



Research Centre on
ZERO EMISSION
NEIGHBOURHOODS
IN SMART CITIES



METODE FOR KLIMAGASS- BEREGNINGER AV BYGG

ZEN-case for test og sammenligning av NS 3720 og FutureBuilt Zero

ZEN rapport No. 49 2023



Eirik Resch, Kristin Fjellheim, Selamawit Mamo Fufa, Eivind Selvig, Henriette Mo Sandberg,
Stein Stoknes, Helge Brattebø



Research Centre on
ZERO EMISSION
NEIGHBOURHOODS
IN SMART CITIES

ZEN Rapport No. 49

Eirik Resch (NTNU), Kristin Fjellheim og Selamawit Mamo Fufa (SINTEF Community), Eivind Selvig (Civitas), Henriette Mo Sandberg (Asplan Viak), Stein Stoknes (FutureBuilt), Helge Brattebø (NTNU)

METODE FOR KLIMAGASSBEREGNINGER AV BYGG – ZEN-case for test og sammenligning av NS 3720 og FutureBuilt Zero

ISBN 978-82-536-1802-9 (pdf)

Norwegian University of Science and Technology (NTNU) | www.ntnu.no

SINTEF Community | www.sintef.no

<https://fmezen.no>

Preface

Acknowledgement

This memo has been written within the Research Centre on Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities (FME ZEN). The authors gratefully acknowledge the support from the Research Council of Norway, the Norwegian University of Science and Technology (NTNU), SINTEF, the municipalities of Oslo, Bergen, Trondheim, Bodø, Bærum, Elverum and Steinkjer, Trøndelag county, Norwegian Directorate for Public Construction and Property Management, Norwegian Water Resources and Energy Directorate, Norwegian Building Authority, ByBo, Elverum Tomteselskap, TOBB, Snøhetta, AFRY, Asplan Viak, Multiconsult, Sweco, Civitas, FutureBuilt, Hunton, Moelven, Norcem, Skanska, GK, Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk - Energi, Smart Grid Services Cluster, Statkraft Varme, Energy Norway and Norsk Fjernvarme.

The Research Centre on Zero Emission Neighbourhoods (ZEN) in Smart Cities

The ZEN Research Centre develops solutions for future buildings and neighbourhoods with no greenhouse gas emissions and thereby contributes to a low carbon society.

Researchers, municipalities, industry and governmental organizations work together in the ZEN Research Centre in order to plan, develop and run neighbourhoods with zero greenhouse gas emissions. The ZEN Centre has nine pilot projects spread over all of Norway that encompass an area of more than 1 million m² and more than 30 000 inhabitants in total.

In order to achieve its high ambitions, the Centre will, together with its partners:

- Develop neighbourhood design and planning instruments while integrating science-based knowledge on greenhouse gas emissions;
- Create new business models, roles, and services that address the lack of flexibility towards markets and catalyze the development of innovations for a broader public use; This includes studies of political instruments and market design;
- Create cost effective and resource and energy efficient buildings by developing low carbon technologies and construction systems based on lifecycle design strategies;
- Develop technologies and solutions for the design and operation of energy flexible neighbourhoods;
- Develop a decision-support tool for optimizing local energy systems and their interaction with the larger system;
- Create and manage a series of neighbourhood-scale living labs, which will act as innovation hubs and a testing ground for the solutions developed in the ZEN Research Centre. The pilot projects are Furuset in Oslo, Fornebu in Bærum, Sluppen and Campus NTNU in Trondheim, an NRK-site in Steinkjer, Ydalir in Elverum, Campus Evenstad, NyBy Bodø, and Zero Village Bergen.

The ZEN Research Centre will last eight years (2017-2024), and the budget is approximately NOK 380 million, funded by the Research Council of Norway, the research partners NTNU and SINTEF, and the user partners from the private and public sector. The Norwegian University of Science and Technology (NTNU) is the host and leads the Centre together with SINTEF.



<https://fmezen.no>



@ZENcentre



FME ZEN (page)

Sammendrag

For å kunne kvantifisere utviklingen av et nullutslippsområde er klimagassutslipp fra materialer og energibruk i drift viktige indikatorer. Det er utviklet en standard for metode for klimagassberegninger for bygninger – NS 3720:2018 som benyttes for å kvantifisere klimagassutslippene gjennom hele levetiden til et bygg. I tillegg har FutureBuilt satt i gang arbeid med utvikling av metodikk og kriterier for FutureBuilt Zero, som inkluderer klimagassutslipp fra alle faser i byggets levetid; anleggsvirksomhet, transport av materialer, materialbruk og materialsvinn, vedlikehold, energibruk i drift og avhending/ombruk/gjenvinning. Denne rapporten viser fremgangsmåte og resultater i et ZEN-case basert på å vurdere ulike metodiske valg knyttet til klimagassberegninger, henholdsvis med metodikken i NS 3720 og ut fra kriteriene i FutureBuilt Zero, og hvilken effekt disse valgene har på resultatene fra klimagassberegninger for et antall bygg.

Det er gjennomført klimagassberegninger for tre eksempelprosjekter (Kristian August gate 13 – nybygg, Kristian August gate 13 – eksisterende bygg, og Høyblokk), der detaljert informasjon er benyttet både ved bruk av NS 3720 metoden og ved bruk av kriteriene i FutureBuilt Zero. På bakgrunn av resultatene fra disse beregningene visualiseres det hvordan de metodiske forskjellene i beregningen av klimagassutslipp i livsløpet til bygg kan påvirke sluttresultatet og ikke minst den relative betydningen av forskjellige livsløpsmoduler og utslippskilder. Dette vil igjen kunne påvirke metodiske valg og dernest hvilke tiltak som blir besluttet gjennomført i praksis for å redusere klimagassutslipp for fremtidige prosjekter.

Resultatene fra denne studien viser at valg av metode og regneregler vil ha betydelig innvirkning på de beregnede klimagassutslippene og derfor vil kunne påvirke metodiske valg og prioritering av hvilke utslippsreduksjonstiltak som kan tenkes gjennomført i praksis.

Innhold

Preface.....	3
Sammendrag.....	4
1. Innledning.....	6
1.1. Målsetting med casen.....	6
1.2. Relevans for ZEN	6
1.3. Om rapporten	6
2. Metode.....	7
2.1 Bygningene – eksempelprosjektene	7
2.2 Metode for klimagassberegninger	8
2.3 Sammenligning av NS3720 og FutureBuilt Zero	9
3. Resultater.....	11
3.1 Resultatsammenligning totalt	11
3.2 Effekt av metodiske forskjeller.....	16
3.3 Biogent karbon	21
3.4 Allokering av utslipp fra avfallsforbrenning	22
3.5 Relativ viktighet av energi og materialer.....	24
4. Diskusjon.....	25
4.1 Produksjon og konstruksjon installasjonsfase (A1-A5).....	25
4.2 Driftsfasen (B1-B6)	26
4.3 Slutfase (C3).....	26
4.4 Modul D.....	26
5. Konklusjon og videre arbeid	27
5.1 Konklusjon	27
5.2 Innspill til ZEN-definisjon	27
5.3 Videre arbeid.....	28

1. Innledning

En viktig indikator for utvikling av nullutslippsområder er kvantifiseringen av klimagassutslipp fra materialer og energibruk. Det er utviklet en standard for metode for klimagassberegninger for bygninger – NS 3720:2018¹ som benyttes for å kvantifisere klimagassutslippene gjennom hele levetiden til et bygg. I tillegg har FutureBuilt satt i gang arbeid med utvikling av metodikk og kriterier for FutureBuilt Zero, som inkluderer klimagassutslipp fra alle faser i byggets levetid; anleggsvirksomhet, transport av materialer, materialbruk og materialsvinn, vedlikehold, energibruk i drift og avhending/ombruk/-gjenvinning. Første versjon av kriteriesettet er publisert², og det arbeides nå med en ny versjon, som bl.a. skal baseres på erfaringer fra første utprøving av metodikken.

1.1. Målsetting med casestudien

Denne casestudien skal vurdere hvilken effekt metodiske valg knyttet til klimagassberegninger har på sluttresultatet og hvordan dette kan bidra til forskjellig vurdering av tiltak for reduksjon av klimagasser. Studien skal spesifikt teste og sammenligne metodikken i NS 3720 og kriteriene i FutureBuilt Zero.

1.2. Relevans for ZEN

ZEN-partnerne Asplan Viak, Civitas og FutureBuilt har vært sentrale bidragsytere i arbeidet med å utvikle kriterier for FutureBuilt Zero. I tillegg har representanter fra NTNU vært viktige bidragsytere i arbeidet, og SINTEF har bidratt i den tidlige fasen av arbeidet, bl.a. gjennom analyse og rapportering av utslippsdata fra en rekke gjennomførte livsløpsvurderinger (LCA) av bygninger, for eksempel ZEN-rapport no. 24-2020³. Det har også vært samtaler med forskningssenteret FME ZEN for å diskutere samordning og erfaringsutveksling mellom FutureBuilt Zero og det løpende arbeidet med å utvikle ZEN-definisjonen. Dette vil være nyttig for å få et bedre rammeverk for utvikling av kriterier for nullutslippsområder, som både vil gi større troverdighet og vil ha større potensiale for å få gjennomslag og utbredelse i praksis.

1.3. Om rapporten

Denne rapporten gir en beskrivelse av metodene i kapittel 2, som både forklarer hvilke bygninger som er valgt ut som eksempelprosjekter og gir en gjennomgang og sammenligning av metodene for klimagassberegninger slik de er beskrevet i NS 3720 og i FutureBuilt Zero. Det er gjennomført klimagassberegninger for alle eksempelprosjektene ved bruk av de to metodene, og resultatene er presentert i kapittel 3. For å vise effekten av metodiske valg blir resultatene diskutert med tanke på i hvilken livssyklusfase utslippene oppstår; produksjonsfasen, driftsfasen eller avhendingsfasen i kapittel 4. I tillegg blir utslipp knyttet til biogent karbon og utslipp fra fjernvarme fra avfallsforbrenning spesifikt drøftet. Til slutt gis det en oppsummerende konklusjon og forslag til videre arbeid og forskning i kapittel 5.

¹ NS 3720:2018, 'Metode for Klimagassberegninger for Bygninger / Method for Greenhouse Gas Calculations for Buildings'.

² 'FutureBuilt kvalitetskriterier', <https://www.futurebuilt.no/FutureBuilt-kvalitetskriterier#!/FutureBuilt-kvalitetskriterier>, FutureBuilt ZERO – metodenotat, v2.0 14.06.2021

³ Wiik et al., 'Klimagasskrav Til Materialbruk i Bygninger - Utvikling Av Grunnlag for å Sette Absolutte Krav Til Klimagassutslipp Fra Materialbruk i Norske Bygninger'.




