kalkylen er bygget opp av priselementer og prislinjer basert på Norsk prisbok³⁰, Element- og prisregister (versjon 202402). Modellbyggene i Calcus er deretter gjennomgått og endret til å ha tilsvarende oppbygning som referansebyggene i klimagassanalysen, både med tanke på geometrisk utforming, materialvalg og mengder. Modellbygg benyttet i analysen og modifikasjoner er spesifisert i Tabell 3-1.

Tabell 3-1 Modellbygg i ISY Calcus benyttet i kostnadsberegningene.

Referansebygg	Modellbygg i ISY Calcus	Kommentar
Kontor	Kontorbygning - 5000 m2	
Boligblokk	Boligblokk prefab betong med lukket p-kjeller	Kun boligdel - bunnplate fra kjeller lagt til i boligdel.
Enebolig	Enebolig uten kjeller, normal standard	
Firemannsbolig	Firemannsbolig med p-kjeller	Kun resultater for firemannsbolig - uten kjeller. Bunnplate fra kjeller flyttet til boligdel.
Kjeller, oppvarmet	Boligblokk prefab betong med lukket p-kjeller	Inkluderer kun kjellerdel - bunnplate inkludert i boligdel
Kjeller, uoppvarmet	Kontorbygning med kjeller - 15 000 m2	Inkluderer kun kjellerdel - bunnplate inkludert i kontorbyggmodell.

Resultatet presenteres som Basiskostnad (kontoplan 1-10) per kontoplan etter NS 3453 - *Spesifikasjon av kostnader i et byggeprosjekt*. Det er benyttet standard påslag for material, UE og enhetstid.

²⁹ [Kalkulasjonsverktøyet ISY Calcus - Norconsult Digital](#)

³⁰ [Norsk prisbok](#)

Følgende momenter er ekskludert fra analysen:

- Kontoplan 7 utomhus er ikke inkludert i analysen da det ikke er beregnet referansebygg for dette og størrelsen vil variere med ulike prosjekt.
- Kontoplan 9 Spesielle kostnader er ikke inkludert i modellbyggene.
- Modellbyggene for kjeller inkluderer ikke bunnplate, da denne tilegnes hovedbygningsskategorien. Etasjeskille mot første etasje er inkludert.

3.4.2. Beregning av merkostnader for lavutslippsmaterialer

For å beregne merkostnader for lavutslippsmaterialer er det tatt utgangspunkt i prislinjer i Norsk prisbok. Det er kun en begrenset mengde lavutslippsmaterialer som har en kostnad i Norsk prisbok: Betong, gips og vinyl. Resultater vises for ulike klasser med lavutslippsbetong.

Da det er stor usikkerhet i merkostnader for lavutslippsmaterialer er kun de overnevnte materialene vurdert kvantitativt, mens andre momenter diskuteres kvalitativt i diskusjonen. Dette for å unngå å spre potensielt feilaktige opplysninger om merkostnader for lavutslippsmaterialer.

Merkostnader for ulike materialer er oppgitt i Tabell 3-2 og Tabell 3-3. Merkostnadene per enhet ligger på rundt 4-5 % for lavkarbonbetong A, 9-12 % for lavkarbonbetong pluss, 19-25 % for lavkarbonbetong ekstrem/betong med CCS sement. . Kostnader for CCS betong er estimert basert på et foredrag fra Heidelberg Materials³¹ og anses å ha mye høyere usikkerhet enn prisene fra Norsk Prisbok.

For gips og vinyl ligger merkostnad per enhet på henholdsvis 17 % og 39 %. Disse merkostnadene er lagt til alle lavutslippsscenarioer.

Tabell 3-2 Kostnader for ulike betongklasser med standard og lavutslippsbetong. Kr per enhet, ekskl. MVA med standard påslag for material, UE og enhetstid. Kilde: Norsk Prisbok (202402)

Materiale	Enhet	Standard løsning	Lavkarbon-betong A	Lavkarbon-betong pluss	Lavkarbon-betong ekstrem/CCS sement
Betong, B30	m ³	2 957	3 090	3 222	3 505
Betong, B35	m ³	3 390	3 533	3 702	4 016
Betong, B45	m ³	3 927	4 098	4 283	4 653
Hulldekke 265 mm	m ²	1 346	1 404	1 520	1 682

³¹ Grønn Fremtid med nytenkende løsninger i Betong - Foredrag av Heidelberg Materials for Asplan Viak 26.11.2024.

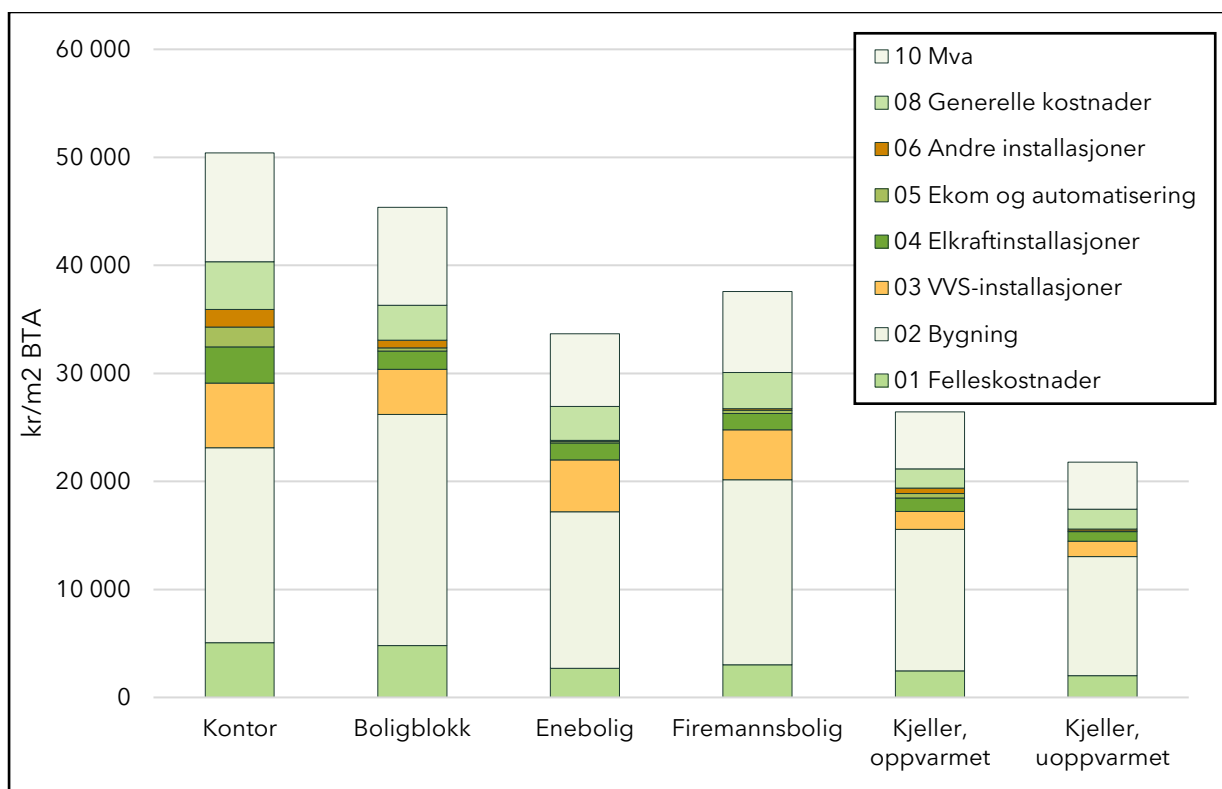
Tabell 3-3 Kostnader for gips og vinyl standard og redusert klimagassutslipp. Kr per enhet, ekskl. MVA med standard påslag for material, UE og enhetstid. Kilde: Norsk Prisbok (202402)

Materiale	Enhet	Standard	Lavutslipp
Gips	m ²	222	260
Vinyl	m ²	419	582

3.4.3. Resultater

3.4.3.1 Kalkyle modellbygg

Figur 3-8 viser kalkyler (Basiskostnad, kontoplan 1-10) for alle standardmodellbygg i kroner per kvadratmeter BTA. Kontor og boligblokk har den høyeste basiskostnaden på henholdsvis 50 000 og 45 000 kroner per kvadratmeter. Enebolig og firemannsbolig har en lavere kostnad på henholdsvis 33 000 og 37 000 kroner per kvadratmeter, mens kjellerne ligger på 26 000 kroner (oppvarmet) og 22 000 kroner (uoppvarmet). Merk at kjelleren har en redusert kostnad for bunnplaten er ekskludert fra bygget. Etasjeskille mot første etasje er inkludert for kjeller.



Figur 3-8 Basiskostnad (konto 1-10) for modellbygg. Kroner per m² BTA. Mva står for merverdiavgift.

