



Klimagassregnskap Mesterhus Strand

Notat

Forfatter
Sofie Thisted
Telefon
+47 48500497
Mobil

Dato
16/11/2021
Prosjekt
Mestergruppen

E-post
Sofie.thisted@afry.com

Kunde
Mestergruppen

Klimagassregnskap Mesterhus Strand

Innhold

1	Innledning.....	4
1.1	Beregning – forutsetning og systemgrenser.....	4
1.2	Om bygget.....	6
1.3	Tekniske detaljer	6
2	Materialer.....	7
2.1	Utslipp knyttet til materialbruk	8
2.1.1	Biogent karbon	12
3	Utslipp fra byggeplass.....	14
4	Avfall.....	14
5	Energiforbruk.....	17
5.1	Norsk elmiks	17
5.2	Europeisk (EU28+NO) elmiks	18
5.3	Sammenligning elmiks.....	18
6	Oppsummering	20
7	Sammenligning med et referansebygg	21
8	TEK krav	25
8.1	Klimagassberegning iht. høringsforslag ny TEK	26
9	Vedlegg	27
9.1	Resultatfil fra One Click LCA	27

Vedlegg

Dokumentnavn	Dokumentbeskrivelse
Resultatfil fra One Click LCA - detailReport_12.11.2021_14_37_04	Resultatfil fra One Click LCA

Prosjektdeltakere

Rolle	Navn	e-post	Telefon
Saksbehandler	Sofie Thisted	Sofie.thisted@afry.com	+47 48500497
Internkontroll	Brita Grønhaug	Brita.gronhaug@afry.com	
Ansvarlig			

Revisjonsoversikt

Rev.	Omhandler	Kontroll	Sign	Godkjenning	Sign
00	Utkast foreløpige resultat		ST		

1 Innledning

I dette notatet presenteres første utkast av klimagassberegninger for konsept Strand.

Det er beskrevet hvilke forutsetninger for beregningene som ligger til grunn. Første utkast av beregninger inneholder utslippsdata (fra produktspesifikke EPDer) for de bygningsprodukter som skal brukes i så lang utstrekning som mulig. For produkter der det ikke har funnets EPDer har det blitt brukt generiske utslippsdata eller EPDer for tilsvarende materialer og produkter. Det er brukt korrekte EPDer for 64% av produktene, dette utgjør 82% av den totale vektmengden av materialer.

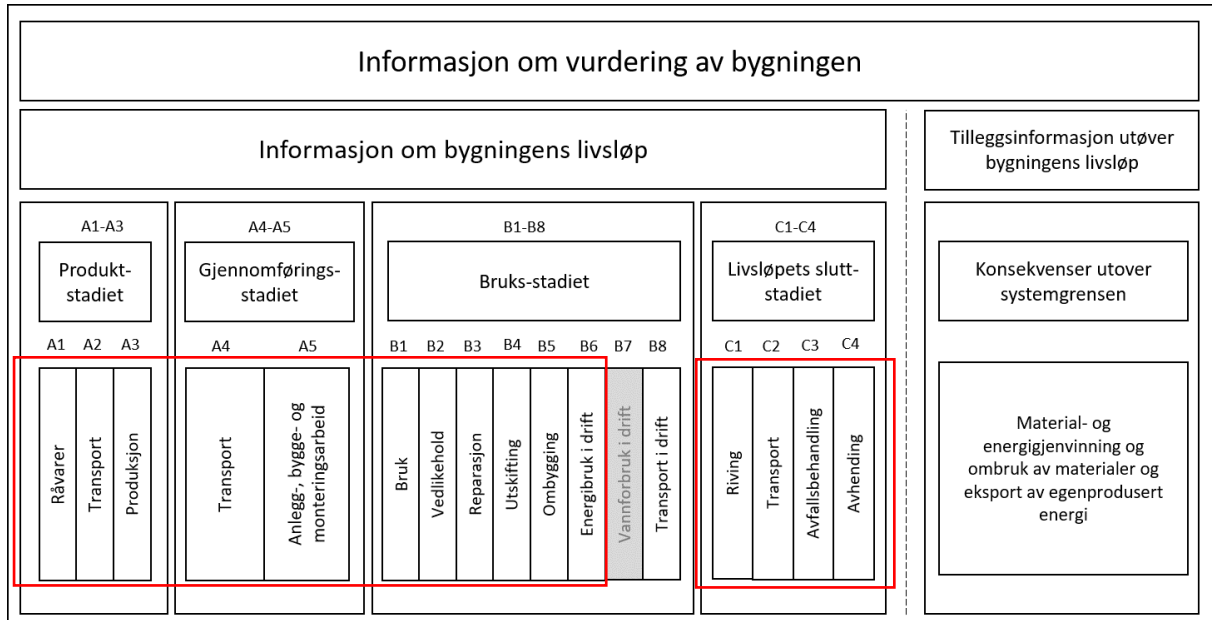
For å beregne byggets klimagassutslipp er det benyttet beregningsprogrammet One Click LCA. Dette verktøyet er lisensbasert og er kompatibel med den norske standarden NS 3720 *Metode for klimagassberegninger for bygninger*.

1.1 Beregning – forutsetning og systemgrenser

Klimagassregnskapet inkluderer bygging, vedlikehold, drift og avhending av bygget. Det er inkludert produksjon og utskifting av de største postene av byggevarer. Systemgrensene for byggematerialene er vugge til port (A1-A3), transport til byggeplass (A4), kapp og svinn fra byggeplass (inkludert i A5), energibruk og avfall fra byggeplass (inkludert i A5) samt utskifting (B1-B5) og avhendingsfase (C1-C4), se figur 1. Det er også gjort beregninger for energibruket i drift (B6).

2 scenarier: fullt livsløp og TEK høringsforslag

Legg inn bilde på livsløp for TEK høringsforslag



Figur 1. Oversikt over systemgrenser, bilde hentet fra NS 3720. Røde bokser viser livsløpsfaser som er inkludert i analysen.

-Mesteparten av mengder er kalkuleerte mengder av Mestergruppen Arkitekters og underentreprenørers forventede innkjøp av de ulike materialene. Når mengder mangler eller når enhet måtte regnes om er mengder tatt ut fra IFC modellen. Betongplate inkl. radon/dampsperre og isolasjon i grunn, gulvoverflate samt maling og flis er ikke estimert av Mestergruppen Arkitekter og er estimert ut fra modell. Det er beregnet med Precut på mengder for trevirke.

Pretre er en av underleverandørene og leverer konstruksjonsvirke for ytter- og innervegger samt takstoler. Pretre har oppgitt en samlet mengde for precuttet konstruksjonsvirke som inkluderer yttervegger, gavlvegger, overdekninger og innervegger. Mengde for takstoler har blitt beregnet utfra tegninger og info gitt av Pretre.

De kalkulerte mengdene av forventede innkjøp inkluderer svinn på byggeplass. For materialer som ikke er kalkulert av Mestergruppen Arkitekter eller Precut materialer fra Pretre er det brukt standardverdier for kapp og svinn i beregningsverktøyet. Verdier på kapp og svinn kan endres på utfra f.eks. krav til maks produksjon av avfall på byggeplass og prefabrikkerte bygningsdeler. For prefabrikkerte bygningsdeler som konstruksjonsvirke og stålbjelker er kapp og svinn satt til 0%. Utslipp fra avhendingsfase beregnes basert på type materiale, f.eks. energigjenvinning for tre og plast.

Byggevarer leveres som regel rett fra fabrikk til byggeplass (pakke 1), men noen ganger også fra byggevarehus. Utslippene fra drift av byggevareanlegg (oppvarming og belysning) og avfall er ikke tatt med. For beregning av utslipp fra transport til byggeplass er det brukt standardiserte nordiske transportavstand og det er ikke spesifisert om det er fra fabrikk eller byggevarehus.

For beregning av utslipp fra energi og avfall i byggefase finnes det scenarier med **gjennomsnittlige utslippsverdier** per m² BTA (areal for bygningen) i beregningsverktøyet. Det finnes noen forskjellige scenarioer å velge mellom. Scenarioer inkluderer enten gjennomsnittlige utslipp fra elektrisitet, drivstoff og avfall fra byggeplassen eller kun elektrisitet og drivstoff. Det er også mulig å velge mellom «vanlig byggeplassdrift» med bruk av vanlig diesel og «fossilfri byggeplassdrift» med bruk av biodiesel istedenfor vanlig diesel. Dersom man har erfaringsdata på forbruk av drivstoff, energi- og vannforbruk, avfall og timeforbruk for anleggsmaskiner er det mulig å beregne mer spesifikke utslipp fra byggeplassen.