2. Metode

Metodekapittelet av denne rapport er tredelt. Først presenteres de tre eksempelprosjektene som inngår i denne casestudien. Deretter skisseres metodikk, mål og omfang av klimagassberegning og til slutt beskrives prinsippene og det gis en sammenligning av metodikken i NS3720 and FutureBuilt Zero.

2.1 Bygningene – eksempelprosjektene

Tre eksempelprosjekter ble valgt ut for å teste og sammenligne metodikken i NS3720 og FutureBuilt Zero, med vekt på hvordan metodologiske valg påvirker resultatene for forskjellige typer bygg. Tabell 1 gir grunnleggende informasjon om eksempelprosjektene.

Tabell 1. Oversikt over eksempelprosjektene

Beskrivelse	Kristian Augusts gate 13 (KA13) nybygg	Kristian August gate 13 (KA13) eksisterende bygg	Høyblokk
			
	Bilde: Mad arkitekter/ Kyrre Sundal	Bilde: Mad arkitekter /Kyrre Sundal	Illustrasjonsfoto: Heggelund
Prosjekttype	Nybygg med høy grad av ombruk	Rehabilitering med høy grad av ombruk	Nybygg
Bruttoareal (m ²)	700	3 350	10 260
Prosjekt fase	Ferdigstilt (2021)	Ferdigstilt (2021)	Tidlig fase
Antall produkter	65	83	55
Hovedkonstruksjon	Stål og betong	Stål og betong	Betong
Ombruk (antall ombrukte produkt-kategorier/totalen og vekt)	10 produkter 34 vektprosent ombruk	15 produkter 7,9 vektprosent ombruk	0
Ombrukbarhet	7 produkter 21,9 vektprosent ombrukbarhet	5 produkter 4,2 vektprosent ombrukbarhet	0
Materialsammensetning (vektprosent)	1.0% tre 0.6% fossilt 6.8% sement	4.4% tre 2.7% fossilt 9.6% sement	0.7% tre 0.2% fossilt 7.4% sement
Energi i drift, levert	Elektrisitet	48 790 kWh/år	331 985 kWh/år
	Fjernvarme	26 320 kWh/år	161 135 kWh/år
Benyttet LCA-verktøy	ByggLCA	ByggLCA	ByggLCA

2.2 Metode for klimagassberegninger

Klimagassberegninger utføres i samsvar med prinsippene og rammeverket for LCA slik dette er definert i NS 3720 og FutureBuilt Zero.

Målet med denne studien er å vurdere, teste og sammenligne hvilken effekt metodiske valg knyttet til klimagassberegninger og tiltak har for reduksjon av klimagasser. Den funksjonelle enheten er representert ved 1m² bygg over byggets estimerte levetid på 60 år.

Systemgrensen for studien er definert i henhold til det modulære livssyklusystemet slik det er definert i NS3720, som anvendes for å beregne klimagassutslippene fra vugge til grav for de fire hovedfasene i livssyklusen til bygget: Produktfasen (modul A1-A3), byggefasen (modul A4-A5), bruksfasen (modul B1- B8) og sluttfasen (modul C1-C4). I tillegg er konsekvenser knyttet til ombruk av materialer, material- og energigjenvinning og eksport av egenprodusert energi etter endt levetid beregnet i modul D. Denne studien inkluderer A1-A3, A4-A5, B1-B6, C3 og D livssyklusmodul (se Figur 1).

Livsloppsstadie	Livssyklusstadier for bygninger														Tillegg		
	A1-A3 Produktfase			A4-A5 Konstruksjon installasjonfase		B1-B7 Bruksfase							C1-C4 Sluttfase				D Etter endt levetid
Livssyklusmodul	A1: Råmaterialer	A2: Transport	A3: Produksjon	A4: Transport	A5: Konstruksjon og installasjon	B1: Bruk	B2: Vedlikehold	B3: Reparasjon	B4: Utskifting	B5: Ombygging	B6: Energibruk i drift	B7: Vannforbruk i drift	C1: Riving	C2: Transport	C3: Avfallsbehandling	C4: Avhending	Material- og energigjenvinning og ombruk av materialer og eksport av egenprodusert energi
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	MID	MID	MID	MID	X	MID	

*energibruk i konstruksjons- og installasjonsprosessen (A5) er ikke inkludert

Figur 1. Systemgrenser iht. NS3720⁴ MID – Modul ikke deklartert

Materialinventarene for casestudiene er strukturert iht. NS 3451⁵ Bygningsdelstabell på 3-siffernivå. Bygningsdelene som er inkludert i bygningenes systemgrenser er vist i Tabell 2. Det er forskjellige antall og type bygningsdeler inkludert i de tre eksempelprosjektene, men ettersom denne studien sammenligner metodevalg og ikke er en sammenligning av resultatene på tvers av eksempelprosjektene vurderes dette ikke som et problem. Klimagassutslipp beregnes som CO₂-ekvivalenter, og de samme utslippsfaktorene brukes for NS 3720 og FutureBuilt Zero metodene.

⁴ NS 3720:2018, 'Metode for Klimagassberegninger for Bygninger / Method for Greenhouse Gas Calculations for Buildings'.

⁵ NS 3451: 2009, 'Bygningsdelstabell / Table of Building Elements'.

Tabell 2 Oppsummere av bygningsdelene inkludert i de tre eksempelprosjekter

Bygningsdel	Bygningsdel	KA13 nybygg	KA13 eksisterende bygg	Høyblokk
<i>Antall:</i>		13	16	10
21 Grunn og fundamenter	215 Pelefundamentering	✓		
	216 Direkte fundamentering	✓		
22 Bæresystemer	222 Søylar	✓	✓	✓
	223 Bjelker			✓
23 Yttervegger	231 Bærende yttervegger		✓	✓
	232 Ikke-bærende yttervegger	✓	✓	
	233 Glassfasader		✓	
	234 Vinduer, dører, porter	✓	✓	✓
	235 Utvendig kledning og overflate	✓	✓	
24 Innervegger	241 Bærende innervegger			✓
	242 Ikke-bærende innervegger	✓	✓	✓
	243 Systemvegger, glassfelt		✓	
	244 Vinduer, dører, foldevegger			✓
25 Dekker	251 Frittbærende dekker	✓		
	252 Gulv på grunn			✓
	253 Oppføret gulv, påstøp	✓	✓	
	255 Gulvoverflate		✓	
	256 Faste himlinger og overflatebehandling	✓	✓	
26 Yttertak	261 Primærkonstruksjon	✓	✓	✓
	262 Taktekking	✓	✓	
	263 Glasstak, overlys, takluker		✓	
	269 Andre deler av yttertak		✓	
28 Trapper, balkonger, mm.	281 Innvendige trapper			✓
	282 Utvendige trapper	✓	✓	

2.3 Sammenligning av NS3720 og FutureBuilt Zero

NS3720 beskriver metodikken for klimagassberegninger fra hele bygningens livsløp og følger internasjonale prinsipper for livsløpsvurderinger (LCA). NS 3720 legger opp til å inkludere mest mulig av det som kan forårsake utslipp i omfanget for hva beregningene dekker, men gir samtidig fleksibilitet til å avgrense systemgrensene slik at disse samsvarer med formålet for beregningen. FutureBuilt Zero tilbyr en beregningsmetodikk som bygger på NS 3720, men med fastsatte systemgrenser, og på grunn av dette vil FutureBuilt Zero i mange tilfeller kunne inkludere flere utslippskilder og livsløpsmoduler enn det som er vanlig i NS 3720 beregninger. FutureBuilt Zero kan derfor i stor grad betraktes som et spesifikt scenario under NS 3720. Det er likevel noen avvik i metodikk, dvs. FutureBuilt Zero:

- benytter dynamisk LCA, mens NS 3720 benytter statisk LCA i hovedscenariet, men åpner for å i tillegg vurdere vektning av tidspunkt for utslipp (dynamisk LCA).
- inkluderer kompenserende effekter fra ombrukbarhet og eksportert energi i hovedresultatet, mens NS 3720 betrakter disse som tilleggseffekter i modul D.

- betrakter opptak av biogent karbon i nyvekst som en konsekvens av hogst, mens NS 3720 definerer opptak av biogent karbon som å ha skjedd før hogst.
- allokere utslipp fra avfallsforbrenning i fjernvarmeanlegg (energigjenvinning) mellom avfallssektoren og energisektoren, mens NS 3720 allokere alle utslipp fra energigjenvinning til avfallssektoren.
- inkluderer fremtidig teknologiutvikling for alle utslippskilder, inklusive fremtidig energi- og materialproduksjon, mens NS 3720 kun har teknologiutvikling for elektrisitet.

FutureBuilt Zero gir i tillegg kriterier for maksutslipp for bygningers totale bidrag til global oppvarming gjennom levetiden. Kriteriet er basert på å oppnå 50-55% utslippsreduksjon i 2030 og 90-95% utslippsreduksjon i 2050 sammenlignet med 2020-nivå⁶.

Tabell 3 oppsummerer de metodiske hovedforskjellene mellom NS 3720 og FutureBuilt Zero. En detaljert gjennomgang av disse er å finne i metodenotatet for FutureBuilt Zero.

Tabell 3. Sammenlikning av metodiske forskjeller mellom NS 3720 og FutureBuilt Zero

Metodisk valg	NS 3720	FutureBuilt Zero
Fremtidig teknologiutvikling	Inkluderer (i hovedscenariet) kun fremtidig teknologiutvikling for utslipp fra strøm -og varmeproduksjon. Det åpnes for å undersøke teknologiutvikling for resterende utslippskilder i alternativscenarier.	Inkluderer teknologiutvikling for alle utslippskilder, både for energi og for materialer. Legger derfor mer vekt på utslipp som skjer i dag enn utslipp som skjer langt frem i tid, fordi bedre teknologi vil gi mindre utslipp per enhet produsert vare enn i dag
Tidsvektning	Ingen tidsvektning. Benytter statisk LCA, men kan inkludere dynamisk LCA i scenarioanalyse og følsomhetsanalyse.	Utslipp vektet basert på tidspunkt utslippene skjer (dynamisk LCA). Det er utslippenes bidrag til global oppvarming i løpet av en 100 års periode fra byggetidspunktet som medregnes; global oppvarming lenger enn 100 år frem i tid utelates. Jo lenger frem i tid utslippene skjer, jo mindre oppvarming vil skje i løpet av perioden. Dette har også relevans mht Parisavtalens mål mot 2050.
Biogent karbon	Opptak av biogent karbon betraktes som å ha skjedd <u>før</u> hogst. Lagret biogent karbon beregnes og rapporteres iht. NS-EN 16485, med opptak i modul A1 og utslipp i modul C3-C4. Opptak og utslipp annullerer hverandre og resulterer i ingen nettoeffekt.	Opptak av biogent karbon betraktes som å skje som en konsekvens av hogst, altså i løpet av byggets levetid. Trær og biomasse vil gradvis ta opp karbon, og i perioden karbon samtidig lagres i produkter i bygningen vil det oppstå en midlertidig "karbonlagringseffekt" hvor det er mindre karbon i atmosfæren. Det legges begrensninger på hvor mye av denne effekten som kan godskrives i regnskapet (maksimalt 100% av forbrenningsutslipp og 75% av produksjonsutslipp). Biogent karbonopptak rapporteres i modul B1.
Karbonatisering	Karbonopptak i sementbaserte produkter beregnes og rapporteres iht. NS-EN 16757, opptak beregning i modul B1, C3, C4 og D.	Samme metodikk, men det oppgis en fast opptaksfaktor for å forenkle beregningene. Det er kun opptak i løpet av levetiden som medregnes, og rapporteres i modul B1.