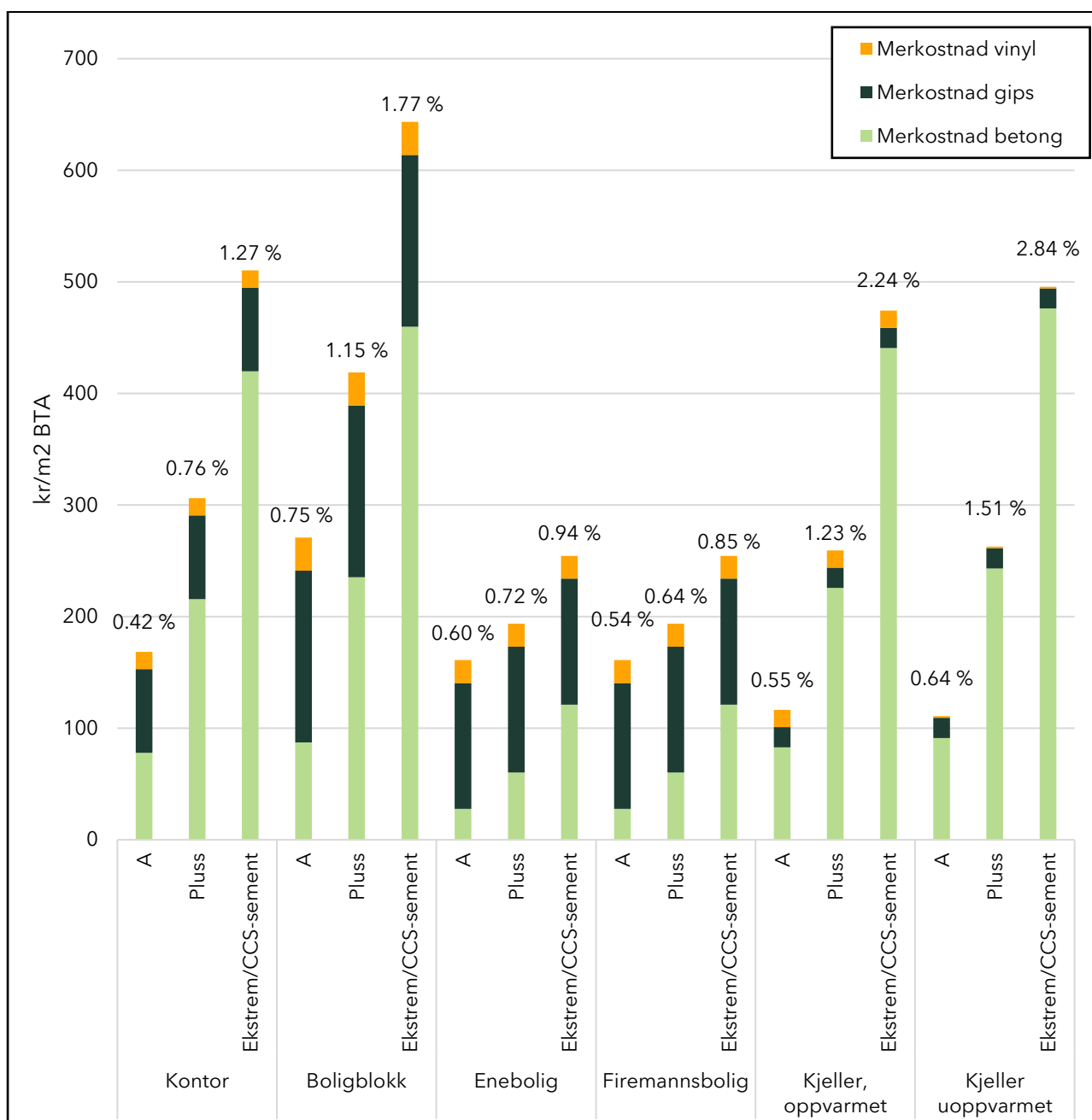
Kontoplan 2 Bygning har det største bidraget på 36 - 51 % av kostnadene. Deretter kommer kontoplan 3 VVS-installasjoner på 6 - 14 % av kostnadene. Kontoplan 1 Felleskostnader har et bidrag på 8 - 11 %. Andre kontoplaner har lavere bidrag enn dette. Bidragene i kostnader underbygger vurderingen om at kontoplan 2 Bygning og

kontoplan 3 VVS-installasjoner er de viktigste bygningsdelene å ha fokus på i et kost-nytte perspektiv.

3.4.3.2 Merkostnader lavutslippsmaterialer

Resultatene er vist i Figur 3-9 og viser en merkostnad på 0,42 %-2,84 % av basiskostnaden avhengig av bygningstype og grad av lavutslippsbetong, med en naturlig økning i merkostnad for bygg med en stor andel betongelementer.

Gips og vinyl er inkludert i alle scenarier. Prosentvis merkostnad for kun lavutslipps gips og vinyl varierer mellom 0,22 % og 0,52 % for ulike bygningstyper.



Figur 3-9 Merkostnad for modellbyggene per m2 og prosentvis økning av Basiskostnad med lavutslipps gips, vinyl og fire ulike typer lavkarbonbetong. Kilde: Norsk Prisbok (202402).

3.4.4. Diskusjon

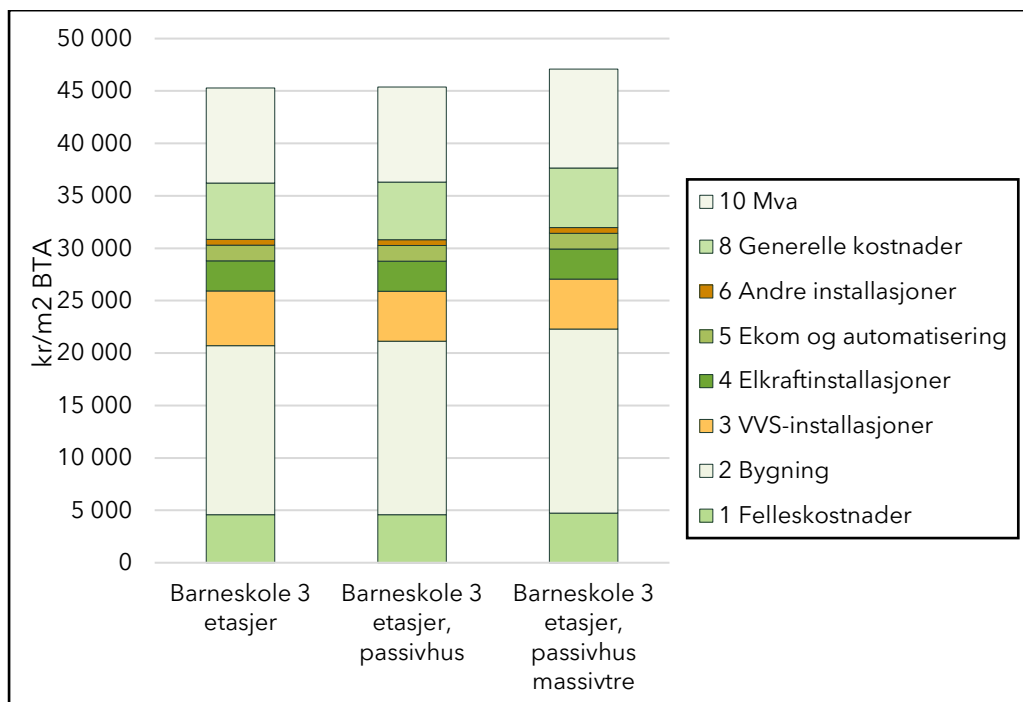
Resultatene viser en lav til moderat merkostnad ved å benytte lavutslippsmaterialer i byggene, men beregningene har en usikkerhet. Resultatene representerer kun et øyeblikksbilde for 2024 og må forventes å endre seg over tid og geografisk beliggenhet. I Osloregionen er det en bred oppfatning om at bruk av lavkarbonbetong klasse A ikke har noen merkostnad.

Det er ikke alle merkostnader som fanges opp i kalkylen. Beregningene inkluderer for eksempel ikke økte byggekostnader ved økt herdetid på byggeplass eller endring i prosjekteringskostnader ved å prosjektere klimavennlige løsninger.

CCS betong antas å ligge i sjiktet på merkostnad tilsvarende lavkarbonbetong ekstrem.

For vinyl og gips er det ikke spesifisert i ISY Calcus hvor mye redusert klimagassutslipp merkostnaden gjelder for. Mange andre materialer har ikke en identifisert merkostnad, men man bør anta at spesielt materialer med betydelig utslippsreduksjon også kan ha en økt kostnad. Hvis merkostnaden for andre materialer ligger på 17 - 40 % som for gips og vinyl, er dette en ikke ubetydelig kostnad som kan ha påvirkning på økonomien i prosjektet.

Det finnes også andre løsninger med en potensiell reduksjon i klimagassutslipp, blant annet bruk av massivtre i bæresystem. ISY Calcus har ikke kalkyler for massivtrebygg for referansebyggene undersøkt i analysen. Massivtrebygg er derimot inkludert i modellbygg for barneskole som vist i Figur 3-10. Modellbygget representerer et skolebygg på 3 etasjer og 3 900 m² BTA. Basiskostnaden for standard løsning ligger på 45 280 kr per m², mens basiskostnaden for passivhus og massivtre ligger på 47 079 kr per m², en økning på 4 %. Økningen for barneskolen i betong og passivhus er lav på 0,2 % sammenlignet med et bygg etter teknisk forskrift. Merkostnaden for massivtrebygg i ISY Calcus sine kalkyler må dermed anses å være relativt høy.



Figur 3-10 Basiskostnad for skolebygg i 3 etasjer, i standard løsning, passivhus samt passivhus og massivtre. Kroner/m² BTA. Kilde: ISY Calcus (202402).