I denne analysen er det valgt å bruke scenario «Gjennomsnittlig energi og drivstoff bruk i byggeplassen - Norden (per BTA)» som inkluderer energiforbruk (elektrisitet 43 kWh/m² BTA) og drivstoff (5.2 l/m² BTA). Utslippsverdier i scenariet er 0.034 kgCO_{2eq}/kWh (Norsk elmiks 2015) for elektrisitet og 3.24 kgCO_{2eq}/l diesel.

Det er ikke tatt med fuger, innstøpingsgoods, beslag, håndløper, fast inventar, utvendige arbeider eller tekniske installasjoner. Festemidler som skruer og spiker er ikke inkludert i beregning da det ikke har vært mulig å finne ut vekt. Bygningsdeler som ikke er inkludert i regnskapet er utelatt på grunn av mangel på EPDer eller vanskeligheter med å beregne riktige mengder.

1.2 Om bygget



Figur 2. Bilde på modell Strand tatt fra IFC-modell.

Denne analysen ser på boligmodell Strand. Denne analysen har regnet på IFC-modell **Strand**.

Nøkkelopplysninger:

BTA	113 m ²
BRA	110 m ²
Oppvarmet volum	383 m ³
Andel vinduer	37 m ² / 26%

Byggemåter

Boligene kan bygges på flere måter - både med fallende lengder eller precut. Denne beregningen er utført med Precut på mengder trevirke.

1.3 Tekniske detaljer

Detaljtegninger som viser utførelse av alle konstruksjonsløsninger, oppbygging av golv, vegger og tak (tegningsgrunnlag ligger i Teams/SharePoint, leser må be MG om tilgang).

Plantegninger:

Snitt:

Detaljtegninger:

IFC-fil som er beregnet har filnavn Strand. [Link i SharePoint:](#)

2 Materialer

I dette kapitlet er det først redegjort for forutsetninger, grunnlag og resultater av de ulike beregningsalternativene, deretter sammenlignes alternativene og det gis en kort forklaring av årsakene til forskjellen mellom alternativene.

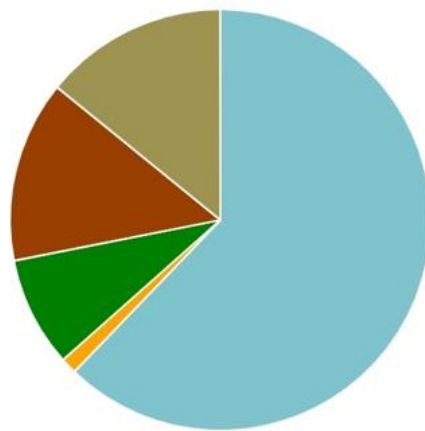
Levetiden til materialene i beregningene er satt til hva som er standard i One Click LCA. Det betyr at alle fundament og bærekonstruksjoner har en levetid tilsvarende som byggets definerte levetid på 60 år. De fleste konstruksjoner har levetid som bygget, med unntak av taktekking (20 år), innvendige dører (40 år), vinduer (40 år), overflatebehandling maling (15 år) og flis 30 år.

Tabell 1. Oversikt over materialbruk i Strand.

Element	Strand
Bygning	
Grunn og fundamenter	Bunnplate direkte på grunn, uten fundamentering, kuldebryter av eps og fibersementplate-tilsvarende ringmur.
Gulv på grunn	Betong, armering 100 % resirkulert, membran, isolasjon 300 mm EPS
Dekker	Ikke noe dekke
Bæresystemer	Limtrebjelker
Tak	Trekonstruksjoner, sponplate, dampspærre, ikke brennbar isolasjon- 350 mm (både i sperretak og undergurt takstol, listetekking med stålblader)
Trapper og balkong	Ikke trapp eller terrasse i bygningen
Yttervegger	Yttervegger i bindingsverk i tre, isolasjon mineralull, vindsperre, dampspærre, trekledning
Vinduer og ytterdører	Vinduer 3-lagsglass med treramme, lister, isolasjon, glass- og tredører
Innvendige vegger	Bindingsverksvegger i tre, isolasjon mineralull, gulv- og dørlister, karm og utforing
Innvendige dører	Tredører
Innvendige overflater:	
Vegg	Malte gipsplater
Gulv	Parkett, flis
Himling/tak	Malt gipshimling
Tekniske installasjoner og utstyr	Ikke inkludert
Utvendige arbeider	Ikke inkludert

2.1 Utslipp knyttet til materialbruk

I Figur 3 vises at de største utslippene skjer i produksjonsfasen (A1-A3) av materialer for Strand.

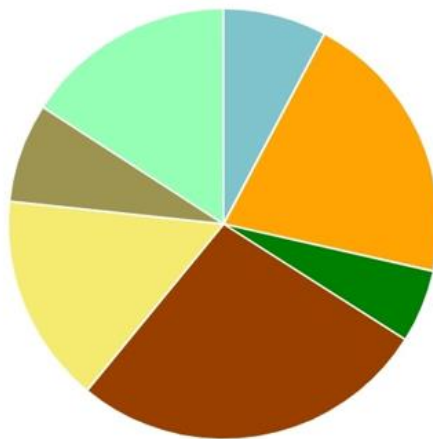


Figur 3. Utslipp fordelt per livsløpsfase.

Klimagassutslippene fra produksjon avhenger av produksjonssted (lokale kontra langreiste råvarer), transporttype (skip, tog, veitransport, fly) og ulik energikilde til produksjonsprosessen. Utslipp fra avhendingsfase avhenger av materialtype og hvordan materialet blir behandlet i avfallshåndteringsprosessen f.eks. om det blir sendt til materialgjenvinning, energigjenvinning eller deponering. Utslipp fra livsløpsfase B4-B5 Utskifting er avhengig levetiden til materialet og bygningsdelen.

Figur 4 viser fordeling av utslipp per bygningsdel for Strand.

Klimagassutslipp kg CO₂e - Klassifikasjoner



Figur 4. Fordeling av klimagassutslipp per bygningsdel. I post «uklassifiserte/andre» er utslipp samlet for alle poster som har små utslipp.

Bygningsdeler som bidrar mest til byggets totale utslipp av CO₂ekv er:

- Gulv på grunn
- Vinduer og dører
- Takkonstruksjon

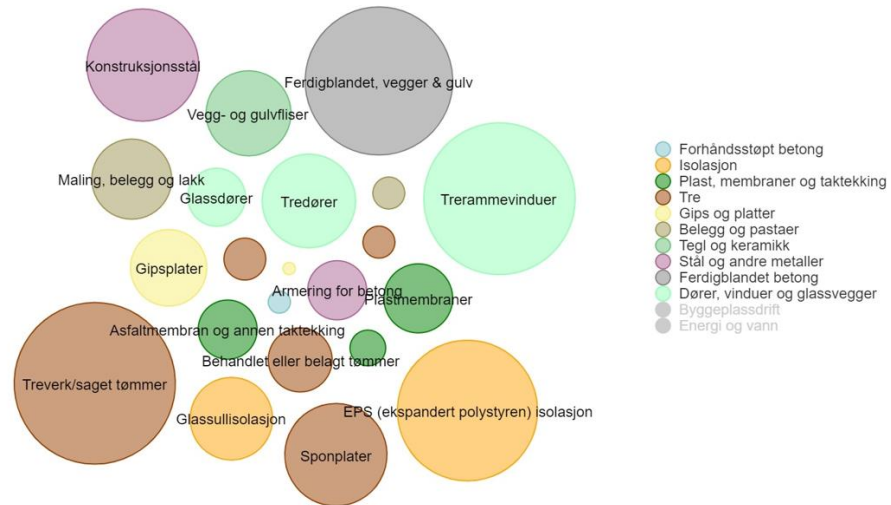
I bygningsdelen gulv på grunn inngår betong og armering. Utslipp for denne bygningsdelen kan reduseres gjennom å velge en lavkarbonbetong (klasse B, A eller pluss, ref Norsk Betongforenings publikasjon nr. 37 Lavkarbonbetong 2019). Klasse B er det sannsynlige alternativet, siden det krever mindre tilpasninger på byggeplass.