⁶ Resch, E., Andresen, I., Selvig, E., Wiik, M., Tellnes, L. G., Stoknes, S. FutureBuilt ZERO - Materialer og Energi Metodebeskrivelse. Versjon 2, Juni 2021. Henter fra <https://www.futurebuilt.no/content/download/28118/157884>

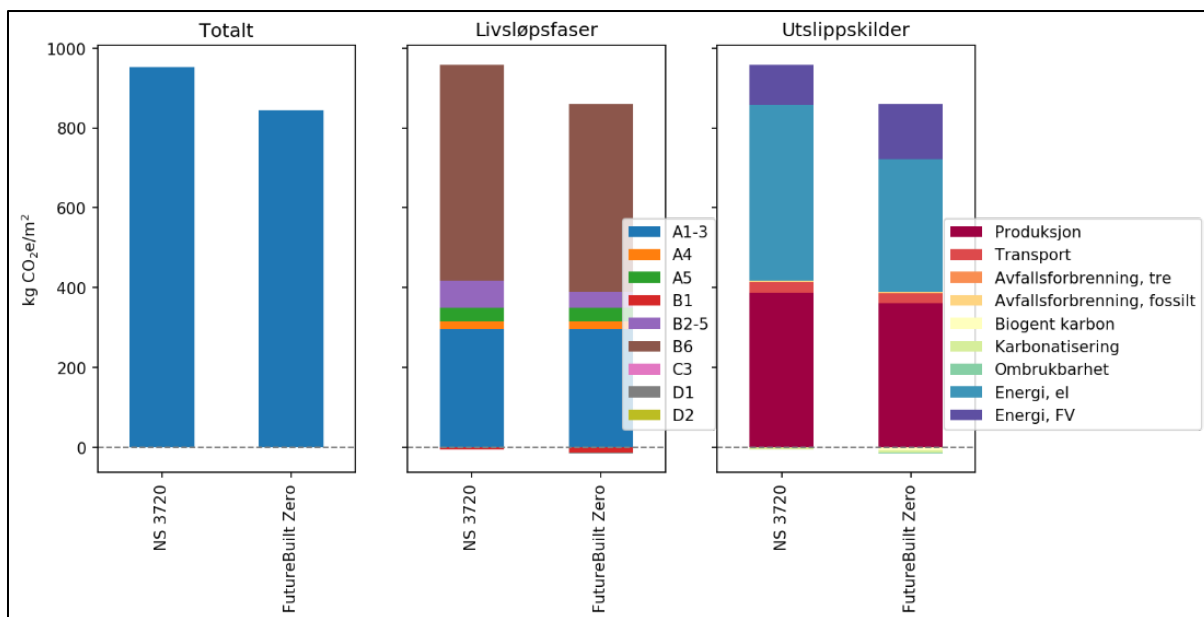
Metodisk valg	NS 3720	FutureBuilt Zero
Allokering av utslipp fra avfallsforbrenning	Allokerer forbrenningsutslipp fra energigjenvinning til hvor avfallet oppstår (polluters pay principle).	50/50 allokering av forbrenningsutslipp mellom avfallssektor og energisektor. Dette gir høyere utslipp fra avfallsforbrenning i fjernvarme, og lavere utslipp fra avfallshåndtering av bygningsmaterialer.
Modul D	Konsekvenser fra eksportert egenprodusert energi, ombruk og material- og energigjenvinning beregnes og rapporteres separat fra hovedresultater, i modul D.	Inkluderer konsekvenser av eksportert egenprodusert energi og ombrukbarhet i hovedresultater.
Utslippsfaktorer for materialer	Spesifikke data (e.g. EPD) i som bygget og detaljeringsfasen. Eller generiske, gjennomsnitt og representative data i innledende fase.	Ingen forskjell.
Utslippsfaktor for energibruk	To scenarioer for elektrisitet fra nett: Scenario 1- Norsk forbruksmiks (NO) (18gCO ₂ -ekv/kWh). Scenario 2 – Europeisk forbruksmiks (EU28+NO) (136gCO ₂ -ekv/kWh). Begge scenarier tar hensyn til teknologiutvikling. Snittfaktorer for år satt i drift ikke oppgitt, men må regnes ut manuelt.	Benytter metodikken for Scenario 2 – Europeisk forbruksmiks (EU28+NO) fra NS 3720, med snittfaktor over perioden som avhenger av år satt i drift. I tillegg inkluderes en dynamisk tidsvektingsfaktor som gir dagens utslipp større betydning enn fremtidige. Faktorer er oppgitt for alle fremtidige år.
	Fjernvarme og fjernkjøling avhenger av type innfyrt energikilde i det tilknyttede fjernvarmeanlegget. Avfall som innfyrt energikilde betraktes som “nullutslipp”.	Samme, men avfall som innfyrt energikilde har en fastsatt utslippsfaktor basert på 50/50 allokering mellom avfallssektor og energisektor. Denne faktoren er justert for teknologiutvikling over tid fremover, og tidsvektet.

3. Resultater

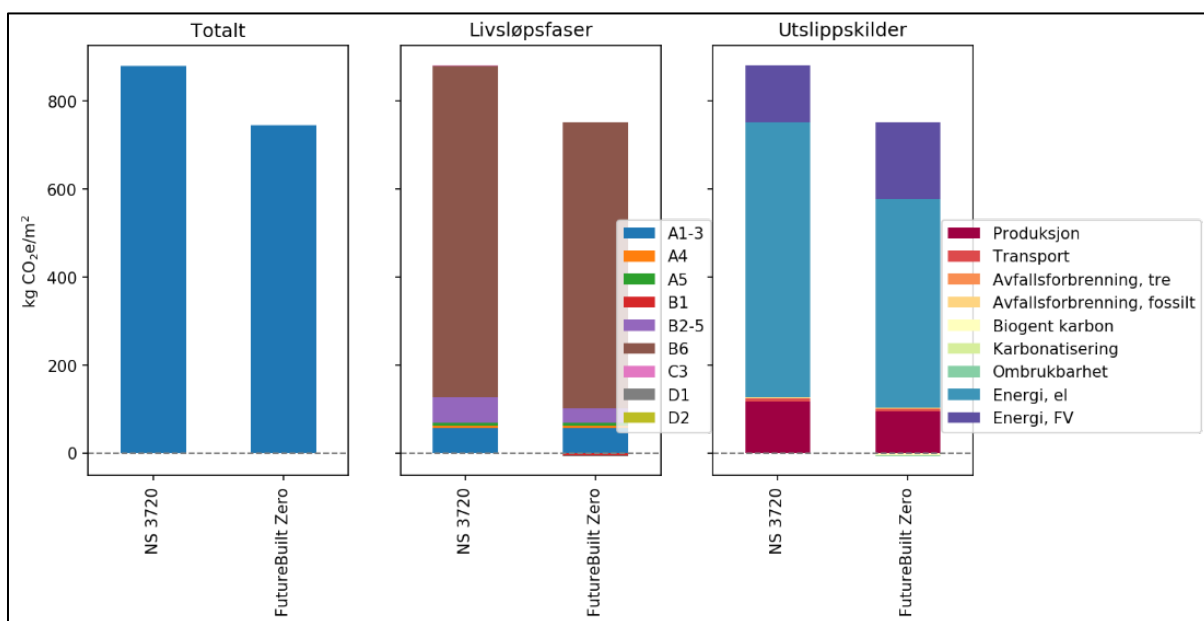
Resultatene av klimagassberegningene for de tre eksempelprosjektene blir presentert både ved bruk av metoden beskrevet i NS 3720 og metoden i FutureBuilt Zero. Det vil både vises totale klimagassutslipp, prosentvise bidrag fra de forskjellige livsløpsmodulene, effekten av metodiske valg, og den relative betydningen av materialer vurdert opp mot energibruk.

3.1 Resultatsammenligning totalt

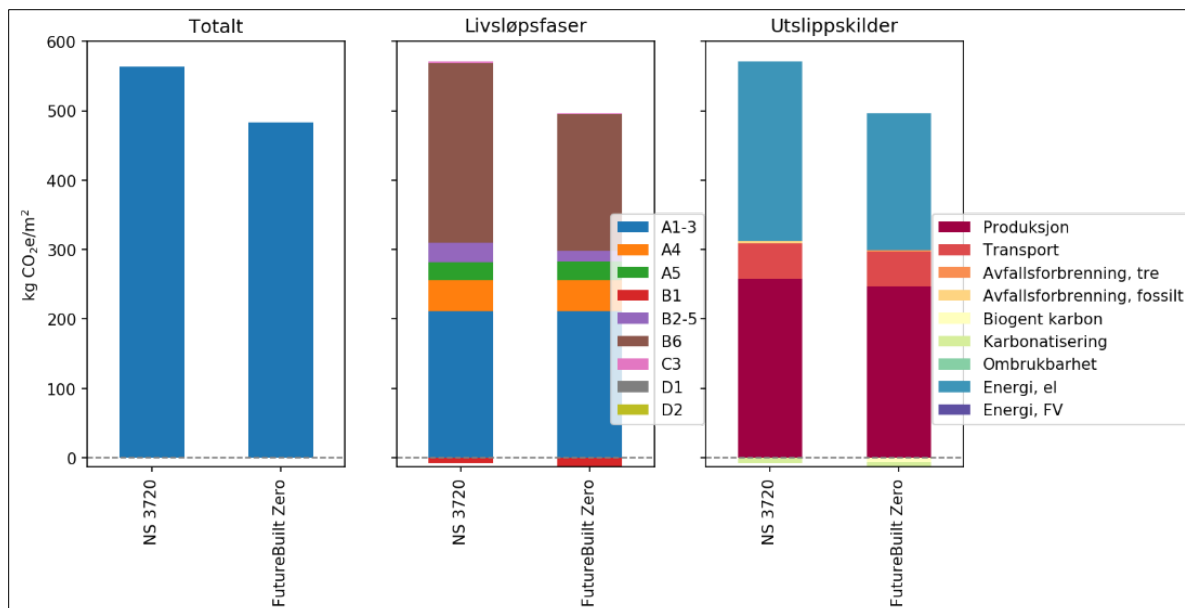
Figur 2, Figur 3 og Figur 4 viser de totale klimagassutslippene per kvadratmeter gulvareal beregnet basert på NS 3720 og FutureBuilt Zero, for de tre eksempelprosjektene. Figurene viser beregnet klimagassutslipp totalt, fordelt på livsløpsfase og fordelt på utslippskilde.