3.5. Merkostnad og klimagassreduksjon for et typisk kontor og småhus

Basert på besparelsene beregnet i kapittel 3.3 og merkostnadene beregnet i kapittel 3.4, er det gjennomført en eksempelbergingning på kostnader og utslippsreduksjon for kontor og småhus. Det er benyttet størrelsen på referansebygg for kontorbygget og gjennomsnittlig byggeareal småhus basert på statistikk fra SSB³². Dette gir et gjennomsnittlig areal for kontorbygg på 3600 m² BRA, og 223 m² BRA for småhus. Basiskostnad og klimagassutslipp fra materialbruk er vist i Tabell 3-4.

Tabell 3-4 Beregnet Basiskostnad (kroner) og klimagassutslipp (tonn CO₂-ekv) for to eksempelbygg.

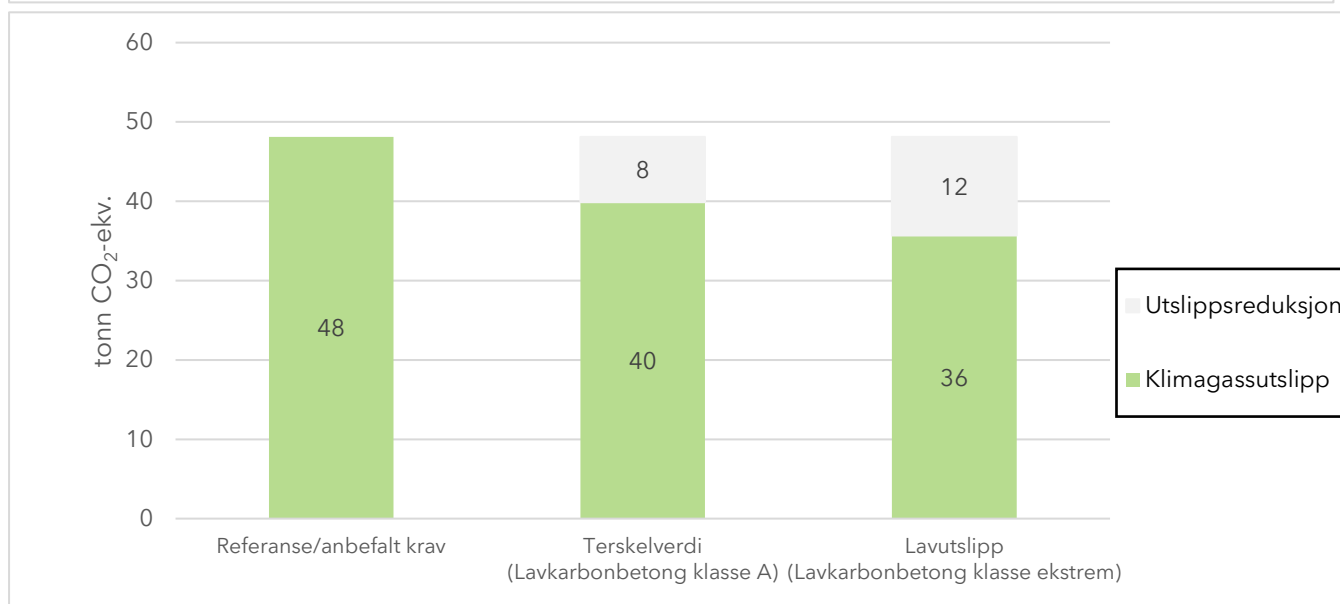
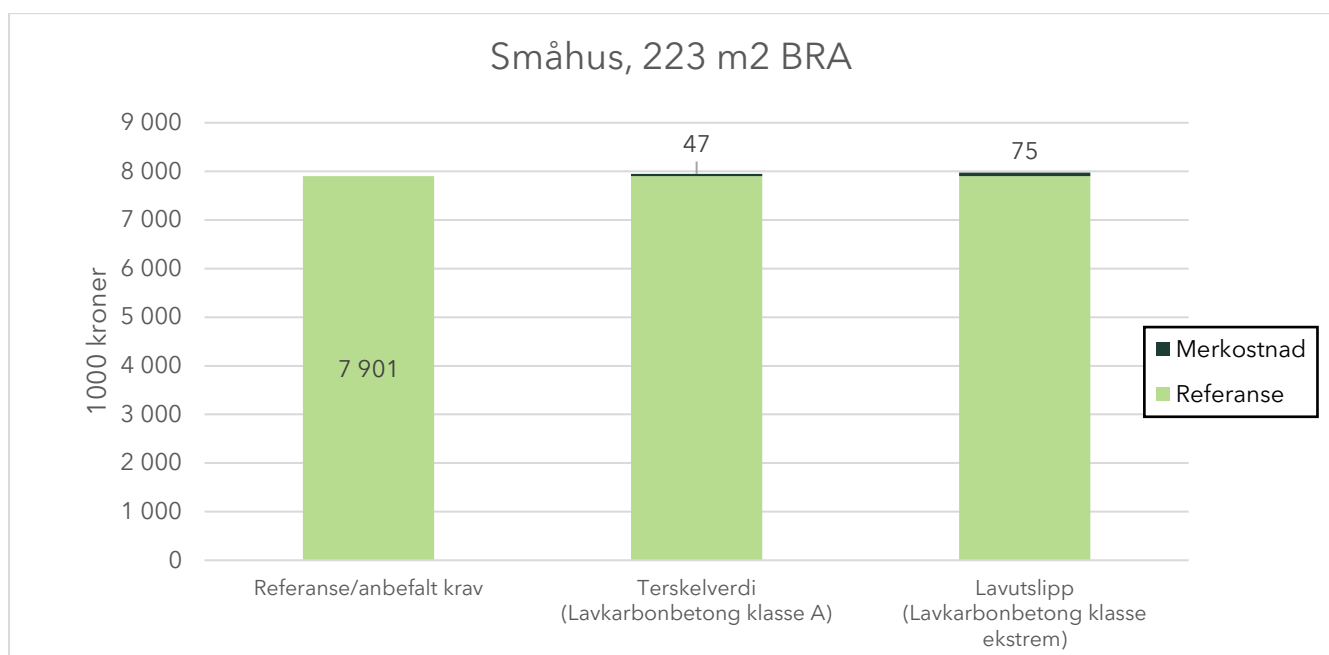
	Kontorbygg, 3600 m ² BRA		Småhus, 223 m ² BRA	
	Basiskostnad, kroner	Klimagassutslipp, tonn CO ₂ -ekv	Basiskostnad, kroner	Klimagassutslipp, tonn CO ₂ -ekv
Referanse/anbefalt krav	191 076 632	1 497	7 901 477	48
Terskelverdi (Lavkarbonbetong klasse A)	191 872 421	1 304	7 948 659	40
Lavutslipp (Lavkarbonbetong klasse ekstrem)	193 494 316	1 035	7 976 123	36

Figur 3-11 og Figur 3-12 viser beregnede merkostnader og utslippsreduksjon for henholdsvis kontorbygget og småhuset. Kontorbygget oppnår en betydelig utslippsreduksjon i begge alternativene til en relativt lav merkostnad. Småhusene har også en betydelig utslippsreduksjon til en prosentvis lavere merkostnad. En merkostnad på 75 000 kroner for å bruke lavkarbonbetong ekstrem kan imidlertid anses som vanskelig å akseptere i dagens privatboligmarked, som vil ha betydning for gjennomførbarheten av tiltaket.

³² [05940: Byggeareal. Boliger og bruksareal til bolig, etter bygningstype \(K\) 2000 - 2024. Statistikkbanken](#)
[05939: Byggeareal. Bruksareal til annet enn bolig, etter bygningstype \(m²\)\(K\) 2000 - 2024. Statistikkbanken](#)



Figur 3-11 Beregnet merkostnad og utslippsreduksjon for ulike nivåer av lavutslippsmaterialer for et kontorbygg på 3600 m² BRA. 1000 kroner og tonn CO₂-ekv.



Figur 3-12 Beregnet merkostnad og utslippsreduksjon for ulike nivåer av lavutslippsmaterialer for et småhus på 223 m² BRA. 1000 kroner og tonn CO₂-ekv.

3.6. Oppsummering: beregnet reduksjon og økt kostnad

Beregnet mulig endring (reduksjon) av klimagassutslipp for referansebygg, med utslippsfaktorer basert på terskelverdier og for produkter og lavutslippsmaterialer er vist i følgende tabeller, og beregnet prosentvis økning av Basiskostnad for noen av bygningskategoriene.