For å redusere utslipp fra de andre bygningsdelene må man se på valg av produsent (sammenligne utslippsverdier i EPDer for samme type produkt/materiale) og resirkuleringsgrad i f.eks. gipsplater og mineralull.

Figur 5 viser fordeling av klimagassutslipp per materialtype.

Boblediagram, total livssykluspåvirkning etter ressurstype og undertype, Klimagassutslipp

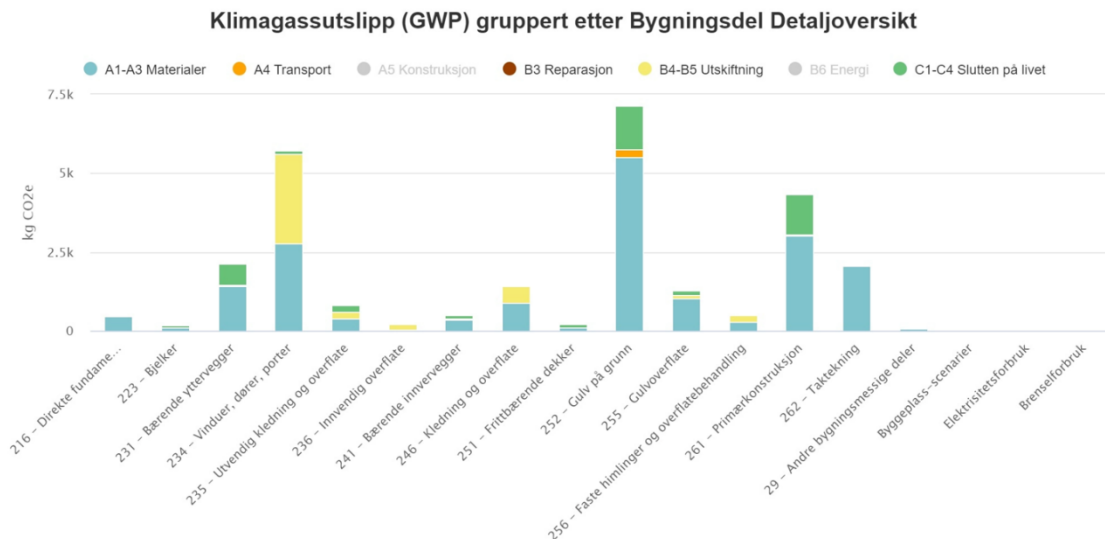
Hold musen over legendene eller boblene i diagrammet for å vise påvirkningene. Boblenes minste- og største størrelser er begrenset for lesbarhet



Figur 5. Fordelingen av klimagassutslipp for forskjellige materialer.

De største utslippene kommer fra trekonstruksjoner, vinduer og dører, betong, XPS og takplater (konstruksjonsstål). I grafen kan man også se at sponplater, gips, glassull og fliser er noen av bygningsdelene med store utslipp.

Figur 6 viser fordeling av utslipp per livsløpsfase for bygningsdelene.



Figur 6. Fordeling av klimagassutslipp per livsløpsfase for bygningsdelene.

Som nevnt under avsnitt 1.1 Beregning – forutsetninger og systemgrenser er mengder for precuttet konstruksjonsvirke for innervegger inkludert i mengdene for yttervegger. På grunn av det er utslippene fra precuttet konstruksjonsvirke i bærende innervegger ikke presentert under bygningsdel 241 Bærende innervegger. De er istedenfor inkludert i utslippene fra bærende yttervegger.

I Figur 6 kan man se at de største utslippene for byggematerialene skjer i produksjonsfasen (A1-A3). Man kan også se at kort levetid og utskifting av bygningsdelen utgjør en stor del av det totale utslippet for noen bygningsdeler som vinduer og dører. Utslipp fra transport (A4) utgjør en liten del av de totale utslippene for bygningsdelene. For fase C1-C4 er det store utslipp fra forbrenning av EPS i gulv på grunn og tre i takkonstruksjoner (takstoler i primærkonstruksjon).

Figur 7 viser de mest medvirkende utslippskildene til det totale utslippet for fase A1-A3.

No.	Ressurs	Påvirkning fra start til slutt (A1-A3)	Vugge til port (A1-A3)
1.	Ferdigbetong B30M60 8-UN53AB200 Vestby  ?	3,3 tonn CO ₂ e	18.5 %
2.	Hot-dip galvanised structural steel  ?	2,1 tonn CO ₂ e	11.6 %
3.	EPS insulation panels  ?	1,5 tonn CO ₂ e	8.5 %
4.	NorDan NTech Villa Fixed frame - TL 105 (without Aluminium Cladding) ?	1,1 tonn CO ₂ e	6.4 %
5.	Prefabrikkert konstruksjonselement av trevirke med spikerplater  ?	1,1 tonn CO ₂ e	6.1 %
6.	Høvellast av gran eller furu  ?	1 tonn CO ₂ e	5.8 %
7.	Glava glassull  ?	0,94 tonn CO ₂ e	5.3 %
8.	Softwood laminate  ?	0,91 tonn CO ₂ e	5.1 %
9.	Fuktbestandig sponplater  ?	0,86 tonn CO ₂ e	4.9 %
10.	Gipsplate  ?	0,77 tonn CO ₂ e	4.3 %
11.	NorDan NTech Tilt & turn (3- Handle) - ND 105/80 (without aluminium cladding) ?	0,68 tonn CO ₂ e	3.8 %
12.	Interior door  ?	0,56 tonn CO ₂ e	3.1 %
13.	Ceramic wall tiles  ?	0,51 tonn CO ₂ e	2.9 %
14.	Stålarmering, nett  ?	0,37 tonn CO ₂ e	2.1 %
15.	Kledning av gran med grunning  ?	0,32 tonn CO ₂ e	1.8 %
16.	Undertak/vindsperre  ?	0,21 tonn CO ₂ e	1.2 %
17.	Balkongdør  ?	0,22 tonn CO ₂ e	1.2 %
18.	Water-borne interior paints  ?	0,16 tonn CO ₂ e	0.9 %
19.	NorDan NTech Villa Topswing reversible - TG 105/80 (without Aluminium Cladding) ?	0,14 tonn CO ₂ e	0.8 %
20.	Vindsperre  ?	0,12 tonn CO ₂ e	0.7 %
21.	High density polyethylene single layer nonwooven (HDPE) membrane  ?	0,11 tonn CO ₂ e	0.6 %
22.	Standard limtrebjelke  ?	0,11 tonn CO ₂ e	0.6 %
23.	Isola Kraftunderlag  ?	85 kg CO ₂ e	0.5 %
24.	Gram Dampspærre  ?	67 kg CO ₂ e	0.4 %
25.	Sealing tape with paper liner, waterproofing, for exterior surfaces  ?	63 kg CO ₂ e	0.4 %

Figur 7. Liste over utslippskilder med mest påvirkning på det totale utslippet i fase A1-A3. Materialer i verktøyet er delt inn i kategorier og underkategorier, f.eks. isolasjon og glassulls-isolasjon. Innenfor disse kategorier gjøres sammenligninger av utslippsnivåer fra produktene (benchmarking). Det finnes fem forskjellige nivåer. Fargene på skyene som vises i bilden etter produktnavnet viser den utslippsnivå som produktet er plassert i.

Fra Figur 7 ser man hvilke spesifikke produkter som medvirker mest til de totale utslippene. De fem produktene som medvirker mest er betong i grunn, stålplater på tak, EPS-isolasjon i grunn, vinduer og trekonstruksjoner i tak.

2.1.1 Biogent karbon

Biogent karbon er karbon som er lagret i biologisk materiale som planter eller jord. Karbonet tas opp i form av CO₂ og lagres i materialet gjennom fotosyntese. På grunn av det bundne karbonet i biologisk materiale kan produkter av biologisk materiale bidra med å redusere nivåer av CO₂ i atmosfæren. Biogent karbon lagret i et byggemateriale kan derfor ses som et «negativt utslipp» fra produksjonsfasen.