Figur 2. Totale klimagassutslipp per kvadratmeter for KA13 – Nybygg



Figur 3. Totale klimagassutslipp per kvadratmeter for KA13 – Eksisterende bygg



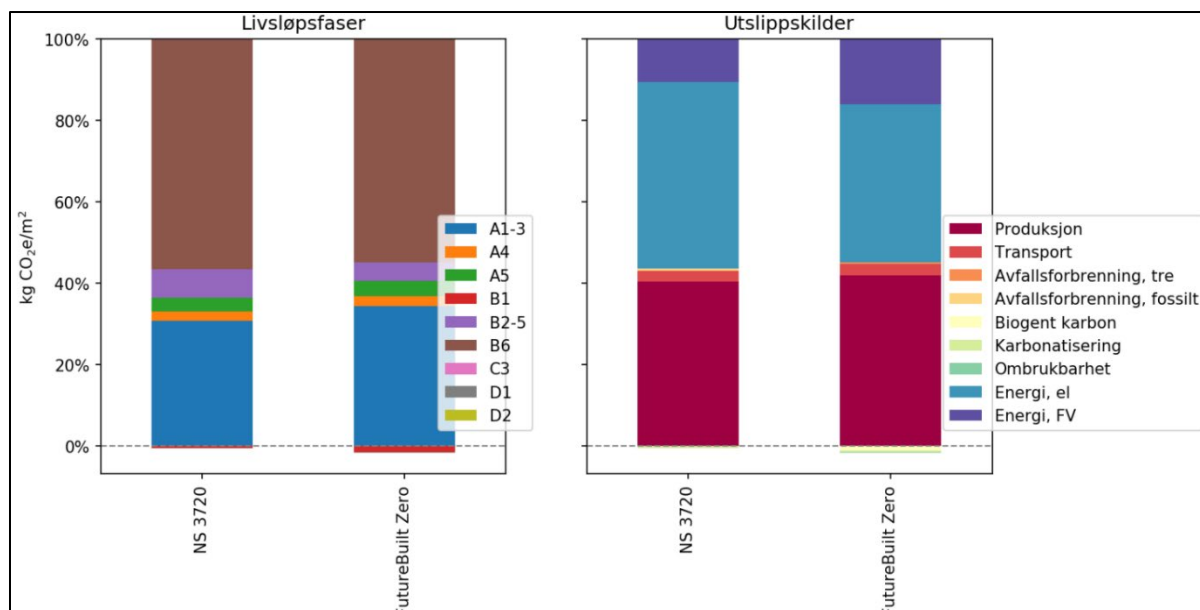
Figur 4. Totale klimagassutslipp per kvadratmeter for Høyblokk

Resultatene viser at de beregnede verdiene for totale klimagassutslipp i alle de tre eksempelprosjektene er betydelig lavere når FutureBuilt Zero metoden brukes enn for NS3720. B6 er tydelig den livsløpsfasen der NS3720 og FutureBuilt Zero metodene gir størst forskjell i utslippsresultat, med vesentlige utslag både for elektrisitet (energi, el) og for fjernvarme (energi, FV).

For å få bedre innsikt i hvordan utslippsberegningene blir påvirket av det metodiske valget viser Tabell 4, Tabell 5 og Tabell 6 den prosentvise fordelingen av klimagassutslippene fordelt på livsløpsmodul, mens Figur 5, Figur 6 og Figur 7 også viser den prosentvise fordeling per utslippskilde for de tre eksempelprosjektene. Det som kommer frem herfra er at A1-A3 materialbruk i produksjonsfasen står for en stor andel av de totale utslippene (mer enn 30% for KA13-nybygg og rundt 40% for Høyblokk), og ved bruk av regnemetoden i FutureBuilt Zero er den relative andelen høyere enn ved bruk av NS3720 metoden (3,5 % høyere andel for KA13 Nybygg og 5,6 % høyere andel for Høyblokk). Det samme gjelder for A4 og A5. For KA13-eksisterende bygg er utslippene fra A1-A3 noe lavere (mindre enn 10% av totalt utslipp) og forskjellen mellom de to metodene er mindre (kun 1 % høyere verdier ved bruk av FutureBuilt Zero). Videre ser man at utslippene knyttet til livsløpsfase B6 energibruk i drift står for den største andelen av utslippene for alle eksempelprosjektene og ved bruk av begge metodene, med unntak av ett scenario – Høyblokk og bruk av FutureBuilt Zero metoden.

Tabell 4. Prosentvis fordeling av utslipp per livsløpsfase for KA13-nybygg (prosent av de *positive* utslippene)

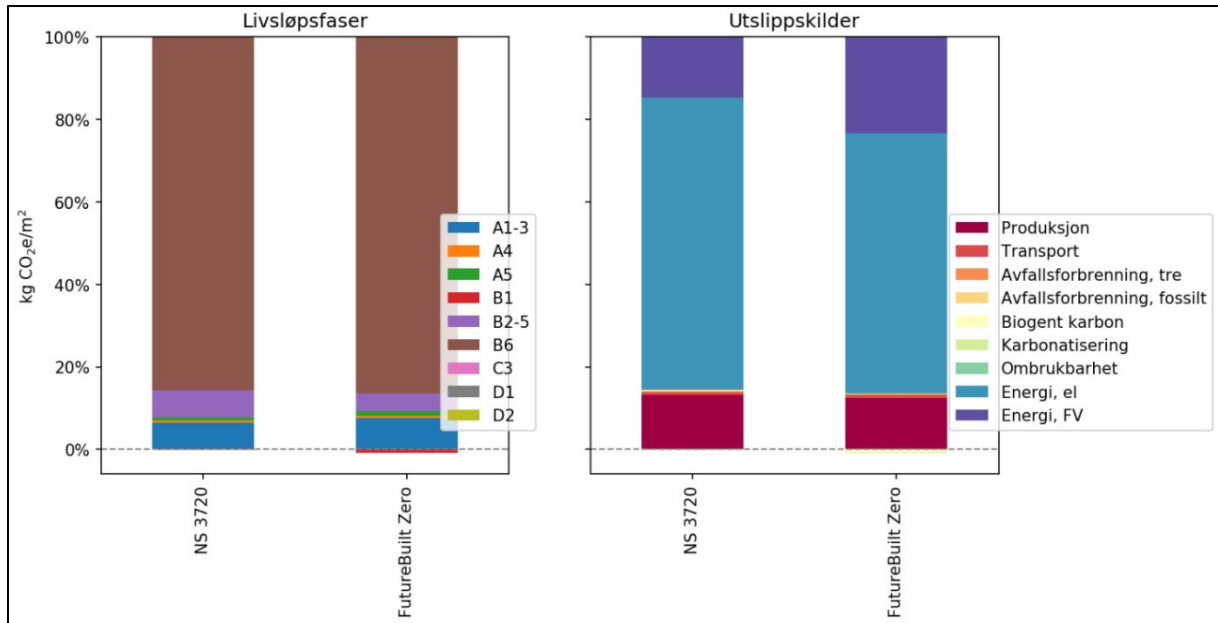
	A1-3	A4	A5	B1	B2-5	B6	C3	D1	D2
NS 3720	30.9%	2.1%	3.5%	-0.6%	7.1%	56.4%	0.1%	0.0%	0.0%
FutureBuilt Zero	34.4%	2.4%	3.9%	-1.5%	4.5%	54.8%	0.1%	-0.2%	0.0%



Figur 5. Resultatsammenligning prosentvist bidrag for KA13 – Nybygg

Tabell 5. Prosentvis fordeling av utslipp per livsløpsfase for KA13 – Eksisterende bygg (prosent av de *positive* utslippene)

	A1-3	A4	A5	B1	B2-5	B6	C3	D1	D2
NS 3720	6.5%	0.5%	0.9%	-0.2%	6.6%	85.5%	0.1%	0.0%	0.0%
FutureBuilt Zero	7.6%	0.6%	1.0%	-0.8%	4.4%	86.4%	0.1%	-0.1%	0.0%

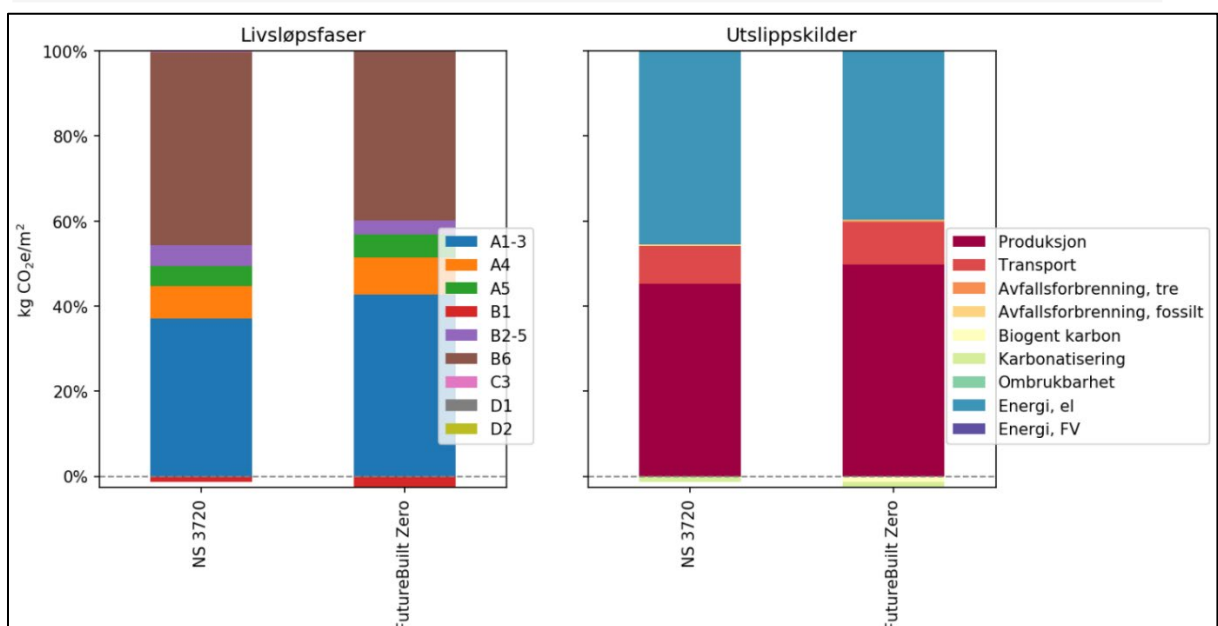


Figur 6. Resultatsammenligning prosentvist bidrag for KA13 - Eksisterende bygg

For Høyblokk vil den relative vektningen av utslipp fra energi opp mot utslipp fra materialer endre seg avhengig av om man benytter NS 3720 eller FutureBuilt Zero metoden. Ved bruk av NS 3720 står materialer i A1-A3 for 37,1 % av utslippene mens energi i bruksfasen, B6, står for 45,4 %. Ved bruk av FutureBuilt Zero står materialer for 42,7 % av utslippene mens energi i bruksfasen står for 39,7 %.