Tabell 3-5: Resultater fra tiltak med terskelverdier for produkter

Reduksjon fra referanse (A1-A3, A4, A5a, B2, B4)			
Bygg og tiltak	Terskelverdi med bransjereferanse betong	Terskelverdi med lavkarbonbetong A	BAT med lavkarbonbetong ekstrem
Kontor	-5%	-10%	-28%
<i>Prosentvis økning av Basiskostnad</i>	-	0,42%	1,27%
Boligblokk	-5%	-11%	-28%
<i>Prosentvis økning av Basiskostnad</i>	-	0,75%	1,77%
Enebolig	-13%	-15%	-25%
<i>Prosentvis økning av Basiskostnad</i>	-	0,6%	0,94%
Firemannsbolig	-13%	-15%	-25%
<i>Prosentvis økning av Basiskostnad</i>	-	0,54%	0,85%
Skole	-2%	-8%	-26%
Forretning	-6%	-11%	-28%
Sykehjem	-4%	-9%	-25%
Hotell	-6%	-11%	-26%
Kjeller, oppvarmet	-2%	-15%	-42%
<i>Prosentvis økning av Basiskostnad</i>	-	0,55%	2,24%
Kjeller, ikke oppvarmet	-1%	-16%	-46%
<i>Prosentvis økning av Basiskostnad</i>	-	0,64%	2,84%
Industribygg, lett og tung industri, 4 meter høyde	-2%	-4%	-14%
Industribygg, lett og tung industri, 20 meter høyde	-1%	-2%	-10%
Idrettsbygg, 9 meter høyde	-4%	-6%	-13%

4. Konklusjon og anbefalte kravsnivå

Anbefalte kravsnivå til klimakrav i TEK17 er vist i følgende tabeller. Beregnet kravsnivå er basert på følgende forutsetninger:

- Beregningsperiode: 50 år
- Livsløpsmoduler: A1-A3, A4, A5a, B2, B4
- Bygningsdeler: 22, 23, 24, 25³³, 26 og 28.
- Utslippsfaktor (A1-A3): *standard* materialer, GWP-IOBC
- Transportavstander (A4): NS3720 G2
- Levetider for materialer: NS3720 G2 regnet som desimaltall

Tabell 4-1: Anbefalte kravsnivå til klimakrav i TEK17 for kontor.

Kontor	kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	kg CO ₂ -ekv/m ² BRA
A1-A3	212	224
A4	27	29
A5a kapp og svinn	8	9
B2, B4	148	156
Sum	396	418

Tabell 4-2: Anbefalte kravsnivå til klimakrav i TEK17 for boligblokk.

Boligblokk	kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	kg CO ₂ -ekv/m ² BRA
A1-A3	268	294
A4	39	42
A5a kapp og svinn	13	14
B2, B4	34	38
Sum A1-B6	354	388

³³ 100 mm armert betong som gulv på grunn (bygningssdel 252) for alle bygg, bortsett fra kjeller som ikke inkluderer gulv på grunn (da dette er inkludert for arealer over bakken).

Tabell 4-3: Anbefalte kravsnivå til klimakrav i TEK17 for enebolig.

Enebolig	kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	kg CO ₂ -ekv/m ² BRA
A1-A3	135	161
A4	16	19
A5a kapp og svinn	10	12
B2, B4	30	35
Sum A1-B6	190	227

Tabell 4-4: Anbefalte kravsnivå til klimakrav i TEK17 for firemannsbolig.

Firemannsbolig	kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	kg CO ₂ -ekv/m ² BRA
A1-A3	130	142
A4	16	17
A5a kapp og svinn	10	11
B2, B4	31	34
Sum	186	204

Tabell 4-5: Anbefalte kravsnivå til klimakrav i TEK17 for skole.

Skole	kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	kg CO ₂ -ekv/m ² BRA
A1-A3	209	221
A4	26	27
A5a kapp og svinn	8	8
B2, B4	51	54
Sum	294	310

Tabell 4-6: Anbefalte kravsnivå til klimakrav i TEK17 for forretning.

Forretning	kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	kg CO ₂ -ekv/m ² BRA
A1-A3	196	205
A4	30	32
A5a kapp og svinn	7	7
B2, B4	93	97
Sum	326	341

Tabell 4-7: Anbefalte kravsnivå til klimakrav i TEK17 for sykehjem.

Sykehjem	kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	kg CO ₂ -ekv/m ² BRA
A1-A3	253	267
A4	30	32
A5a kapp og svinn	11	11
B2, B4	79	84
Sum	373	393

Tabell 4-8: Anbefalte kravsnivå til klimakrav i TEK17 for hotell.

Hotell	kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	kg CO ₂ -ekv/m ² BRA
A1-A3	295	324
A4	42	46
A5a kapp og svinn	15	17
B2, B4	113	123
Sum	465	509

Tabell 4-9: Anbefalte kravsnivå til klimakrav i TEK17 for oppvarmet kjeller.

Oppvarmet kjeller	kg CO ₂ -ekv/m ² BTA	kg CO ₂ -ekv/m ² BRA
A1-A3	202	213
A4	23	25
A5a kapp og svinn	10	10
B2, B4	24	25
Sum	258	273

Tabell 4-10: Anbefalte kravsnivå til klimakrav i TEK17 for ikke oppvarmet kjeller.

Ikke oppvarmet kjeller	kg CO ₂ -ekv/m ² BTA
A1-A3	167
A4	20
A5a kapp og svinn	7
B2, B4	5
Sum	199

Tabell 4-11: Anbefalte kravsnivå til klimakrav i TEK17 for industribygg, lett og tung industri.

Industribygg: kg CO₂-ekv/m² BYA	A1-A3	A4	A5a kapp og svinn	B2, B4	Sum: A1-A3, A4, A5a, B2, B4
4 m høyde	240	15	8	43	306
5 m høyde	249	17	8	45	318
6 m høyde	258	18	8	47	331
7 m høyde	267	19	8	49	343
8 m høyde	277	21	8	51	357
9 m høyde	289	22	8	53	373
10 m høyde	301	24	9	55	389
11 m høyde	314	25	9	57	405
12 m høyde	328	27	9	59	422
13 m høyde	342	29	9	61	440
14 m høyde	356	30	9	63	458
15 m høyde	371	32	9	65	477
16 m høyde	387	33	10	67	496
17 m høyde	403	35	10	68	516
18 m høyde	420	36	10	70	537
19 m høyde	438	38	10	72	558
20 m høyde	456	40	10	74	580

Tabell 4-12: Anbefalte kravsnivå til klimakrav i TEK17 for idrettsbygg.

Idrettsbygg: kg CO₂-ekv/m² BYA	A1-A3	A4	A5a kapp og svinn	B2, B4	Sum: A1-A3, A4, A5a, B2, B4
4 m høyde	260	23	10	88	381
7 m høyde	294	27	11	102	434
9 m høyde	321	31	12	111	474

Vedlegg

Vedlegg 1: Inndata til klimagassberegninger

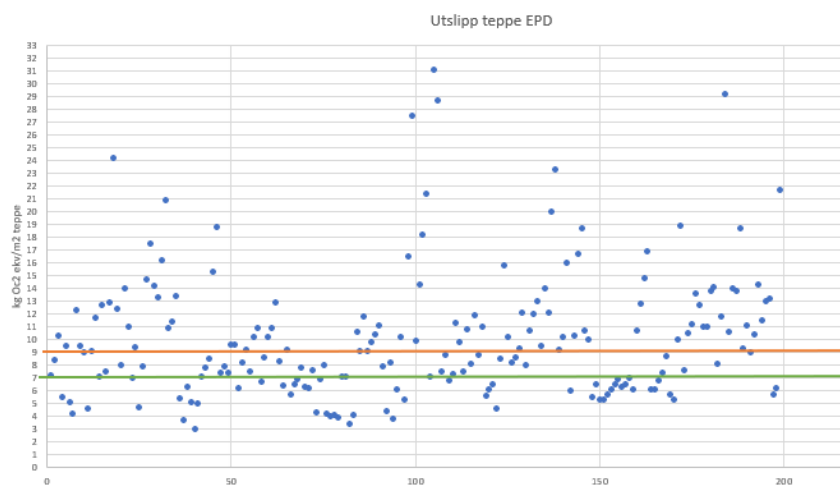
Utslippsfaktor A1-A3 og C1-C4 for materialer

Materiale	Enhet	Kg CO ₂ -ekv/enhet	
		Standard for referansebygg A1-A3	Referanse C1-C4
Armering, spenn	kg	2,68	0
Armeringsstål	kg	0,50	0
Asfaltteking, to lag	m ²	7	17,62
Avrettingsmasse	kg	0,47	0,00435
Betong, B35	m ³	270	10,44
Betong, B45	m ³	300	10,44
EPS, 80, 16 kg/m ³	m ³	49,0	44,11
Fibersementplate	m ²	21,94	0
Flislim	kg	0,47	0
Gipsplate, gulv, 13 mm	m ²	2,90	0,04
Gipsplate, standard	m ²	2,10	0,04
Glassfasade	m ²	155	0,19
Hulldekke, HD 265	m ² tonn	59,2 159,4	4,35 per tonn
Innerdør	m ²	30,0	4,53
Innvendig glassvegg	m ²	44,6	0,04
Keramisk flis	m ²	16,9	0
Konstruksjonsstål, hulprofil	kg	2,60	0
Konstruksjonsstål, valseprofil	kg	1,05	0
Konstruksjonsvirke	m ³	56,8	1,96
Lettklinkerblokk	m ³	117	2,83
Limtre	m ³	100,00	2,09
Linoleum	m ²	2,89	0,08
Maling, innvendig	m ²	0,33	0,241
Maling, utvendig	m ²	0,33	0,241
Massivtre	m ³	100,00	14,72
Mineralull, innervegg	m ³	35,0	0,13
Mineralull, trykkfast tak	m ³	100	0,48
Mineralull, yttervegg	m ³	50,0	0,13
Mørtel	kg	0,578	0
Mørtel, tegl	m ²	17,3	0
OSB plate, 15 mm	m ²	5,04	1,73
Parkett	m ²	9,18	0,1
Pukk	tonn	3,13	4
PVC undertak	m ²	4,82	0,59
Sponplater, 22 mm	m ³	4,31	5,69
Takstein	m ²	11,1	0,2
Tegl, 112 kg/m ²	m ²	31,08	1,8
Teppe	m ²	9,08	0,05