Når biologisk materiale forbrennes eller forråtnes slippes det lagrede karbonet ut igjen i atmosfæren.

Beregning av opptak, utslipp og totalt bidrag av biogent karbon er komplekst og avhenger blant annet av tidsperspektiv og rotasjonstid på den biologiske massen. Opptak, utslipp og totalt bidrag kan beregnes på flere ulike måter, men mange ganger i LCA-studier og klimagassregnskap gjøres en forenkling og man regner med at opptak og utslipp er likt og at det totale bidraget av utslipp er null.

Energigjenvinning ved forbrenning er vanligste metode som avfallshåndtering av byggeprodukter av biologisk materiale. Ved bruk av byggeprodukter av biologisk materiale i bygg lagres derfor biogent karbon i noen tiår til bygget rives. Med den forenklete tilnærmingen kan man si at den totale karbonbalansen av biogent karbon over et byggs livstid er null.

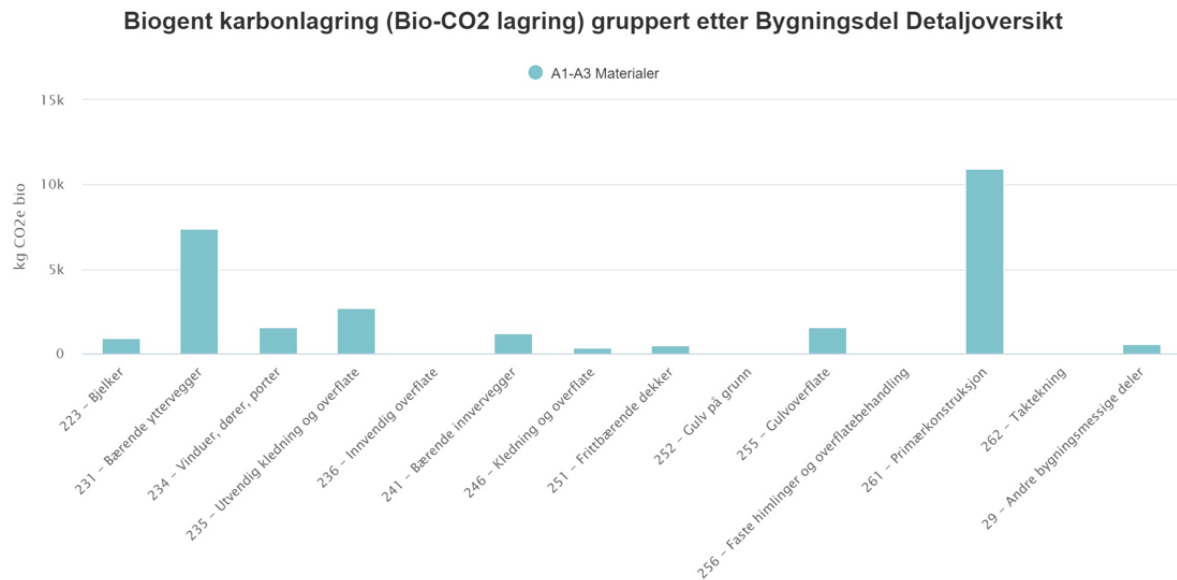
Biogent karbon er ikke inkludert i regnskapet av klimagassutslipp fra One Click LCA. Dette betyr at de «negative utslippene» fra opptak av karbon i vekstfase A1 ikke er inkludert i beregningen av de totale klimagassutslippene fra materialer, det er heller ikke inkludert utslipp av biogent karbon fra avfallshåndtering i fase C1-C4. Biogent karbon som er lagret i biologiske byggematerialer rapporteres istedenfor separat for fase A1-A3, der opptaket av karbondioksid skjer.

Beregningsverktøyet beregner enten det biogene karbonet basert på informasjon i de benyttede EPDene eller gjennom et estimat basert på beregningsmetode i EN 16449:2014. Alle produsenter oppgir ikke informasjon om biogent karbon i sine EPDer. I tabell 2 er det visst innhold av biogent karbon per bygningsdel.

Tabell 2. Fordeling av lagret biogent karbon per konstruksjon.

Biogent karbon	Strand
Bygningsdeler (nr. iht. bygningsdelstabellen)	kg CO _{2e} bio
Fundament, grunn, kjeller og støttemur	-
Utvendige vegger og fasade	10 118
Søyler og bærende vertikale strukturer	919
Innervegger	1 529
Dekker, himling, gulv, bjelker og tak	12 996
Andre strukturer og materialer	598
Vinduer og dører	1 568
Sum	27 729

Figur 8 viser biogent karbonlagring gruppert per bygningsdel for Strand.



Figur 8. Oversikt biogent karbonlagring per bygningsdel for Strand.

I Figur 8 vises at det er mest biogent karbon lagret i takkonstruksjonen (primærkonstruksjon), ytterveggene og utvendig kledning.

3 Utslipp fra byggeplass

Som beskrevet i avsnitt 1.1 er det i beregningsverktøyet mulig å gjøre beregninger med forskjellige scenarioer med gjennomsnittsverdier. Det er gjort en beregning med et scenario med bruk av vanlig diesel på byggeplass. Scenarioet baserer seg på forbruk av liter diesel per m² BTA. I tillegg scenario for byggeplassdrift beregnes også utslipp fra kapp og svinn (produksjon av materialer, transport og avfallshåndtering). Det er viktig å merke at mesteparten av utslipp fra kapp og svinn presenteres sammen med utslipp fra materialer i fase A1-A3 da mengdene for svinn er inkludert i materialmengdene fra Mestergruppens kalkyle. Utslippene fra kapp og svinn kommer fra de materialer som er estimert og leveres av underentreprenører.

Tabell 3 viser inndata og resultat av beregningene.

Tabell 3. Oversikt over inndata og utslippsfaktorer brukt i byggeplassscenario.

	Diesel¹
Areal (BTA)	113 m ²
Forbruk	5,2 l/m ²
CO ₂ -utslipp	3,24 kgCO _{2eq} /l.
Totalt utslipp	2 190 kgCO _{2eq}

Tabell 4 viser oversikt over utslipp fordelt per aktivitet og fase fra byggeplass.

Tabell 4. Oversikt over utslipp per fase fra byggeplass.

Fase	Aktivitet	KgCO_{2eq}
A5a	Byggeplass drift	2 084
A5b	Avfallstransport	-
A5c	Kapp og svinn - materialer	354
A5d	Kapp og svinn - transport	11
A5e	Kapp og svinn - avfall	63
	Totalt	2 512

De største utslippene fra byggeplass kommer fra energiforbruket. Beregningene er basert på et energi- og dieselforbruk per kvadratmeter BTA. Beregningene har ikke tatt i beregning at byggemåte og byggeperiode kan variere, noe som påvirker energiforbruk på byggeplass. Beregningene er gjort for å vise at byggeplassdrift har en påvirkning på det totale utslippet.

4 Avfall

For beregning av utslipp knyttet til avfallshåndtering av bygningsmaterialer bruker One Click LCA faste scenarioer for «Slutten på livet» for byggematerialer.

Det er tatt med kapp og svinn fra byggeplass i mengdene fra kalkylen levert av Mestergruppen til beregningen. For mengder av materialer som ikke er beregnet og levert fra Mestergruppen og istedenfor er estimert er det brukt standardverdier fra One Click LCA på kapp og svinn som er spesifikt for type materiale. Det gjelder blant annet for maling, flis, betong og armering.

¹ Kildehenvisning i One Click LCA: Gjennomsnittlig energi og drivstoff bruk i byggeplassen - Norden (per BTA)

Data for «slutten av livet» -scenarioene omfatter fase C1-C4. Det er ikke mulig å gjøre endring i beregningene for hver av fasene. Utslipp for fase C1 (riving/demontering) er standard verdier for forbruk av drivstoff fra maskiner. Utslipp for fase C2 (transport) er standard verdier for fjerning av materialet fra byggeplass til avfallshåndtering.

For fase C3- C4 (avfallsbehandling og avhending) brukes et fast scenario per materialtype. Utslippsverdier for hvert scenario er fra databasen Ecoinvent og er basert på typiske avfallshåndterings prosesser for hver type materiale. Dataen for utslippene er internasjonale og er ikke spesifikk for Norge.