Tabell 6. Prosentvis fordeling av utslipp per livsløpsfase for Høyblokk (prosent av de positive utslippene)

	A1-3	A4	A5	B1	B2-5	B6	C3	D1	D2
NS 3720	37.1%	7.6%	4.6%	-1.4%	4.9%	45.4%	0.3%	0.0%	0.0%
FutureBuilt Zero	42.7%	8.8%	5.4%	-2.7%	3.3%	39.7%	0.1%	0.0%	0.0%



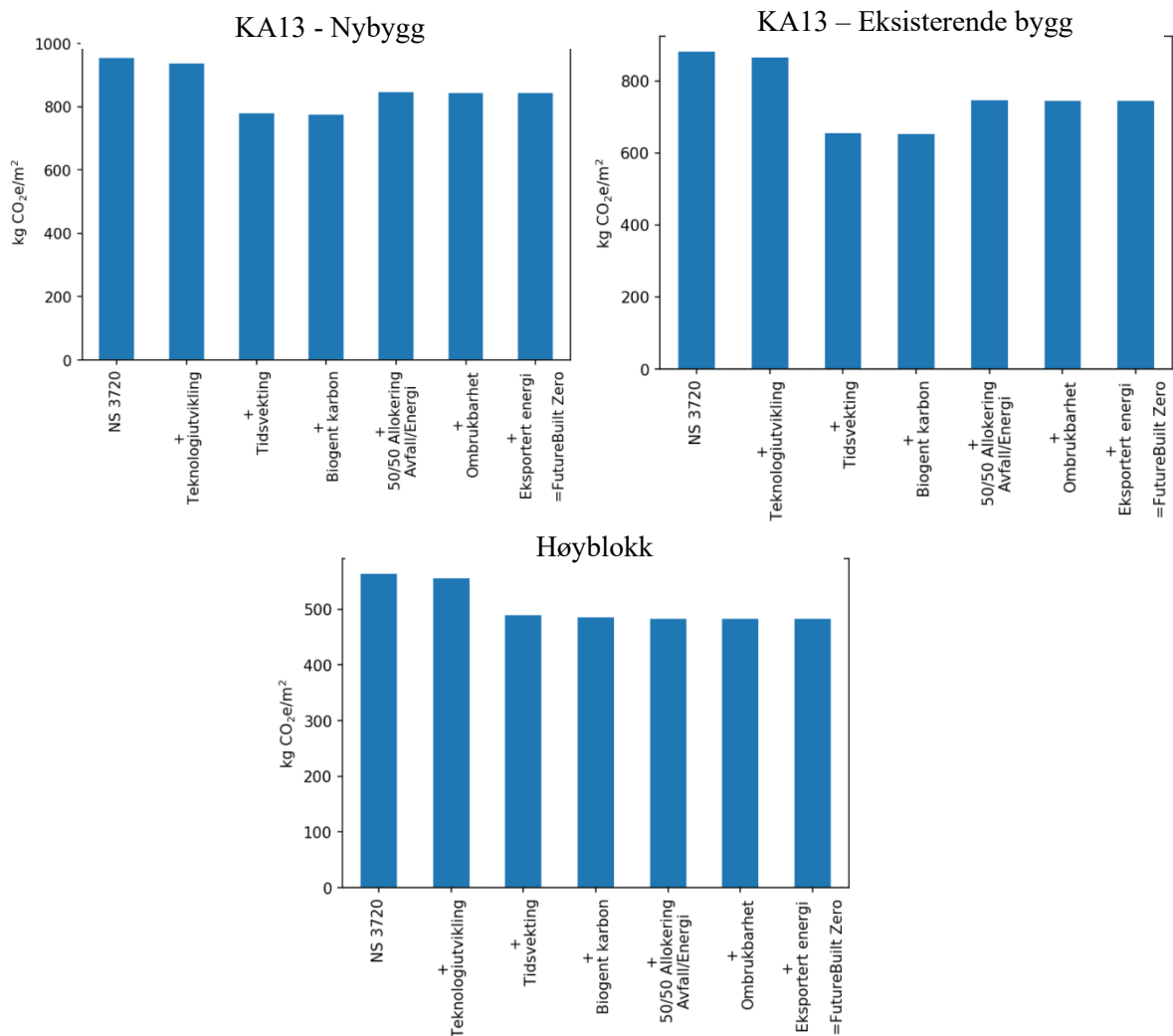
Figur 7. Resultatsammenligning prosentvist bidrag for Høyblokk

Utslippene som kommer fra byggets slutfase, spesielt C3, står for en mindre andel av utslippene med bruk av FutureBuilt Zero sin regnemetode. Utslippene som kommer fra energiforbruk i bruksfasen (B6), for de byggene som benytter fjernvarme (KA13 – nybygg og KA13 – eksisterende bygg) viser at den relative fordelingen av utslipp mellom elektrisitet og fjernvarme endrer seg ved valg av metode. For KA13-eksisterende bygg står utslippene fra B6 for mer enn 85% av totalt utslippene fordi det her er stor grad av ombruk av materialer. Fordelingen av utslipp mellom elektrisitet og fjernvarme kan påvirke resultatet i stor grad. Dette blir ytterligere beskrevet i kapittel 3.5.

Disse figurene viser at valg av metode og regneregler vil føre til at prioriteringen av tiltak vil kunne endres ettersom andre elementer i livssyklusen til bygget og utslippskildene til bygget vil ha en større innvirkning på de totale utslippene. Ved bruk av FutureBuilt Zero metoden vil det som skjer i tidlig fase av et byggs levetid ha større innvirkning på totale utslipp sammenlignet med bruk av NS 3720, og dette vil gi større insentiver til å innrette tiltak mot disse leddene av et byggeprosjekt. Dette kan også spille en rolle med tanke på hvordan tiltak i et bygg prioriteres som følge av Parisavtalens mål og behovet for å oppnå utslippsreduksjoner mot 2050 i forhold til reduksjoner over hele byggets levetid.

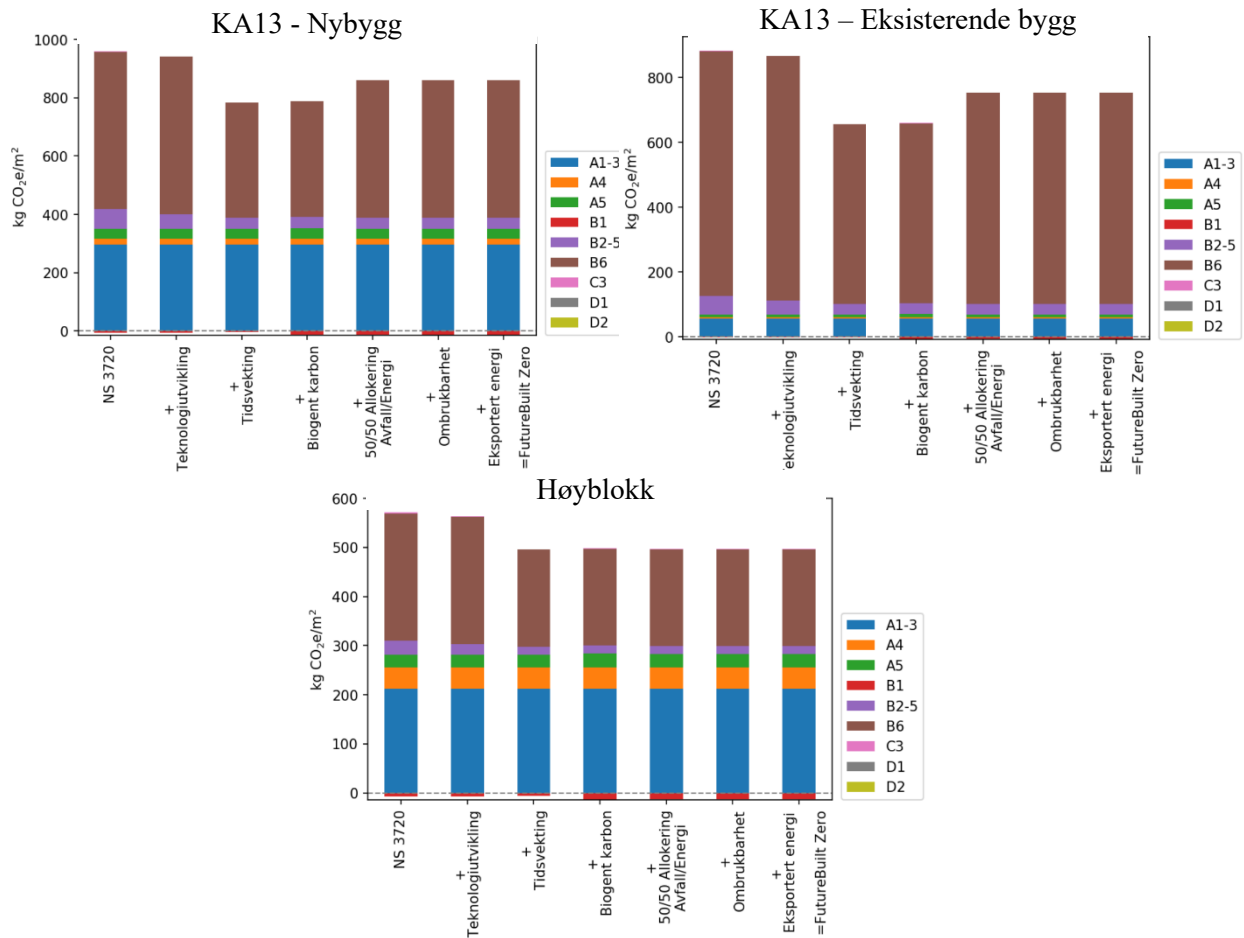
3.2 Effekt av metodiske forskjeller

Figur 8 viser hvordan hvert metodisk valg, ved å gå ut fra NS 3720 som startpunkt til å inkludere flere ledd i FutureBuilt Zero sin metode, påvirker de totale klimagassberegningene for de tre eksempelbyggene. Det må understrekes at det ikke er mulig å fastslå i hvilken grad disse resultatene er representative for et større antall bygg, siden de tre byggene som er undersøkt kan være spesielle i sine løsninger og forbruk av innsatsfaktorer per enhet gulvareal. De metodiske valgene som presenteres er (i denne rekkefølge) teknologiutvikling, tidsvekting, biogent karbon, 50/50 allokering avfall/energi, ombrukbarhet og eksportert energi. For nærmere beskrivelse av de metodiske valgene, se Tabell 3. Den første stolpen i figurene viser beregnede utslipp ved bruk av NS 3720 metoden. For hver påfølgende stolpe blir et nytt metodisk valg fra FutureBuilt Zero metodikken inkludert i de beregnede utslippsverdiene. Den siste stolpen viser dermed beregnede klimagassutslipp hvor alle metodiske valg i henhold til FutureBuilt Zero er introdusert. Det er tydelig at for alle byggene gir tidsvekting en stor reduksjonseffekt på utslippsberegningene, mens 50/50-allokering avfall/energi deretter gir en markant økt utslippseffekt for de to KA-13 byggene, men ikke for høyblokka siden denne ikke forsynes med fjernvarme.