Materiale	Enhet	Kg CO ₂ -ekv/enhet	
		Standard for referansebygg A1-A3	Referanse C1-C4
Trinnlydsplate, glassull, 20 mm	m ²	1,76	0,01
Utvendig GU-X	m ²	1,7	0,04
Utvendig kledning, tre, 21 mm	m ²	5,42	0,05
Vindu, 3 lags, med aluminium	kg m ² stykk (1,23*1,48)	1,99 (per kg) 68,2 (per m ²) 124,2 (per stykk)	0,15
Vinyl	m ²	6,75	5,56
Våtromsmembran	m ²	1,43	5,24
Ytterdør i stål	m ²	84,7	1,69

Vurdering av utslippsfaktor for teppe

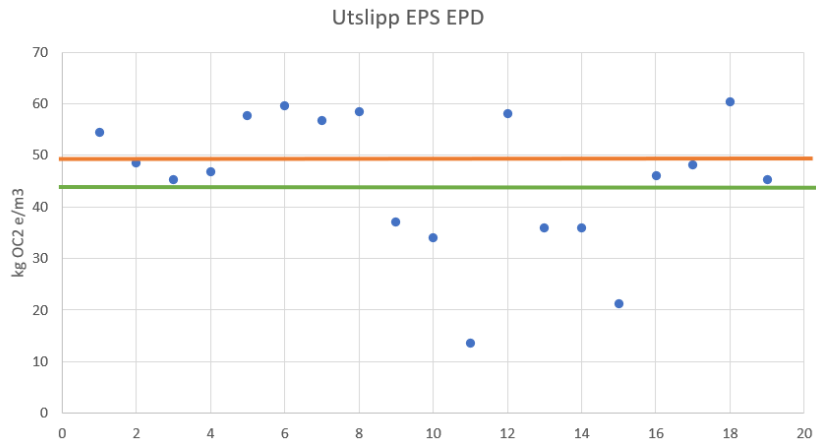
Figuren viser klimagassutslipp i kg CO₂-ekv/m² teppe, fra ulike tilgjengelige EPDer tilgjengelig via The Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU). Standard utslippsfaktor på 9 kg CO₂-ekv/m² teppe er vist med oransje line. Terskelverdi på 7 kg CO₂-ekv/m² teppe fra Grønn Materialguide er vist med grønn linje.



Figur: Klimagassutslipp i kg CO₂-ekv/m² teppe, fra ulike tilgjengelige EPDer

Vurdering av utslippsfaktor for EPS

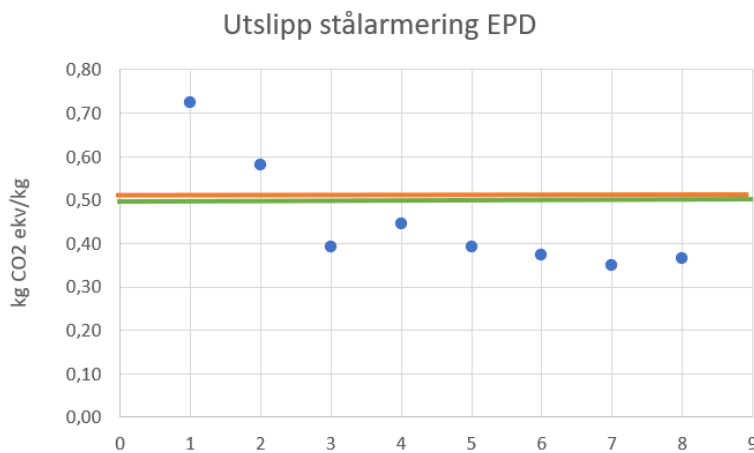
Figuren viser klimagassutslipp i kg CO₂-ekv/m³ EPS, fra ulike tilgjengelige EPDer tilgjengelig via EPD-Norge. Standard utslippsfaktor på 49 kg CO₂-ekv/m³ teppe er vist med oransje line. Terskelverdi på 43,4 kg CO₂-ekv/m² teppe fra Grønn Materialguide er vist med grønn linje.



Figur: Klimagassutslipp i kg CO₂-ekv/m³ EPS, fra ulike tilgjengelige EPDer

Vurdering av utslippsfaktor for armeringsstål

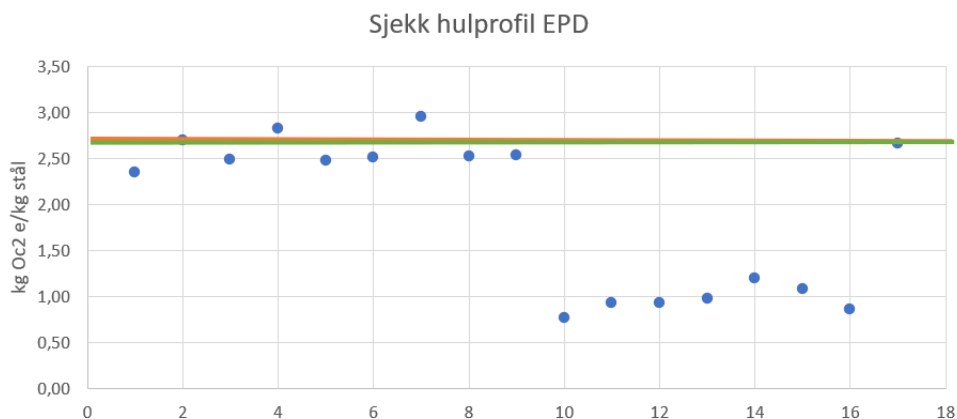
Figuren viser klimagassutslipp i kg CO₂-ekv/kg armeringsstål, fra ulike tilgjengelige EPDer tilgjengelig via EPD-Norge. Standard utslippsfaktor og terskelverdi fra Grønn Materialguide på 0,5 kg CO₂-ekv/kg armeringsstål er vist med oransje line og grønn linje.



Figur: Klimagassutslipp i kg CO₂-ekv/kg armeringsstål, fra ulike tilgjengelige EPDer

Vurdering av utslippsfaktor for hulprofil

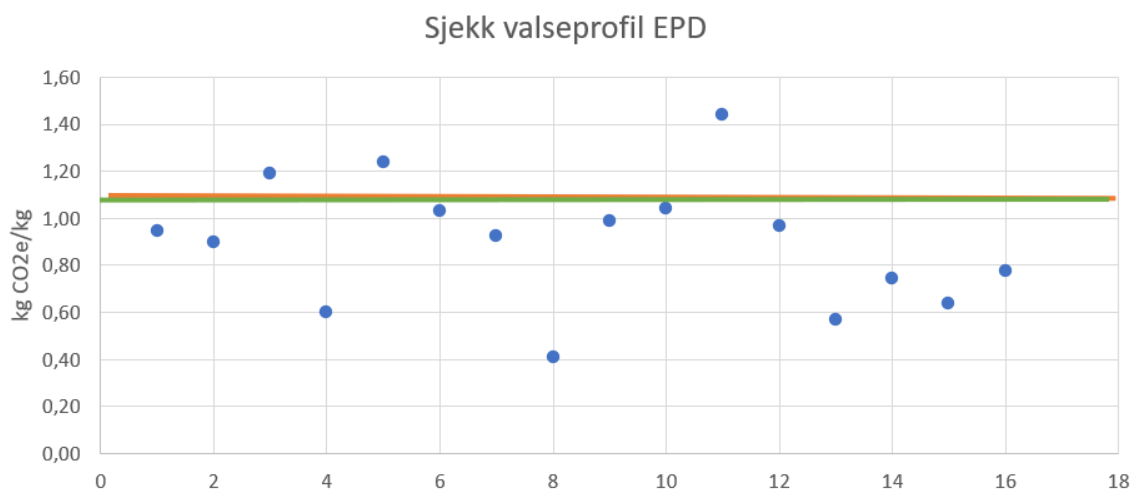
Figuren viser klimagassutslipp i kg CO₂-ekv/kg hulprofil, fra ulike tilgjengelige EPDer tilgjengelig via EPD-Norge. Standard utslippsfaktor og terskelverdi fra Grønn Materialguide på 2,6 kg CO₂-ekv/kg hulprofil er vist med oransje line og grønn linje.



Figur: Klimagassutslipp i kg CO₂-ekv/kg hulprofil, fra ulike tilgjengelige EPDer

Vurdering av utslippsfaktor for valseprofil

Figuren viser klimagassutslipp i kg CO₂-ekv/kg valseprofil, fra ulike tilgjengelige EPDer tilgjengelig via EPD-Norge. Standard utslippsfaktor og terskelverdi fra Grønn Materialguide på 1,05kg CO₂-ekv/kg valseprofil er vist med oransje line og grønn linje.