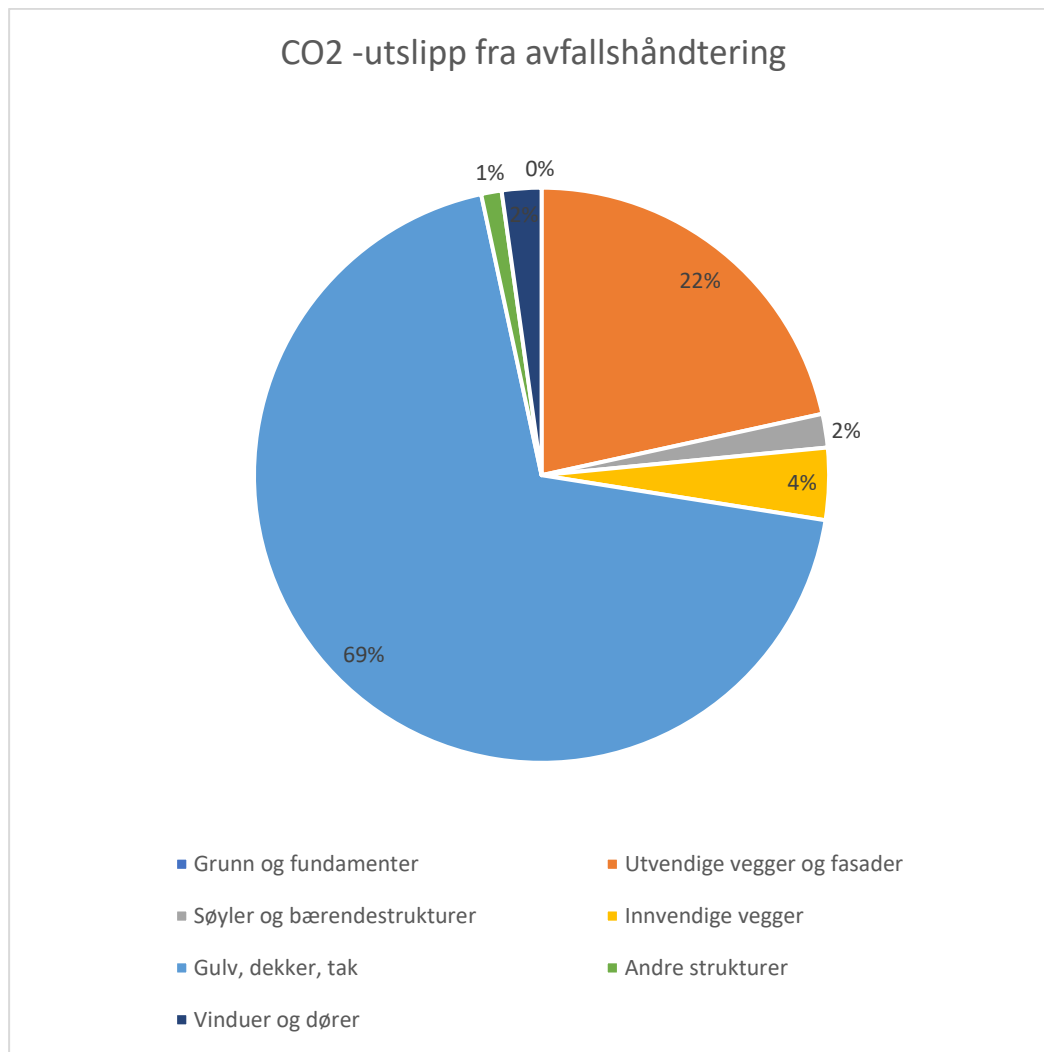
Tabell 5 viser avfallsbehandling for forskjellige materialtyper.

Tabell 5. Tabellen viser avfallshåndtering for forskjellige materialtyper og utslippsfaktorer per type avfallshåndtering.

Materialtype	Eksempel materialer	Avfallshåndtering	Utslippstall One click (kg CO ₂ e / kg)
Metaller	Aluminium, stål, kobber	Forberedelse og materialgjenvinning når det er mulig	0,0006821
Biobaserte materialer	Treprodukter	Forbrenning og energigjenvinning	1,823
	Plast	Forberedelse for og gjenvinning av plast pellets	0,0087
Andre materialer med forbrenningsverdi	Plast	Forbrenning og energigjenvinning	3,379
Andre materialer som deponeres	Glass, syntetisk material, andre materialer som ikke passer inn i de andre kategoriene.	Deponering	0,01364

Forbrenning og energigjenvinning som avhendingsmetode gir de høyeste utslippene på grunn av at det kreves mye energi for å holde i gang forbrenningsverket samt at materialene som forbrennes slipper ut karbondioksid. Biogent karbon som slippes ut ved forbrenning er ikke inkludert i utslippsfaktorene.

Figur 9 viser fordeling av utslipp fra avhendingsfase per bygningsdel.



Figur 9. Figuren viser fordeling av utslipp fra avhendingsfase per bygningsdel.

Figuren viser at de største utslippene i avhendingsfase kommer fra bygningsdelene Gulv, dekke og tak samt yttervegger og fasade. I gulv, dekke og tak er det EPS fra grunnen som bidrar mest til utslippene med 44%. I ytterveggene finnes de største mengdene av tre som gir store utslipp ved forbrenning.

5 Energiforbruk

Det er gjort beregninger for utslipp av CO_{2e} fra energiforbruket i Strand. Boligen har elektrisk (88,3% av varmebehov) og vedbasert oppvarming (11,7% av varmebehov).

Det er også gjort en beregning av utslippene for et scenario hvor det antas at boligen er oppvarmet med 100% el for sammenligning mot andre typer boliger.

Det er i tillegg gjort alternativs beregninger med to forskjellige elektrisitetstypene - Norsk og Europeisk. Beregningene baserer seg på energiberegning for Strand med dato 04.10.19.

Energiberegningene er utført på hele eneboligen Strand. Virkningsgrad som er brukt er vist i Tabell 6.

Tabell 6. Virkningsgrad per energikilde.

Energikilde	Virkningsgrad
Direktevirkende elektrisitet	0,96
Biobrensel	0,63

5.1 Norsk elmiks

Utslippsfaktor som er brukt for elektrisitet er Norsk forbruksmiks på 0.0128 kg CO_{2e} / kWh. Kilde for utslippsfaktor er en LCA for norsk elmiks beregnet av Bionova, utvikler av One Click LCA. Utslippsfaktoren er et forventet gjennomsnitt over de neste 60 årene. Utslippsfaktoren er beregnet som en projeksjon fra gjennomsnittet av den norske forbruksmiksen fra 2015-2017 (data fra International Energy Agency, IEA) til og med 2050 og deretter holdes utslippene konstante til sluttet av 60 års perioden. Norsk elmiks i 2015-2017 bestod av elektrisitet fra vann, vind og varmekraft. Elektrisitet fra varmekraft er en miks av forbrenning av kol, olje, naturgas, biobrensler og avfall. Elmiksen for år 2050 er basert på norsk elmiks beskrevet i NS 3720 tabell A2, se tabell nedenfor for forventet elmiks i 2050. Det forventes at elproduksjonen er nesten fossilfri etter 60 år.

Tabell 7. Beregnet gjennomsnittlig produksjonsmiks i 2015-2017 og forventet produksjonsmiks i 2050. Gjennomsnittlig produksjonsmiks 2015-2017 er beregnet ut fra statistikk fra IEA sin nettside etter beskrivelse fra Bionova². Forventet produksjonsmiks i 2050 er hentet fra tabell A.2 i NS 3720.

	Gjennomsnittlig produksjonsmiks Norge i 2015-2017	Forventet produksjonsmiks Norge 2050
Vannkraft	96 %	85 %
Vindkraft	2 %	15 %
Varmekraft i Norge	2 %	
Tot	100 %	100 %

Produksjonen av elektrisitet i Norge i 2018 var vannkraft (95%), varmekraft (2,4%) og vindkraft (2,6%)³. Vannkraft og vindkraft har små CO_{2e} utslipp per kWh.