Figur 8. Effekt av metodiske forskjeller fra NS3720 til FutureBuilt Zero

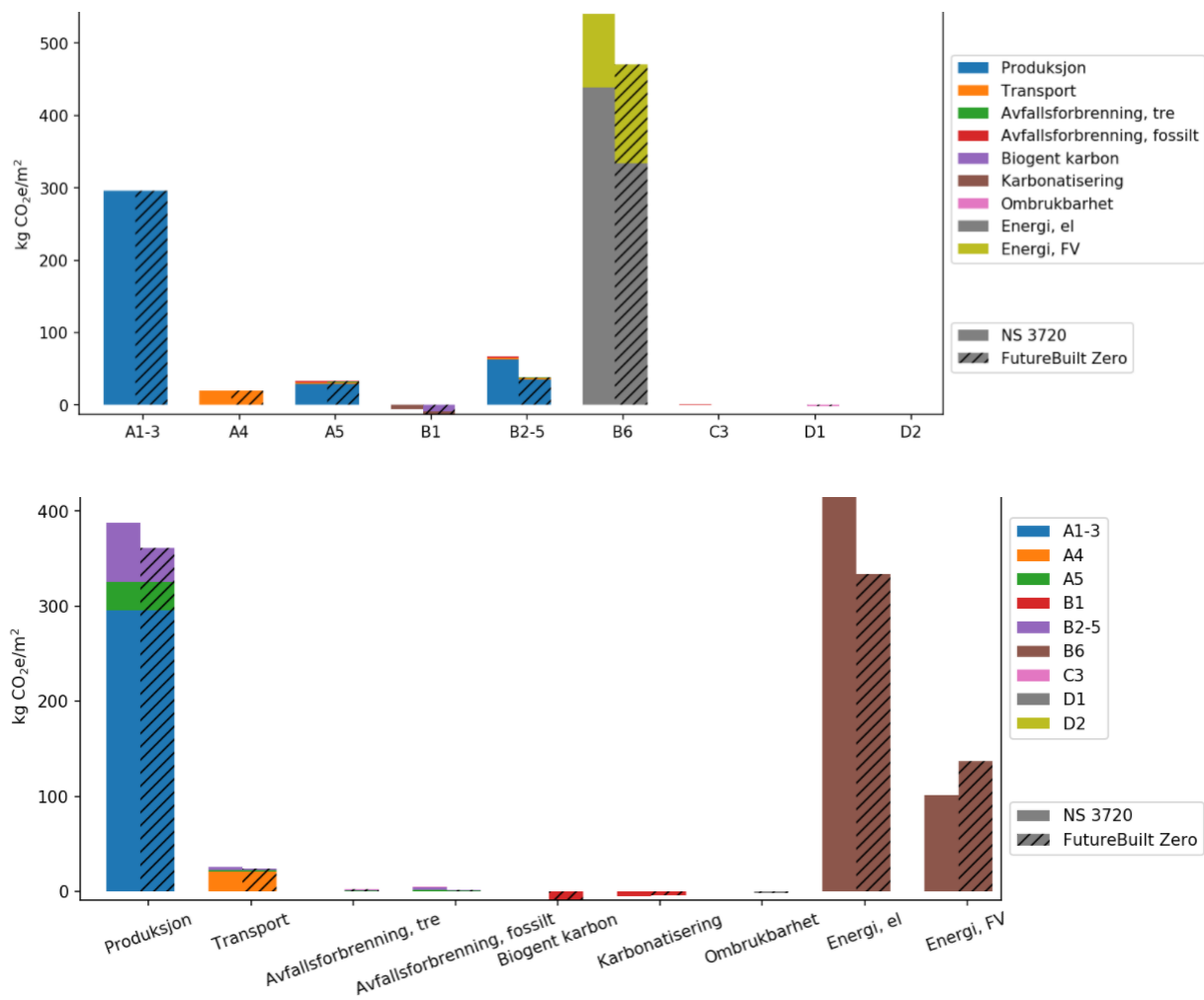
Figur 9 viser også effekten av de metodiske forskjellene, men her med fordeling på livsløpsfase for å vise hvilke deler av livsløpet som påvirkes av de metodiske valgene.



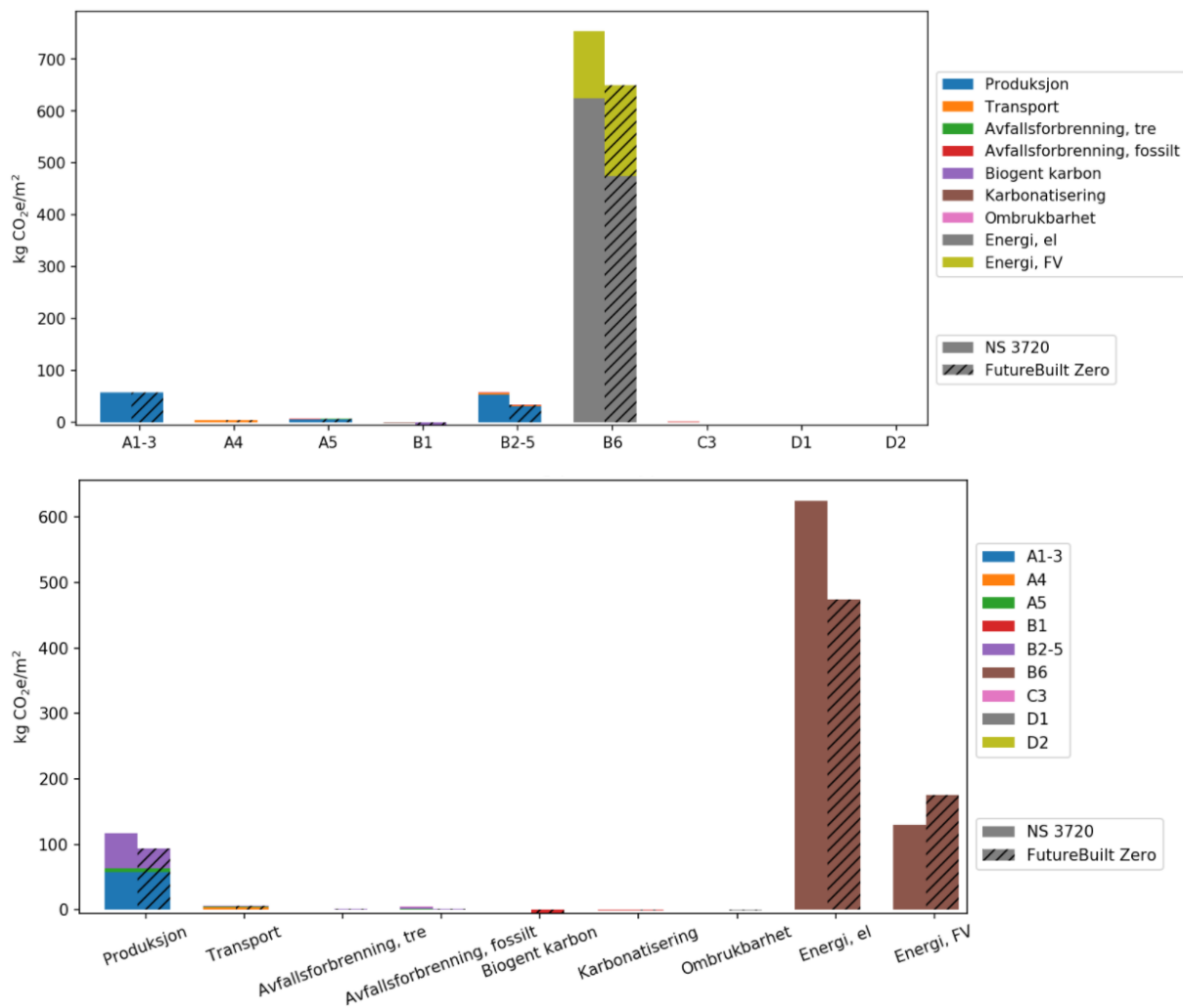
Figur 9. Effekt av metodiske forskjeller fordelt på livsløpsmodul

Figurene viser at tidsvektning har en stor effekt på beregnede utslipp for de tre eksempelbyggene. For byggene med fjernvarme, KA13 – Nybygg og KA13 – Eksisterende bygg, er det en økning i utslipp med metodevalget 50/50 allokering for avfall/energi. Det er også en liten reduksjon i utslipp basert på inkludering av teknologitviking. De resterende metodiske valgene; biogent karbon, ombrukbarhet og eksportert energi har liten effekt for disse eksempelbyggene, men dette vil kunne være annerledes for andre bygg, og variere avhengig av valg av materialer og energiløsninger. For disse eksempelbyggene er det ikke lagt opp til noe eksport av egenprodusert energi (modul D).