Figur: Klimagassutslipp i kg CO₂-ekv/kg valseprofil, fra ulike tilgjengelige EPDer

Transportavstander

Materiale	A4 DFØ [km]	A4 NS3720 G2 i Norge [km]	A4 NS3720 G2 i Europa [km]
Armering, spenn	500	500	0
Armeringsstål	500	500	0
Asfalttekkning, to lag	500	300	0
Avrettingsmasse	500	300	0
Betong, B35	50	50	0
Betong, B45	50	50	0
EPS, 80, 16 kg/m3	500	300	0
Fibersementplate	500	500	0

Materiale	A4 DFØ [km]	A4 NS3720 G2 i Norge [km]	A4 NS3720 G2 i Europa [km]
Flislim	2000	300	0
Gipsplate, gulv, 13 mm	500	300	0
Gipsplate, standard	500	300	0
Glassfasade	2000	300	2000
Hulldekke, HD 265	200	300	0
Innerdør	500	300	0
Innvendig glassvegg	500	300	0
Keramisk flis	2000	300	2000
Konstruksjonsstål, hulprofil	2000	500	0
Konstruksjonsstål, valseprofil	2000	500	0
Konstruksjonsvirke	500	300	0
Lettklinkerblokk	500	300	0
Limtre	500	300	0
Linoleum	2000	300	0
Maling, innvendig	500	500	0
Maling, utvendig	500	500	0
Massivtre	500	300	0
Mineralull, innervegg	500	300	0
Mineralull, trykkfast tak	500	300	0
Mineralull, yttervegg	500	300	0
Mørtel	500	300	0
Mørtel, tegl	500	300	0
OSB plate, 15 mm	500	300	0
Parkett	2000	300	2000
Pukk	50	300	0
PVC undertak	2000	300	0
Sponplater, 22 mm	500	300	0
Takstein	500	300	0
Tegl	2000	300	500
Teppe	2000	300	2000
Trinnlydsplate, glassull, 20 mm	2000	300	0
Utvendig GU-X	500	300	0
Utvendig kledning, tre, 21 mm	2000	300	0
Vindu, 3 lags, med aluminium	500	300	0
Vinyl	500	300	0
Våtromsmembran	2000	300	0
Ytterdør i stål	500	300	0

Kapp og svinn

Materiale	A5 % kapp svinn iht. NS3720 G2
Armering, spenn	5 %
Armeringsstål	5 %
Avrettingsmasse	5 %
Betong, B35	5 %
Betong, B45	5 %
Hulldekke, HD 265	0 %
EPS, 80, 16 kg/m ³	5 %
Flislim	5 %
Gipsplate, gulv, 13 mm	12 %
Gipsplate, standard	12 %
Innerdør	5 %
Keramisk flis	10 %
Konstruksjonsstål, hulprofil	1 %
Konstruksjonsstål, valseprofil	1 %
Linoleum	5 %
Mineralull, innervegg	5 %
Mineralull, trykkfast tak	5 %
Mineralull, yttervegg	5 %
Mørtel, tegl	10 %
OSB plate, 15 mm	5 %
Parkett	5 %
Pukk	5 %
Sponplater, 22 mm	10 %
Takstein	5 %
Tegl	5 %
Teppe	5 %
Trinnlydsplate, glassull, 20 mm	5 %
Utvendig GU-X	12 %
Maling, innvendig	5 %
Maling, utvendig	5 %
Utvendig kledning, tre, 21 mm	10 %
Vindu, 3 lags, med aluminium	5 %
Vinyl	5 %
Limtre	10 %
Massivtre	10 %
Konstruksjonsvirke	10 %
Mørtel	10 %
Lettklinkerblokk	5 %
Ytterdør i stål	5 %
Innvendig glassvegg	5 %
Asfaltteking, to lag	5 %
PVC undertak	5 %
Fibersementplate	1 %
Glassfasade	5 %
Våtromsmembran	5 %

Levetider benyttet i B2, B4

Materiale	Levetid DFØ	Levetid NS3720 [kort levetid]	Levetid NS3720 [middels levetid]	Levetid NS3720 [Lang levetid]	Levetider EPD
Armering, spenn	50	>50	>50	>50	50
Armeringsstål	50	>50	>50	>50	50
Avrettingsmasse	50	50	>50	50	50
Betong, B35	50	>50	>50	>50	50
Betong, B45	50	>50	>50	>50	50
Hulldekke, HD 265	50	>50	>50	>50	50
EPS, 80, 16 kg/m3	50	>50	>50	>50	50
Flislim	25	10	15	2550	50
Gipsplate, gulv, 13 mm	40	10	25	50	50
Gipsplate, standard	40	10	25	50	50
Innerdør- tre	40	10	25	50	50
Keramisk flis	25	10	15	25	50
Konstruksjonsstål, hulprofil	50	>50	>50	>50	50
Konstruksjonsstål, valseprofil	50	>50	>50	>50	50
Linoleum	20	20	20	20	
Mineralull, innervegg	50	>50	>50	>50	25
Mineralull, trykkfast tak	50	>50	>50	>50	
Mineralull, yttervegg	50	>50	>50	>50	50
Mørtel, tegl	50	50	50	50	50
OSB plate, 15 mm	50	10	25	50	
Parkett	40	15	15	25	25
Pukk	50	>50	50	>50	50
Sponplater, 22 mm	50	10	25	50	
Takstein	50	50	50	50	50
Tegl	50	>50	>50	>50	50
Teppe	8	10	10	15	10
Utvendig GU-X	50	>50	>50	>50	50
Maling, innvendig	12	10	15	25	10
Maling, utvendig	10	7	10	15	
Utvendig kledning, tre, 21 mm	50	50	50	50	50
Vindu, 3 lags, med aluminium	35	50	50	50	30
Vinyl	20	10	15	25	25
Limtre	50	50	50	50	50
Massivtre	50	50	50	50	50
Konstruksjonsvirke	50	50	50	50	50
Mørtel	50	50	50	50	50
Lettklinkerblokk	50	50	50	50	50
Ytterdør i stål	30	30	30	30	30
Innvendig glassvegg	50	10	25	50	50
Asfalttekking, to lag	30	30	30	30	35
PVC undertak	50	50	50	50	50
Fibersementplate	50	50	50	50	50
Glassfasade	30	50	50	50	50
Våtromsmembran	25				

Lavutslippsmaterialer, terskelverdier

Terskelverdiene er primært hentet fra Grønn Byggallianse sin Grønn Materialguide³⁴ versjon 4.0 fra april 2024. Dersom terskel verdiene er hentet fra andre kilder er dette vist i fotnote per produkttype.

Produkttype	Enhet	Kg CO ₂ -ekv/enhet (A1-A3)
Armeringsstål ³⁵	kg	0,5
Betong lavkarbonbetong B B30 ³⁶	m3	225
Betong lavkarbonbetong B B35 ³⁶	m3	240
Betong lavkarbonbetong B B45 ³⁶	m3	270
Betong lavkarbonbetong A B30 ³⁶	m3	200
Betong lavkarbonbetong A B35 ³⁶	m3	210
Betong lavkarbonbetong A B45 ³⁶	m3	220
Hulldekke, 265, lavkarbonbetong B, standard spennarmering	m2	54,6
Hulldekke, 265, lavkarbonbetong A, standard spennarmering	m2	47
Konstruksjonsvirke	m3	60
Limtre	m3	80
Massvitre	m3	95
Konstruksjonsstål (IHULT)	kg	1,05
Konstruksjonsstål (kaldformede og sveisede profiler)	kg	2,6
Utvendig kledning		
Ubehandlet tre	m2	1,4
Fibersement	m2	10,4
Metallkomposittplater	m2	35
Naturstein - 15-40 mm	m2	9,4
Teglstein	m2	28
Puss, u/underlag	m2	3
Glass, klart	m2	4,3
Glass, herdet/laminert	m2	21
Isolasjon		
Glassull (myk isolasjon i bindingsverk)	m3	20,6
Steinull (myk isolasjon i bindingsverk)	m3	35,3
EPS (trykkklasse 80 kN/m2)	m3	43,4
Overflatebehandling		
Gips, standard	m2	1,95
Gips, robust	m2	2,8
Kryssfiner	m2	6,0
MDF- Plater	m2	6,0
Sponplater	m2	3,8

³⁴ [2024-Gronn-Materialguide-v4.0.pdf](#)

³⁵ [EBA Terskelverdier 06.06.23](#)

³⁶ Norsk Betongforening Publikasjon 37, februar 2024

Produkttype	Enhet	Kg CO ₂ -ekv/enhet (A1-A3)
Aluminiumsplater, rene (1 mm)	m2	41
Dekker		
Teppeflis	m2	7,0
Gummi	m2	9,5
Heltregulv	m2	2,5
Keramisk flis	m2	11,2
Linoleum	m2	3,8
Vinyl	m2	6,1
Parkett	m2	5,5
Naturstein	m2	6,0
Kompositt terrassebord	m2	8,5
Taktekking		
Ubehandlet tre	m2	2,0
Takstein og taktegl	m2	10,2
Taktekking i sink	m2	15
Ett-lag asfalt takbelegg	m2	2,9
Flerlags asfalt takbelegg	m2	4,5
Ett-lags membran (PVC)	m2	4,5