² <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables?country=NORWAY&energy=Electricity&year=2017>

³ <https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/elektrisitet/aar>

5.2 Europeisk (EU28+NO) elmiks

Utslippsfaktor som er brukt for elektrisitet i dette scenarioet er europeisk forbruksmiks på 0,13 kg CO₂e / kWh. Kilde for utslippsfaktor er en LCA for Europeisk elmiks beregnet av Bionova, utvikler av One Click LCA. Utslippsfaktoren er et forventet gjennomsnitt over de neste 60 årene. Utslippsfaktoren er beregnet som en projeksjon fra gjennomsnittet av forbruksmiksen fra 2015-2017 (data fra International Energy Agency, IEA) til og med 2050 og deretter holdes utslippene konstante til sluttet av 60 års perioden. Europeisk elmiks i 2015-2017 bestod av elektrisitet fra vann-, vind-, varme-, sol-, geo- og kjernekraft. Elektrisitet fra varmekraft er en miks av forbrenning av kol, olje, naturgas, biobrenslar og avfall. Elmiksen for år 2050 er basert på EU elmiks beskrevet i NS 3720 tabell A2, se tabell nedenfor for forventet elmiks i 2050. Det forventes at elproduksjonen er nesten fossilfri etter 60 år.

Tabell 8. Beregnet gjennomsnittlig produksjonsmiks i 2015-2017 og forventet produksjonsmiks i 2050. Gjennomsnittlig produksjonsmiks 2015-2017 er beregnet ut fra statistikk fra IEA sin nettside etter beskrivelse fra Bionova⁴. Forventet produksjonsmiks i 2050 er hentet fra tabell A.2 i NS 3720.

	Gjennomsnittlig produksjonsmiks Europa i 2015-2017	Forventet produksjonsmiks Europa + NO 2050
Vannkraft	15 %	8 %
Vindkraft	10 %	33 %
Varmekraft i Norge		
Varmekraft i EU	48 %	0 %
PV	3 %	10 %
Geo-/biotermisk	0,2 %	10 %
Kjernekraft	25 %	19 %
Varmekraft - CCS	0 %	20 %
Tot	100 %	100 %

5.3 Sammenligning elmiks og oppvarmingskilde

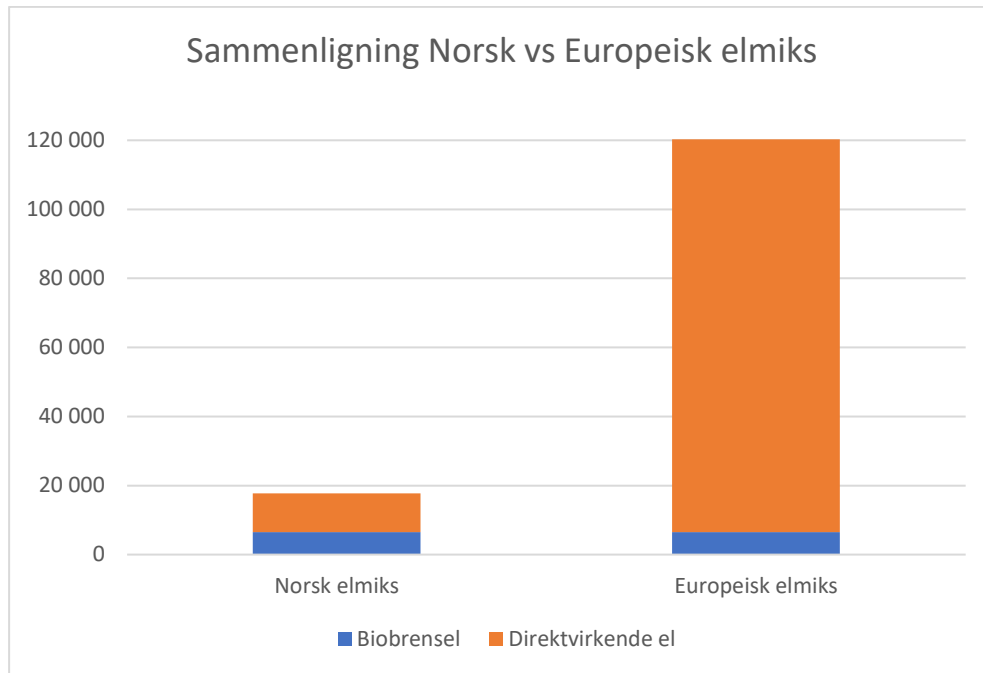
Tabell 9 viser sammenstilling av de totale utslippene fra den direktevirkende elen og biobrensel og med forskjellig elmiks over byggets livsløp på 60 år. Utslipp fra biobrensel av ved er den samme i begge scenarione.

Tabell 9. Sammenstilling utslipp over byggets livstid (60 år) med Norsk og Europeisk elmiks for elektrisitetsforbruket.

Energipost	Utslipp fra	Utslipp norsk miks [kg CO ₂ e]	Utslipp EU28+NO miks [kg CO ₂ e]	Scenario med 100% elektrisitet til oppvarming [kg CO ₂ e]
Direktvirkende el	Energi	11 247	113 762	12 245
Biobrensel	Energi	6 495	6 495	
Totalt		17 742	120 257	

I Figur 10 kan det ses at de totale utslippene øker utslippene dramatisk ved bruk av en europeisk forbruksmiks.

⁴ <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables?country=NORWAY&energy=Electricity&year=2017>



Figur 10. Sammenligning utslipp fra elforbruk med norsk og europeisk elmiks.

6 Oppsummering

Dette notatet omhandler første, offentlige utkast på klimagassberegninger. Rapporten skal kvalitetssikres og det må forventes oppdateringer av regnskapet.

Hensikten med notatet er å vise foreløpige klimagassutslippet for Strand. Nedenfor er en oversikt over det totale utslippet for bygget fordelt per livsløpsfase.

Klimagassberegningsresultater NS 3720:2018 - Hovedscenario [Last ned resultatsammendrag](#)

Hovedscenario always bruker norske 60-årige degressive energi- og transportblandinger. Alternative scenarier vises separat nedenfor

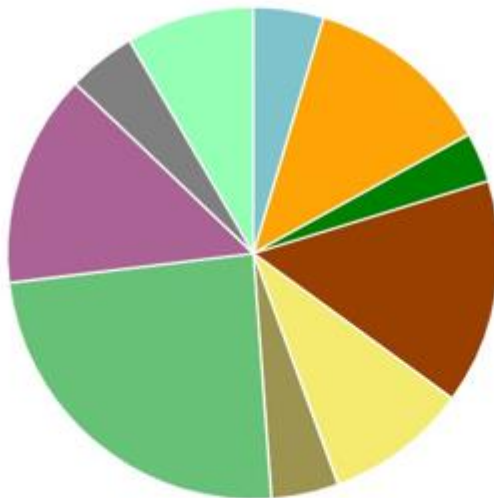
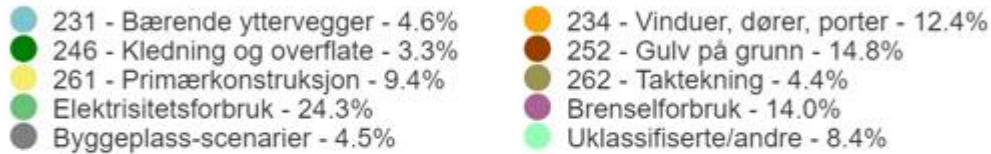
Resultatkategori	Klimagassutslipp kg CO ₂ e ⓘ	Biogent karbonlagring kg CO ₂ e bio ⓘ
A1-A3 ⓘ Byggematerialer	17 731	27 729
A4 ⓘ Transport til byggeplassen	368	
A5 ⓘ Byggeplass	2 185	
B1 ⓘ Bruk		
B3 ⓘ Reparasjon	0	
B4-B5 ⓘ Utskiftning og renovering	4 140	
B6 ⓘ Energibruk i drift	17 742	
B8 ⓘ Transport i drift		
C1-C4 ⓘ Slutten på livet	4 180	
D ⓘ Utover livsløp (ikke inkludert i totalen)	-14 988	
Total	46 346	27 729
Resultater per nevner		
Per år	772	462
Per m ² BTA	410	245
Per m ² BTA per år	7	4
Per bruker per år		

Figur 11. Resultatet av beregningene for Strand per livsløpsfase.

For Strand vises et total utslipp på 46 346 kg CO₂ekv for materialer, byggeplass og energiforbruk. Utslipp per m² BTA for Strand er 410 kgCO₂e. Resultatene vises for hele eneboligen.