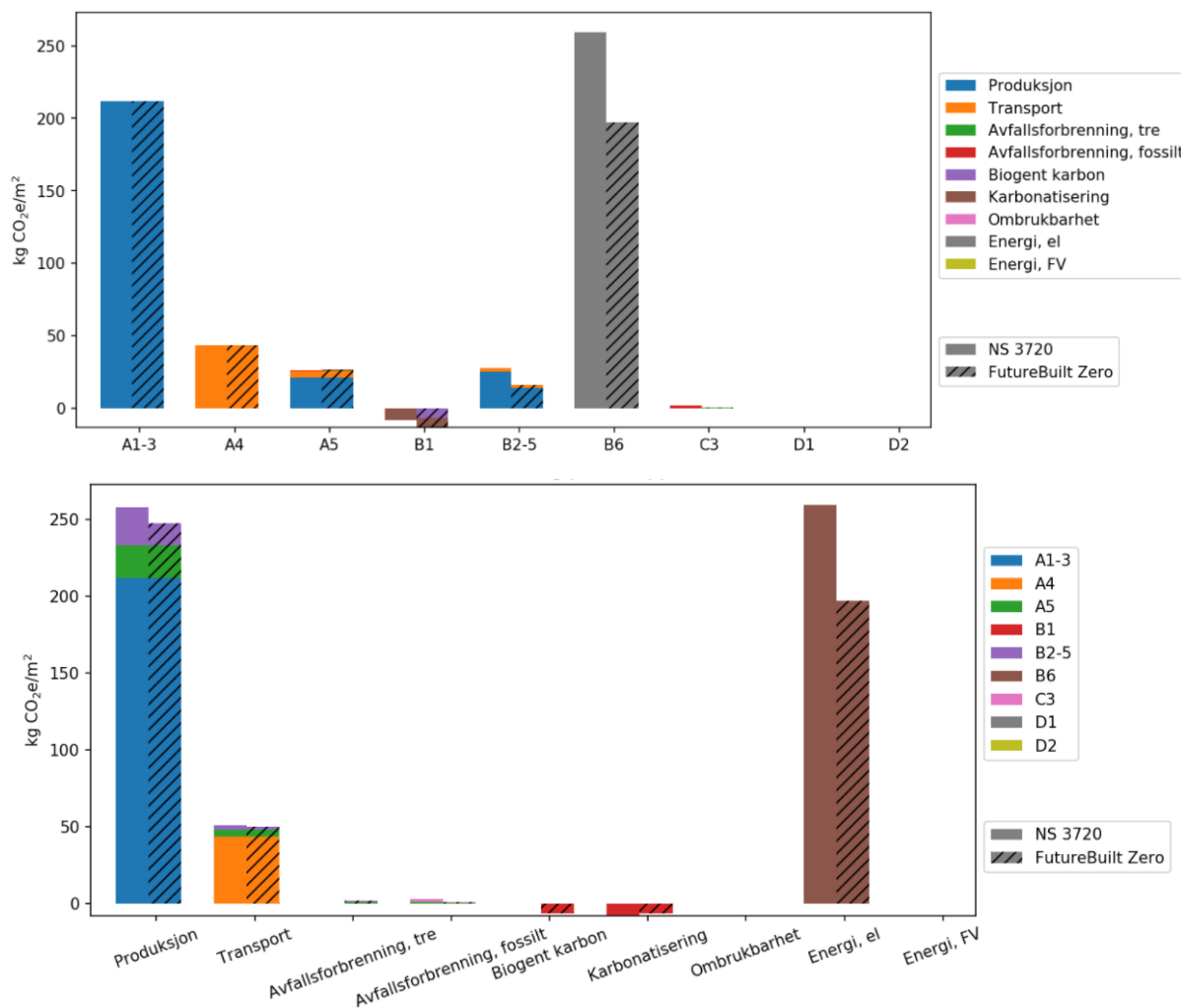
Figur 10, Figur 11 og Figur 12 viser sammenligning av NS 3720 og FutureBuilt Zero for hver livsløpsmodul og utslippsskilde. De helfylte stolpene i figurene viser utslipp beregnet ved bruk av NS 3720 mens de skraverte stolpene viser utslipp beregnet med FutureBuilt Zero hvor alle metodiske valg er inkludert.



Figur 10. Resultatsammenlikning per livsløpsmodul og utslippskilde for NS3720 og FutureBuilt Zero for KA13 – Nybygg i kg CO₂e/m²



Figur 11. Resultatsammenlikning per livsløpsmodul og utslippskilde for NS3720 og FutureBuilt Zero for KA13 - Eksisterende bygg i kg CO₂e/m²



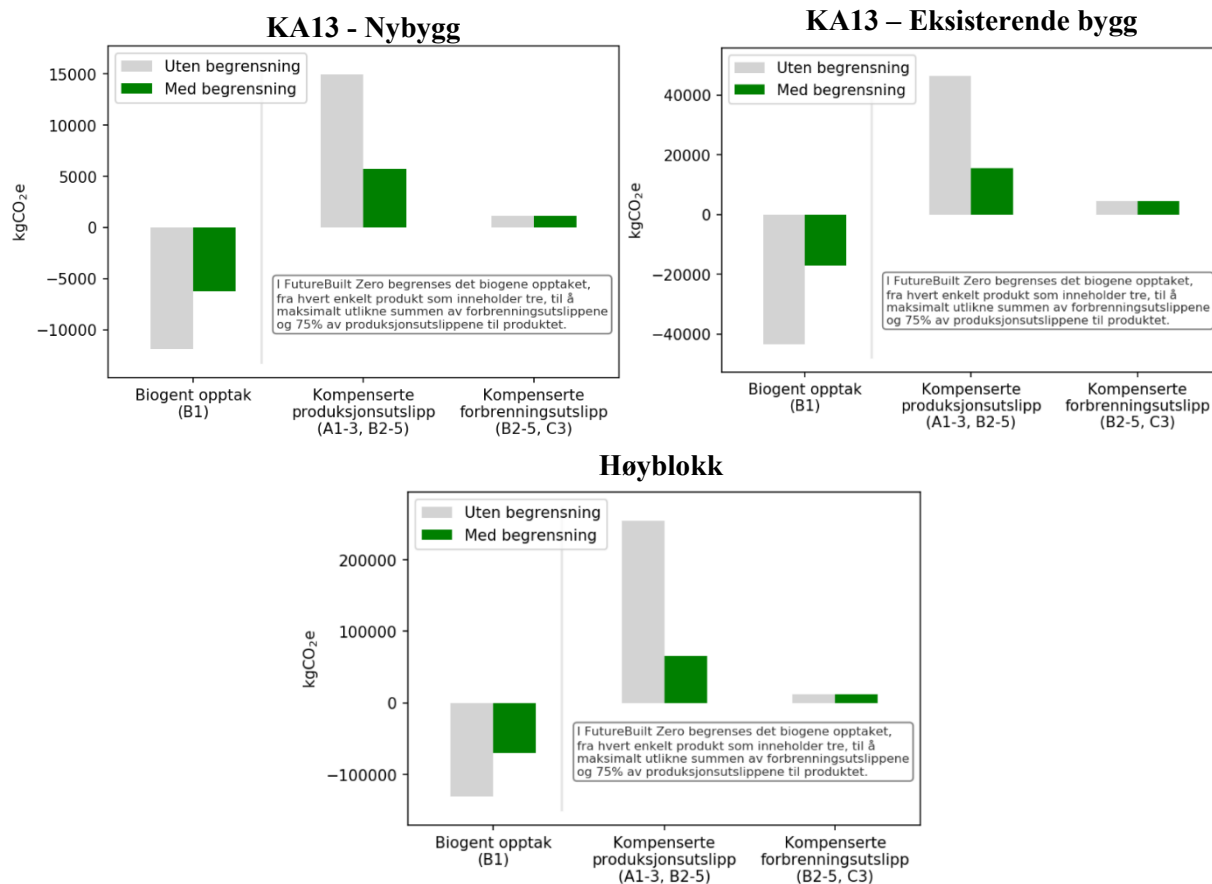
Figur 12. Resultatsammenlikning per livsløpsmodul og utslippsskilde for NS3720 og FutureBuilt Zero for Høyblokk i kg CO₂e/m²

Figurene viser tydelig at for KA13 – Nybygg og Høyblokk er det produksjon av materialer (A1-A3, A5 og B2-B5) samt energibruk i drift (B6) som står for de største utslippene uavhengig av metodevalg. Det blir også tydelig at de beregnede utslippene som skjer i dag (A1-A5) i liten grad blir påvirket av metodiske valg, mens utslippene som skjer frem i tid har lavere beregnede utslipp ved bruk av FutureBuilt Zero enn ved bruk av NS 3720, med unntak av allokering av utslipp knyttet til avfallsforbrenning som del av fjernvarme (dette blir nærmere presentert i 3.4).

3.3 Biogent karbon

Resultater fra beregninger av biogent karbonopptak for FutureBuilt Zero metoden for de tre eksempelprosjektene er vist i Figur 13. NS 3720 er basert på forutsetningen om netto null utslipp fra biogent karbon, og er derfor ikke med i figuren. I FutureBuilt Zero metoden begrenses det biogene opptaket, i hvert enkelt produkt som inneholder tre, til å maksimalt kunne utlikne summen av forbrenningsutslippene og 75 % av produksjonsutslippene til produktet. Figur 13 viser derfor beregningene for biogent opptak, kompenserte utslipp knyttet til produksjon av materialer og til forbrenning, både med begrensningen beskrevet i FutureBuilt Zero og uten denne begrensningen. Uten begrensningen vil naturlig nok de mulige kompenserte utslippene og det biogene opptaket være høyere, og vil dermed også resultere i lavere beregnede totale klimagassutslipp. Samlet sett påvirker ikke biogent karbon utslippsresultatene mye for de tre undersøkte byggene, se de tidligere figurene, men biogent

karbonopptak med og uten begrensningen som er vist i Figur 13 vil kunne slå inn i mye større grad for andre bygg som bruker mer trematerialer.