Lavutslippsmaterialer, BAT, lavest mulig utslipp

Produkt	Enhet	Kg CO ₂ -ekv/enhet (A1-A3)
Armering, spenn	kg	0,93
Armeringsstål	kg	0,34
Avrettingsmasse Forbruk: ca. 1,8 kg pr. m2 pr. mm lagtykkelse.	kg	0,09
Betong B30	m3	130
Betong B35	m3	120
Betong B45	m3	130
Dampsperre	m2	0,4
Dør, innervegg	stk	80,4
Dør, yttervegg	stk	157,5
EPS 80	m3	46,5
Fasadeplate, fibersement, 12 mm	m2	10,4
Flislim til keramisk flis, 1,4 kg tørr mørtel (uten vann)/m2	kg	0,47
Gipsplate, 12,5 mm	m2	0,74
Gipsplate, gulv	m2	1,03
Glassfasade, yttervegg	m2	155
Glassvegg, innervegg	m2	44,6
Himling, mineralull 20 mm	m2	3,3
Hulldekke, 265 mm	m2	24,5
Hulprofil, konstruksjonsstål	kg	2,2
Keramisk flis, referanse	m2	11,2

Produkt	Enhet	Kg CO ₂ -ekv/enhet (A1-A3)
Kledning, tre (ubehandlet), 19 mm	m ²	1,4
Konstruksjonsvirke, tre	m ³	56,9
Lettklinker	m ³	117,1
Limtre	m ³	80
Linoleum	m ²	2,89
Maling, innervegg, 1 strøk	m ²	0,33
Maling, utvendig	m ²	0,33
Massivtre	m ³	95
Mineralull, innervegg	m ³	12,9
Mineralull, trykkfast tak	m ³	100
Mineralull, yttervegg	m ³	33
Mørtel/puss. Forbruk. Puss: ca. 1,8 kg pr. m ² pr. mm lagtykkelse. Oppmuring tegl: ca. 80 kg pr. m ² . Oppmuring lettklinker 25 cm: ca. 18 kg pr. m ² .	kg	0,58
OSB plate	m ²	5,04
Parkett, 12,5 mm	m ²	2,9
Pukk	tonn	0,0031
Sponplate, 22 mm	m ²	3,8
Stålprofil systemhimling, 0,7 m profil/m ² himling, 1,12 kg stål/m profil	kg	2,6
Stålstender vegg, 2,4 m stender/m ² vegg, 0,74 kg stål/m 100 mm stenderprofil	kg	2,6
Takstein	m ²	10,2
Taktekning	m ²	4,5
Tegl	m ²	28
Teppe	m ²	7
Tetningsmasse/fugemasse 1,5 kg per m ²	m ²	1,43
Trinnlydsplate, glassull, 20 mm	m ²	1,76
Valseprofil, konstruksjonsstål	kg	1
Vindsperre, GU-X	m ²	1,6
Vindu, 3 lag glass, med alu, U:0,8	m ²	68,2
Vinyl	m ²	6,1

Vedlegg 2: Grunnlag for beregninger av klimagassutslipp fra VVS-utstyr

For å beregne klimagassutslipp fra bygningsdel 3 *VVS-installasjoner* er det benyttet Reduzer sine referanseverdier for VVS-installasjoner. Referanseverdiene er fortsatt under bearbeiding og må dermed anses som veiledende og estimerer for å finne størrelsesordenen av klimagassutslipp fra VVS. Mengdene er basert på modellbygg utviklet i forskningsprosjektet Grønn VSS. Levetider er satt i Reduzer og baserer seg på veiledningen til NS 3720 - middels levetid. Transportavstand er satt til 2 000 km med lastebil for alle materialer.

Arealer mengdegrunnlaget i vedlegget er basert på vises i tabellen nedenfor.

Modellbygg	Areal fra Reduzer, BTA	Areal en etasje
Kontor	3 346	837
Boligblokk	4 490	879

Deler av mengdegrunnlaget er representativt for en etasje mens deler av mengdene er representative for hele bygget som vist i tabellene nedenfor. Disse mengdene er så skalert etter BTA for DFØ-byggene. For enebolig og firemannsbolig er boligblokkmengdene skalert per kvadratmeter BTA ekskludert sprinkelsystemer.

Kontor

Del av modell	Mengder representativt for	Skaleringsfaktor til DFØ bygg
Varme rør	En etasje	4,5
Bunnledninger sanitær	Hele bygget	1,14
Sanitær typisk etasje	En etasje	4,5
Sanitær tak	Hele bygget	1,14
Sprinkler underetasje	Hele bygget	1,14
Sprinkler typisk etasje	En etasje	4,5
Ventilasjon	En etasje	4,5
Varmesentral	Hele bygget	1,14

Boligblokk

	Mengder representativt for	Skaleringsfaktor Boligblokk
Varme rør	En etasje	1,12
Bunnledninger sanitær	Hele bygget	0,22
Sanitær typisk etasje	En etasje	1,12
Sanitær tak	Hele bygget	0,22
Sprinkler underetasje	Hele bygget	0,22
Sprinkler typisk etasje	En etasje	1,12
Ventilasjon	En etasje	1,12
Varmesentral	Hele bygget	0,16

Materialmengder og løsningsvalg VVS-utstyr kontor

Bygningsdel	Materialkategori	Mengde	Enhet	Levetid, år
311: Bunnledninger for sanitærinstallasjoner	Avløpsrør	119,5	kg	50
311: Bunnledninger for sanitærinstallasjoner	Avløpsrør	406,6	kg	50
312: Ledningsnett for sanitærinstallasjoner	Avløpsrør	9,4	kg	50
312: Ledningsnett for sanitærinstallasjoner	Ventiler og fittings	44,2	kg	50
312: Ledningsnett for sanitærinstallasjoner	Ventiler og fittings	17,8	kg	50
312: Ledningsnett for sanitærinstallasjoner	Avløpsrør	10,8	kg	50
312: Ledningsnett for sanitærinstallasjoner	Avløpsrør	6,6	kg	50
312: Ledningsnett for sanitærinstallasjoner	Avløpsrør	206,5	kg	50
312: Ledningsnett for sanitærinstallasjoner	Avløpsrør	474,6	kg	50
315: Utstyr for sanitærinstallasjoner	Sanitærutstyr	22,7	stk	40
315: Utstyr for sanitærinstallasjoner	Sanitærutstyr	22,7	stk	40
315: Utstyr for sanitærinstallasjoner	Ventiler og fittings	11,4	kg	20
315: Utstyr for sanitærinstallasjoner	Sanitærutstyr	4,5	stk	40
315: Utstyr for sanitærinstallasjoner	Avløpsrør	163,9	kg	50
315: Utstyr for sanitærinstallasjoner	Sanitærutstyr	31,8	stk	40
315: Utstyr for sanitærinstallasjoner	Sanitærutstyr	4,5	stk	40
315: Utstyr for sanitærinstallasjoner	Ventiler og fittings	105,1	kg	50
316: Isolasjon av sanitærinstallasjoner	Teknisk isolasjon	31,8	m ²	50
316: Isolasjon av sanitærinstallasjoner	Teknisk isolasjon	4,5	m ²	50
316: Isolasjon av sanitærinstallasjoner	Teknisk isolasjon	109,0	m ²	50
322: Ledningsnett for varmeinstallasjoner	Vanndistribusjonsrør	56,8	m	50
322: Ledningsnett for varmeinstallasjoner	Ventiler og fittings	2,4	kg	60
322: Ledningsnett for varmeinstallasjoner	Ventiler og fittings	27,3	kg	60
322: Ledningsnett for varmeinstallasjoner	Ventiler og fittings	36,0	kg	60
322: Ledningsnett for varmeinstallasjoner	Vanndistribusjonsrør	1669,4	kg	60

Bygningsdel	Materialkategori	Mengde	Enhet	Levetid, år
322: Ledningsnett for varmeinstallasjoner	Ventiler og fittings	1,5	kg	60
324: Armaturer for varmeinstallasjon	Ventiler og fittings	4,5	stk	20
324: Armaturer for varmeinstallasjon	Ventiler og fittings	59,1	stk	20
324: Armaturer for varmeinstallasjon	Pumpe	4,5	stk	20
324: Armaturer for varmeinstallasjon	Ventiler og fittings	6,7	kg	20
324: Armaturer for varmeinstallasjon	Ventiler og fittings	20,4	kg	20
325: Utstyr for varmeinstallasjoner	Ekspansjonsbeholder	1,1	stk	20
325: Utstyr for varmeinstallasjoner	Akkumulatortank	1,1	stk	20
325: Utstyr for varmeinstallasjoner	Akkumulatortank	1,1	stk	20
325: Utstyr for varmeinstallasjoner	Varmepumpe og varmegjenvinningsenhet	2,3	stk	20
325: Utstyr for varmeinstallasjoner	Varmepumpe og varmegjenvinningsenhet	1,1	stk	20
325: Utstyr for varmeinstallasjoner	El-kjel & varmtvannstank	1,1	stk	50
325: Utstyr for varmeinstallasjoner	Radiator	42,1	m2	60
326: Isolasjon av varmeinstallasjoner	Teknisk isolasjon	1101,6	m	60
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Stålrør	11102,5	kg	50
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Stålrør	976,7	kg	50
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Ventiler og fittings	590,6	kg	40
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Ventiler og fittings	115,8	kg	30
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Ventiler og fittings	272,6	kg	30
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Ventiler og fittings	166,4	kg	40
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Ventiler og fittings	31,8	kg	40
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Stålrør	26,0	kg	50
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Ventiler og fittings	2,4	kg	40
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Stålrør	189,9	kg	50
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Stålrør	16,5	kg	50
362: Kanalnett for luftbehandling	Lyddemper	18,2	stk	40
362: Kanalnett for luftbehandling	Ventilasjonskanaler og detaljer	4936,0	kg	60
362: Kanalnett for luftbehandling	Spjeld, VAV og CAV	263,1	kg	40
362: Kanalnett for luftbehandling	Lufttilførsel, diffuser og ventiler	59,7	kg	50
362: Kanalnett for luftbehandling	Ventilasjonskanaler og detaljer	2619,5	kg	60
362: Kanalnett for luftbehandling	Kjølebjelke	1095,7	kg	25
362: Kanalnett for luftbehandling	Spjeld, VAV og CAV	4,5	stk	40
362: Kanalnett for luftbehandling	Lyddemper	1170,4	kg	40
362: Kanalnett for luftbehandling	Ventilasjonskanaler og detaljer	2865,7	kg	60
364: Utstyr for luftfordeling	Spjeld, VAV og CAV	1545,3	kg	40