Figur 12 viser fordeling av utslipp per bygningsdel og per fase over hele byggets livstid på 60 år.

Klimagassutslipp kg CO₂e - Klassifikasjoner



Figur 12. Oversikt over klimagassutslipp per aktivitet og bygningsdel.

Figur 12 viser at de største utslippene kommer fra produksjon av materialene, elektrisitetsforbruket og brenselforbruk(vedfyring) står for ca. 25 og 14% respektive av byggets utslipp under livsløpet.

7 Sammenligning med et referansebygg

Resultatene for Strand modell er sammenlignet med en modell fra Systemhus sine bygg Oslo versjon takterasse. Systemhus er en annen av Mestergruppen sine huskjeder. Oslo takterasse er en enebolig med takterasse. Enheten har 2 etasjer og en utvendig sportsbod. Yttervegger, takkonstruksjon samt bjelkelag er i tre. Betongplate på grunn, ikke noen fundamenter. Grunnflate er ca. 55 m² og BTA ca. 181 m² inklusive takterasse og sportsbod. BRA er 110 m².

Sammenligning av Strand med Oslo viser at utslippene **fra Strand er 29% høyere enn** for Oslo over hele livsløpet for fase A1-A5, B1-B6 og C1-C4, se Figur 13.

Klimagassberegningsresultater NS 3720:2018 - Hovedscenario

[Last ned resultatsammendrag](#)

Hovedscenario always bruker norske 60-årige degressive energi- og transportblandinger. Alternative scenarier vises separat nedenfor

Resultatkategori		Klimagassutslipp kg CO ₂ e ⓘ	Biogent karbonlagring kg CO ₂ e bio ⓘ
A1-A3	Byggematerialer	17 731 +12 %	27 729 -7,6 %
A4	Transport til byggeplassen	368 +58 %	
A5	Byggeplass	2 185 -44 %	
B1	Bruk		
B3	Reparasjon		
B4-B5	Utskiftning og renovering	4 140 +3 %	
B6	Energibruk i drift	17 742 +95 %	
B8	Transport i drift		
C1-C4	Slutten på livet	4 180 +50 %	
D	Utover livsløp (ikke inkludert i totalen)	-14 988 +4,5 %	
Total		46 346	27 729
Sammenlign samlede resultater med: 3 - Oslo Takterasse			
3 - Oslo Takterasse Total		35 837	29 997
3 - Strand prosjektert sammenlignet med 3 - Oslo Takterasse		+29 %	-7,6 %
Resultater per nevner			
Per år		772	462
Per m ² BTA		410	245
Per m ² BTA per år		7	4

Figur 13. Resultat av beregninger for Strand per livsløpsfase og sammenligning med Oslo.

I Figur 13 kan det ses at utslippene over hele livsløpet er høyere for Strand enn for Oslo selv om Strand kun har 1 etasje. Når man ser på utslippene per fase så har Strand modellen høyere utslipp fra alle faser unntatt byggeplass. Strand har lavere utslipp for byggeplass da utslippene for drift av byggeplass beregnes med et utslippsscenario som baserer seg på BTA, se avsnitt 3. Strand har mindre BTA enn Oslo.

For materialer (fase A1-A5, B4-B5 og C1-C4) har **Strand 19 % høyere utslipp enn Oslo**. Strand har totalt mer mengde (vekt) med materialer selv om det kun har 1 etasje. Strand har større mengde materialer i vekt enn Oslo på grunn av at grunnflaten av betong er større og tykkere samt har takstoler som er tunge. Den større mengden betong trekker opp utslippene i fasene A1-A3 og A4.

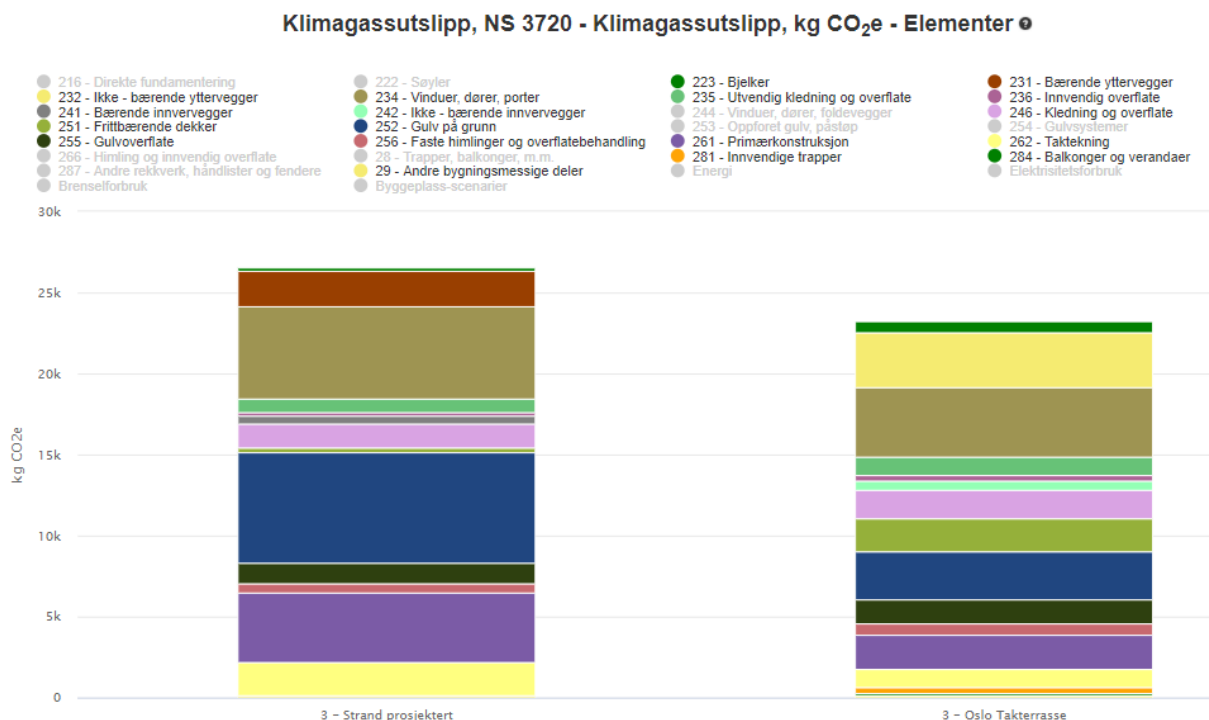
Fase B6 (energibruk i drift) trekker opp utslippene vesentlig for Strand. Energibehovet er relativt likt for begge byggene med 15 385 og 12 148 kWh/år for Strand og Oslo respektive. Allikevel er utslippene for Strand fra energiforbruk nesten dobbelt av utslippene fra Oslo. Oslo har kun elektrisk oppvarming mens Strand har både elektrisk oppvarming samt biobasert oppvarming fra forbrenning av ved i peis. Det er **utslippene fra forbrenning av ved som trekker opp** de totale utslippene fra energibruk i drift for Strand.

Tabell 10. Resultat av beregninger for Strand for biogent karbon sammenlignet med Oslo.

Fase	Resultatkategori	Strand kg CO ₂ e bio	Oslo takterasse kg CO ₂ e bio	Økning/ Reduksjon (-)
A1-A3	Byggematerialer	27 729	29 997	-8 %

Som beskrevet i avsnitt 2.2.1 er det kun beregnet biogent karbon for fase A1-A3. Mengden biogent karbon som er lagret i biologiske materialer, f.eks. i trekonstruksjoner, i bygningen. Forenklet forklart så tas biogent karbon opp av planter ved fotosyntesen og slippes ut til atmosfæren ved avfallshåndtering av materialet, f.eks. ved forbrenning. Mengden biogent karbon presenteres separat i kolonne lengst til høyre og er ikke inkludert i tallene for klimagassutslipp i kolonnen til venstre. Strand har mindre mengde Biogent karbon lagret fordi bygget er mindre, har kun 1 etasje og har mindre mengde trematerialer i bygget.

I Figur 14 vises fordeling av utslipp per bygningsdel for Strand sammenlignet med Oslo. Strand har høyere utslipp fra vinduer, gulv på grunn, yttertak og taktekking.



Figur 14. Fordeling av utslipp per bygningsdel.

Strand har høyere utslipp fra vinduer da det har **mer areal med vinduer og glassfelt** enn Oslo.

Strand har saltak med takstoler og Oslo har flatt tak med bjelkelag. **Utslippene fra takstolene er høyere** enn det fra bjelkelaget i Oslo. Oslo har takpapp og Strand har taktekking av stålplater. **Stålplater har høyere utslipp enn takpapp.**

Som nevnt over har Strand større og tykkere grunnflate av betong enn Oslo. Betong er et av materialene med høyt utslipp per m².

I figuren har Strand høyere utslipp fra gulv på grunn enn Oslo, dette skyldes som nevnt over at Strand har større og tykkere grunnflate av betong enn Oslo. Betong er et av materialene med høyt utslipp per m². Det beror også til viss del på at det er **brukt to forskjellige EPDer** for EPS isolasjonen i grunn da EPD brukt for Oslo har utgått. Utslippene for fase A1-A3 og A4 er relativt like for begge EPDene. **Største forskjellen ligger i utslipp fra avhendingsfase C1-C4.** Når beregningen for Oslo ble gjort ble det av beregningsverktøyet antatt at materiale av typen EPS ble deponert. Dette er nå endret til at materiale av type EPS/plast blir sendt til forbrenning og energigjenvinning. Forbrenning som avfallshåndtering har høyere utslipp enn deponering.

8 Nye TEK-krav

Høringsforslag til ny TEK foreslår å innføre krav om klimagassberegninger for boligblokker og yrkesbygg over 1000 m² BTA. Boligprodusentene har spilt inn om å innføre krav om klimagassberegninger for alle boligbygg, også småhus. Det er derfor gjort beregninger for Strand som viser samsvar med kravene i nytt TEK forslag.

Kravene sier at det for boligblokk og yrkesbygning skal utarbeides et klimagassregnskap basert på metoden i NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger. Klimagassregnskapet skal som minimum inkludere modulene A1-A3 og B4-B5 for bygningselementene angitt i Tabell 11 . Kjelleretasjer kan utelates i klimagassregnskapet.

Tabell 11. Bygningsdeler

Bygningsdel*)	Bygningselement	Bygningsdel*)	Bygningselement
22	Bæresystemer	222	Søyler
		223	Bjelker
23	Yttervegger	231	Bærende yttervegger
		234	Vinduer, dører, porter
		235	Utvendig kledning og overflate
24	Innervegger	241	Bærende innervegger
		243	Systemvegger, glassfelt
		244	Vinduer, dører, foldevegger
25	Dekker	251	Frittbærende dekker
		252	Gulv på grunn
		255	Gulvoverflate
		256	Faste himlinger og overflatebehandling
26	Yttertak	261	Primærkonstruksjon
		262	Taktekking

*) Tallene referer til norsk standard NS 3451:2009+A1:2019 Bygningsdelstabell

8.1 Klimagassberegning iht. høringsforslag ny TEK

Det er gjort beregninger iht NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger for å vise samsvar med krav til utarbeidelse av klimagassregnskap i ny TEK.

Tabell 12 viser utslipp per bygningsdel for livsløpsfase A-A3, B4-B5 og totalt for begge livsløpsfasene for bygningsdeler det stilles krav til i høringsforslag til ny TEK.

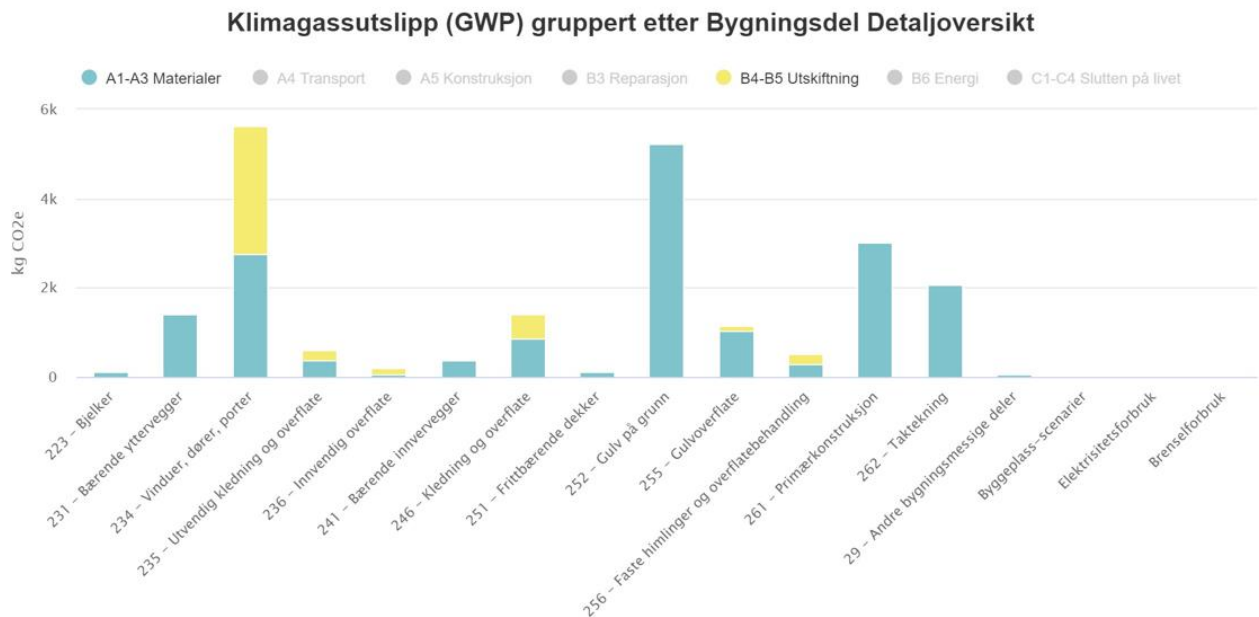
Tabell 12. Oversikt over utslipp per bygningsdel for livsløpsfase A-A3, B4-B5 og totalt for begge livsløpsfasene etter krav i høringsforslag til ny TEK.

Bygningsdel	Bygningselement	Bygningsdel	Bygningselement	A1-A3 [kg CO _{2e}]	B4-B5 [kg CO _{2e}]	Totalt [kg CO _{2e}]
22	Bæresystemer	222	Søyler			
		223	Bjelker	106	-	106
23	Yttervegger	231	Bærende yttervegger	1 419	-	1 419
		234	Vinduer, dører, porter	2 764	2 862	5 626
		235	Utvendig kledning og overflate	379	215	594
24	Innervegger	241	Bærende innervegger	370	8	378
		243	Systemvegger, glassfelt	-	-	
		244	Vinduer, dører, foldevegger	-	-	
25	Dekker	251	Frittstående dekker	105	16	121
		252	Gulv på grunn	5 229	-	5 229
		255	Gulvoverflate	1 027	114	1 142
		256	Faste himlinger og overflatebehandling	279	231	510
26	Yttertak	261	Primærkonstruksjon	3 018	-	3 018
		262	Taktekking	2 053	-	2 053
Totalt				16 379	3 447	19 826

I Tabell 12 kan det ses at de største utslippene per bygningsdel skjer i livsløpsfase A1-A3 som består av råvareuttak, produksjon av materialer, transport av råvarer.

Her må vi inn med en avgrensing av mengder på 5 % pr bygningsdel

Figur 15 viser utslipp per livsløpsfase per bygningsdel for fase A1-A3 og B4-B5.



Figur 15. Figur viser utslipp per livsløpsfase per bygningsdel for fase A1-A3 og B4-B5. Oversikten viser flere bygningsdeler enn hva som det stilles krav om i TEK.

I Figur 15 kan det ses at utslippene er høyest for utvendige vinduer og dører samt for gulv på grunn og yttertak. Utvendige vinduer og dører får høyt utslipp over byggets livsløp på grunn av utskiftninger etter 40 år. Bygget har dessuten store vindusflater. Gulv på grunn har høyt utslipp på grunn av grunnplate i betong samt EPS-isolasjon. Utslippene i yttertak kommer fra store mengder tre i takstoler samt listetekking av stålplater som taktekking.

Sammenligning mot Systemhus Oslo vil komme etter hvert.

9 Vedlegg

9.1 Resultatfil fra One Click LCA