Bygningsdel	Materialkategori	Mengde	Enhet	Levetid, år
364: Utstyr for luftfordeling	Lufttilførsel, diffuser og ventiler	136,3	stk	30
364: Utstyr for luftfordeling	Lufttilførsel, diffuser og ventiler	45,4	stk	30
365: Utstyr for luftbehandling	Luftbehandlingsenhet	4,5	stk	30
366: Isolasjon av installasjon for luftbehandling	Teknisk isolasjon	1072,1	m ²	60
372: Ledningsnett for komfortkjøling	Vanndistribusjonsrør	56,8	m	50
372: Ledningsnett for komfortkjøling	Vanndistribusjonsrør	934,4	kg	60
372: Ledningsnett for komfortkjøling	Ventiler og fittings	20,3	kg	60
372: Ledningsnett for komfortkjøling	Ventiler og fittings	0,7	kg	60
374: Armaturer for komfortkjøling	Ventiler og fittings	12,6	kg	60
374: Armaturer for komfortkjøling	Ventiler og fittings	3,4	kg	60
375: Utstyr for komfortkjøling	Akkumulatortank	1,1	stk	20
375: Utstyr for komfortkjøling	Ventiler og fittings	63,6	stk	20
375: Utstyr for komfortkjøling	Ventiler og fittings	17,4	kg	20
375: Utstyr for komfortkjøling	Ventiler og fittings	4,5	stk	20
376: Isolasjon av installasjon for komfortkjøling	Teknisk isolasjon	1101,8	m	60

Materialmengder og løsningsvalg VVS-utstyr boligblokk

Bygningsdel	Materialkategori	Mengde	Enhet	Levetid, år
312: Ledningsnett for sanitærinstallasjoner	Ventiler og fittings	136,2	kg	50
312: Ledningsnett for sanitærinstallasjoner	Ventiler og fittings	24,8	kg	50
312: Ledningsnett for sanitærinstallasjoner	Vanndistribusjonsrør	391,4	kg	50
312: Ledningsnett for sanitærinstallasjoner	Avløpsrør	110,0	kg	50
312: Ledningsnett for sanitærinstallasjoner	Avløpsrør	52,4	kg	50
312: Ledningsnett for sanitærinstallasjoner	Avløpsrør	90,0	kg	50
312: Ledningsnett for sanitærinstallasjoner	Ventiler og fittings	1,4	kg	50
312: Ledningsnett for sanitærinstallasjoner	Ventiler og fittings	61,3	kg	50
312: Ledningsnett for sanitærinstallasjoner	Avløpsrør	16,2	kg	50
312: Ledningsnett for sanitærinstallasjoner	Avløpsrør	4,7	kg	50
312: Ledningsnett for sanitærinstallasjoner	Avløpsrør	30,7	kg	50
315: Utstyr for sanitærinstallasjoner	Ventiler og fittings	11,2	stk	50
315: Utstyr for sanitærinstallasjoner	Sanitærutstyr	11,2	stk	40
315: Utstyr for sanitærinstallasjoner	Sanitærutstyr	11,2	stk	40
315: Utstyr for sanitærinstallasjoner	Sanitærutstyr	11,2	stk	40
315: Utstyr for sanitærinstallasjoner	Sanitærutstyr	11,2	stk	40

Bygningsdel	Materialkategori	Mengde	Enhet	Levetid, år
315: Utstyr for sanitærinstallasjoner	Ventiler og fittings	3,1	kg	40
315: Utstyr for sanitærinstallasjoner	Ventiler og fittings	0,9	kg	40
321: Bunnledninger for varmeinstallasjoner	Gulvvarme	935,6	m	60
321: Bunnledninger for varmeinstallasjoner	Gulvvarme	5,6	m	60
322: Ledningsnett for varmeinstallasjoner	Ventiler og fittings	28,0	kg	20
322: Ledningsnett for varmeinstallasjoner	Gulvvarme	90,9	m	60
322: Ledningsnett for varmeinstallasjoner	Gulvvarme	13,5	m	60
322: Ledningsnett for varmeinstallasjoner	Vannfordelingsrør	47,1	kg	60
322: Ledningsnett for varmeinstallasjoner	Ventiler og fittings	0,7	kg	50
322: Ledningsnett for varmeinstallasjoner	Ventiler og fittings	1,2	kg	20
322: Ledningsnett for varmeinstallasjoner	Ventiler og fittings	1,2	kg	20
322: Ledningsnett for varmeinstallasjoner	Vannfordelingsrør	8,1	m	60
324: Armaturer for varmeinstallasjon	Ventiler og fittings	56,1	kg	20
325: Utstyr for varmeinstallasjoner	Radiator	536,7	kg	60
325: Utstyr for varmeinstallasjoner	Radiator	236,7	kg	60
325: Utstyr for varmeinstallasjoner	El-kjel & varmtvannstank	0,2	stk	60
325: Utstyr for varmeinstallasjoner	Akkumulatortank	0,2	stk	20
325: Utstyr for varmeinstallasjoner	Akkumulatortank	0,2	stk	20
325: Utstyr for varmeinstallasjoner	El-kjel & varmtvannstank	0,2	stk	60
325: Utstyr for varmeinstallasjoner	Ekspansjonsbeholder	0,2	stk	20
325: Utstyr for varmeinstallasjoner	Varmepumpe og varmegjenvinningsenhet	0,2	stk	20
325: Utstyr for varmeinstallasjoner	Ekspansjonsbeholder	0,2	stk	20
325: Utstyr for varmeinstallasjoner	Akkumulatortank	0,2	stk	20
326: Isolasjon av varmeinstallasjoner	Teknisk isolasjon	72,9	m ²	60
326: Isolasjon av varmeinstallasjoner	Teknisk isolasjon	3,6	m ²	60
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Stålrør	63,8	kg	50
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Stålrør	296,8	kg	50
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Ventiler og fittings	21,6	kg	30
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Ventiler og fittings	3,9	kg	30
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Vannfordelingsrør	40,9	kg	50
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Stålrør	3,2	kg	50
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Ventiler og fittings	2,0	kg	40
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Stålrør	133,4	kg	50
332: Installasjon for brannsløkking med sprinkler	Ventiler og fittings	5,5	kg	40
362: Kanalnett for luftbehandling	DSO-160	31,4	stk	30
362: Kanalnett for luftbehandling	Ventilasjonskanaler og detaljer	7,4	kg	60

Bygningsdel	Materialkategori	Mengde	Enhet	Levetid, år
362: Kanalnett for luftbehandling	Ventilasjonskanaler og detaljer	78,9	kg	60
362: Kanalnett for luftbehandling	Lyddemper	0,9	stk	40
362: Kanalnett for luftbehandling	Ventilasjonskanaler og detaljer	194,7	kg	60
362: Kanalnett for luftbehandling	Ventilasjonskanaler og detaljer	7,8	kg	60
362: Kanalnett for luftbehandling	Lyddemper	26,9	stk	25
362: Kanalnett for luftbehandling	Ventilasjonskanaler og detaljer	753,0	kg	60
362: Kanalnett for luftbehandling	Lyddemper	29,2	stk	25
362: Kanalnett for luftbehandling	Ventilasjonskanaler og detaljer	0,9	kg	60
362: Kanalnett for luftbehandling	Ventilasjonskanaler og detaljer	1,3	kg	60
364: Utstyr for luftfordeling	Lufttilførsel, diffuser og ventiler	0,2	kg	40
364: Utstyr for luftfordeling	Lufttilførsel, diffuser og ventiler	0,3	kg	50
364: Utstyr for luftfordeling	Plumboks	0,7	stk	40
364: Utstyr for luftfordeling	Lufttilførsel, diffuser og ventiler	0,7	stk	40
364: Utstyr for luftfordeling	Annet	11,2	stk	25
364: Utstyr for luftfordeling	Lufttilførsel, diffuser og ventiler	0,2	kg	30
364: Utstyr for luftfordeling	Luftbehandlingsenhet	0,2	stk	50
364: Utstyr for luftfordeling	Luftbehandlingsenhet	11,2	stk	30
366: Isolasjon av installasjon for luftbehandling	Teknisk isolasjon	3,5	m2	60
366: Isolasjon av installasjon for luftbehandling	Teknisk isolasjon	70,7	m2	60

Vedlegg 3: Løsningsvalg og materialmengder for referansebygg

Tilgjengelig på forespørsel til DiBK.



asplan viak