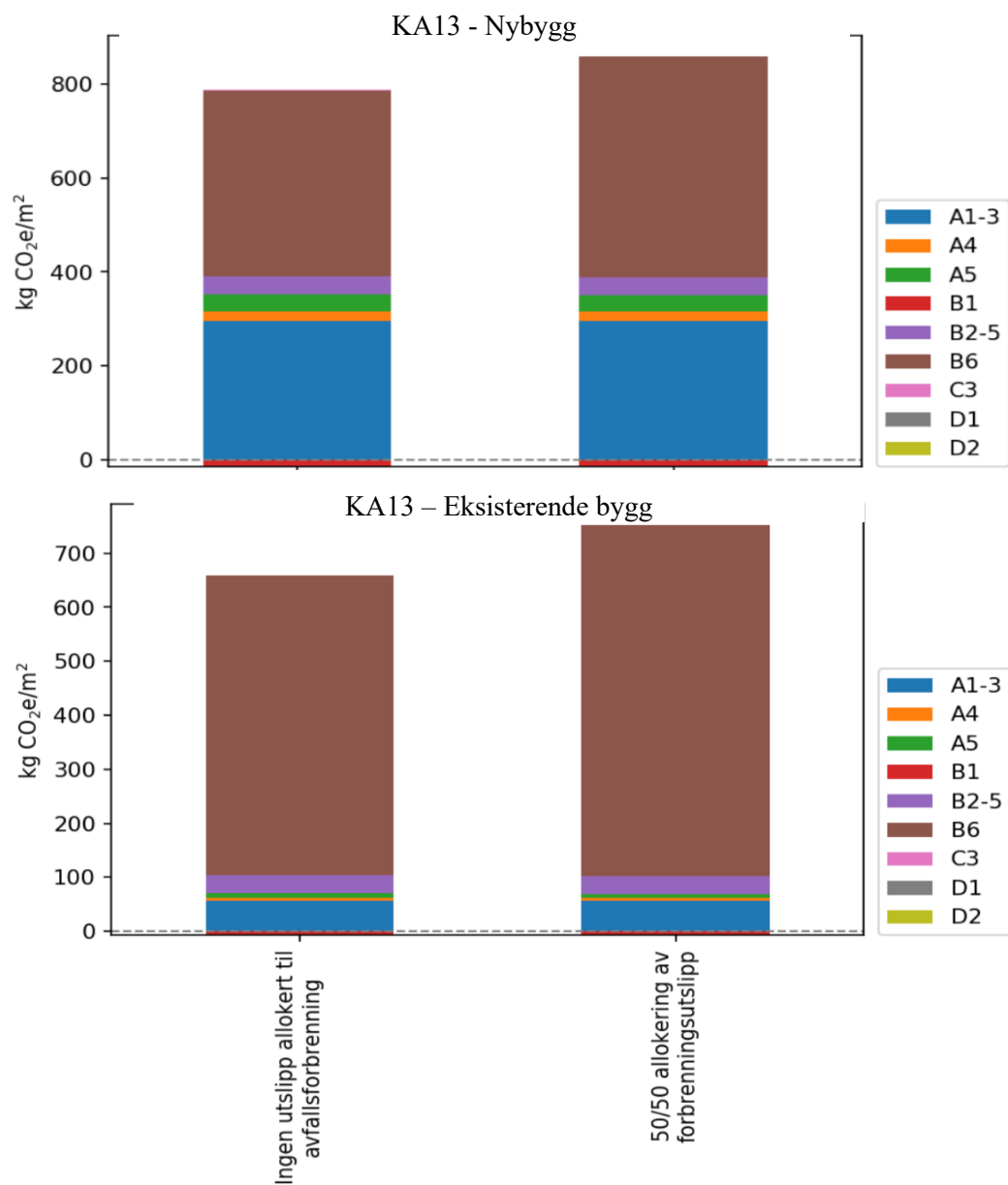


Figur 13. Biogent karbonopptak med og uten begrensning i FutureBuilt Zero

3.4 Allokering av utslipp fra avfallsforbrenning

I NS 3720 betraktes avfallsforbrenning som inngår i fjernvarme som nullutslipp, siden disse utslippene allokteres til avfallsektoren. I FutureBuilt Zero allokteres halvparten av utslippene til avfallsektoren (dvs. til sluttbehandlingen for avfall som forbrennes), og halvparten til energisektoren (dvs. til produksjonen av fjernvarme som i stor grad har avfall som energikilde). Dette innebærer at fjernvarme med innfyrte avfall får høyere utslipp, og at materialer som avfallsforbrennes får lavere utslipp. Figur 15 viser hvor stort utslaget er for det metodiske valget om 50/50 allokering av utslipp knyttet til avfallsforbrenning, for KA13 – Nybygg og KA13-Eksisterende bygg.

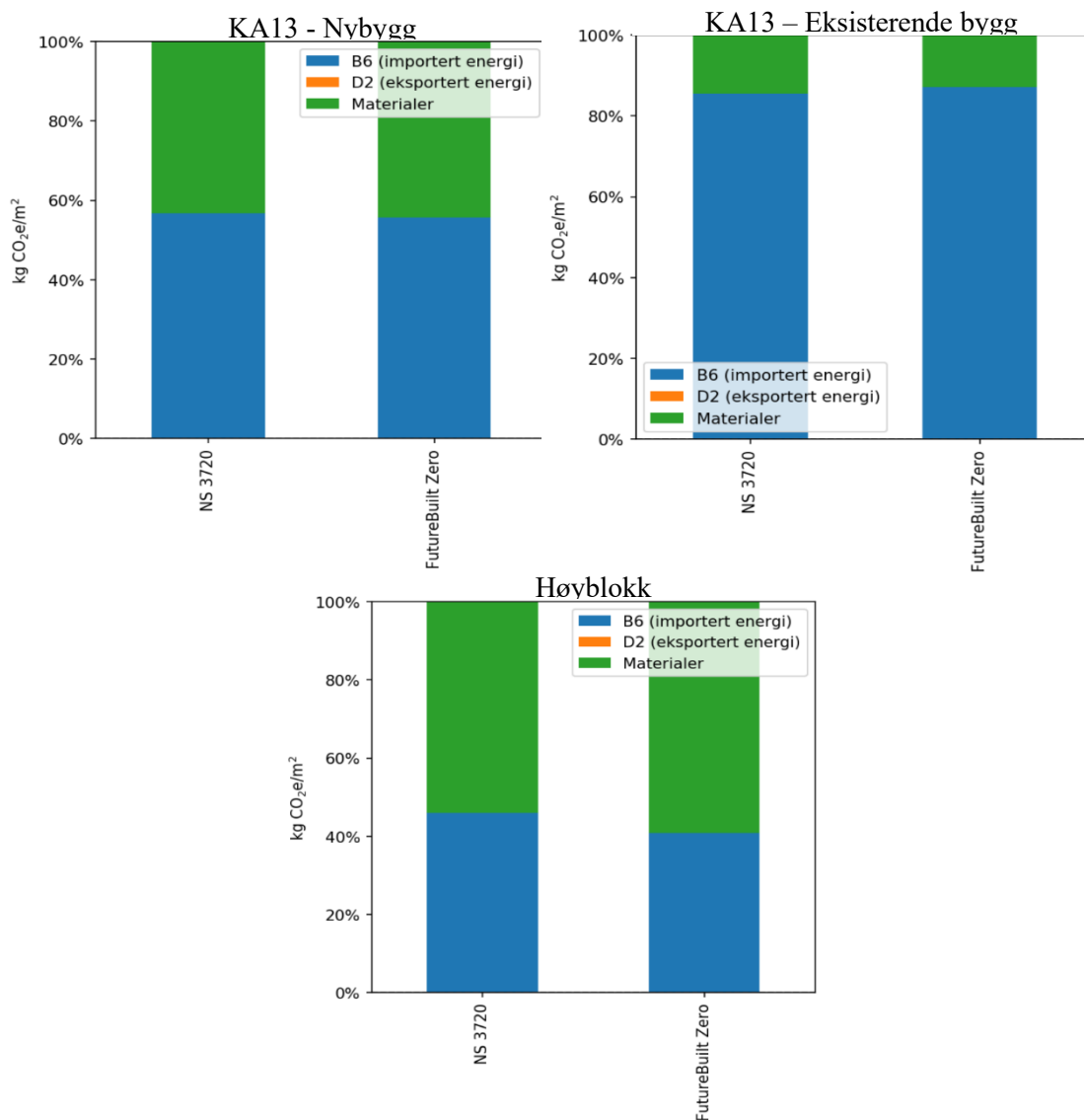
I resultatene i Figur 15 er alle de andre metodiske valg i henhold til det som FutureBuilt Zero angir, og dermed viser resultatene i figuren hvor stort utslag dette valget om allokering metode har på resultater i FutureBuilt Zero beregninger. Disse casebygningene benytter en god del fjernvarme og konsekvensen for resultatene er dermed høyere totalutslipp, som kommer til uttrykk i modul B6. Resultater for Høyblokk er utelatt ettersom dette bygget ikke benytter fjernvarme og 50/50 allokering ikke har noen merkbar effekt.



Figur 14. Effekt av 50/50 allokering for utslipp knyttet til avfallsforbrenning for eksempelprosjektene som har fjernvarme

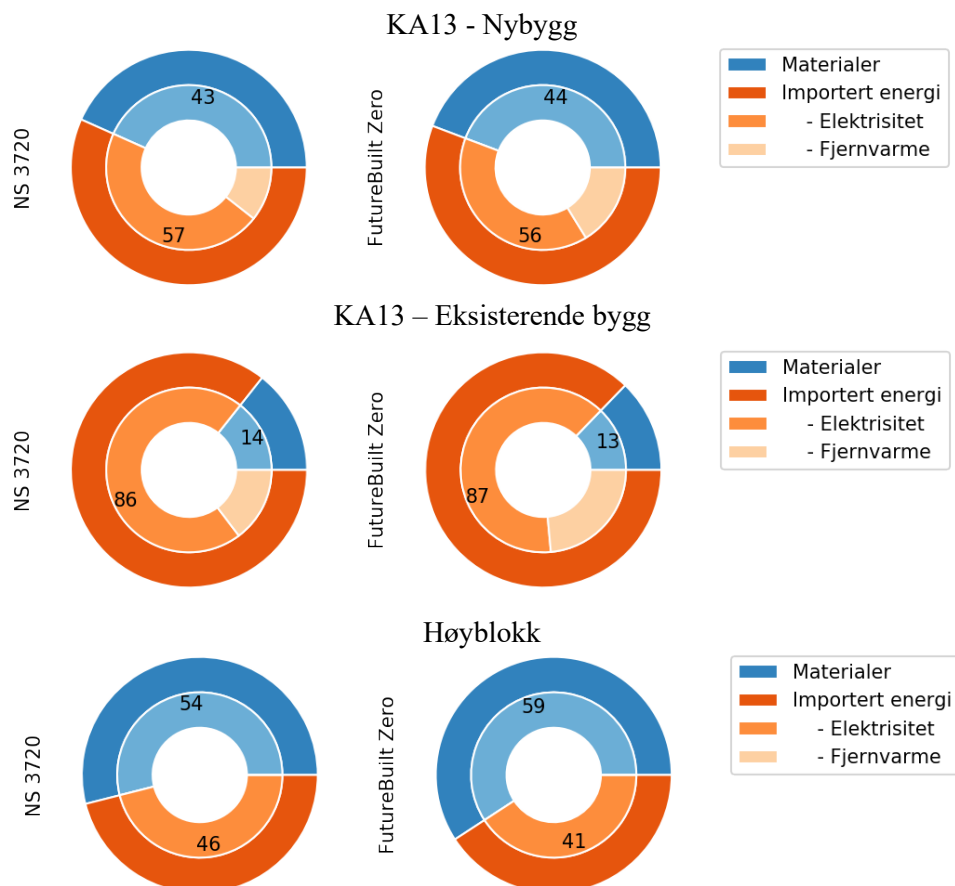
3.5 Relativ viktighet av energi og materialer

I FutureBuilt Zero blir fremtidige utslipp fra materialer gitt mindre verdi ettersom metoden inkluderer teknologiutvikling for materialer, samt at en tidsvektning benyttes. Teknologiutvikling for elektrisitet benyttes i både NS3720 og FutureBuilt Zero mens utslipp fra fjernvarme vektet noe mer i FutureBuilt Zero ettersom man har en 50/50 allokering. Figur 15 viser hvordan de metodiske valgene i FutureBuilt Zero slår ut på den relative viktigheten av energi og materialer.



Figur 15. Relativ viktighet av energi og materialer prosentvist bidrag

Figur 16 viser fordelingen også med andel av utslippet fra importert energi som kommer fra henholdsvis elektrisitet og fjernvarme.



Figur 16. Relativ viktighet av energi og materialer med fordeling mellom elektrisitet og fjernvarme

4. Diskusjon

Dette kapitlet drøfter metodevalgene som skiller NS3720 og FutureBuilt Zero, basert på effekten de har på forskjellige livsløpsfaser; produksjon, konstruksjons-, og installasjonsfasene (A1-A5), driftsfasen (B1-B6), sluttfasen (C3) og etter endt levetid (D).

4.1 Produksjon, konstruksjons- og installasjonsfasene (A1-A5)

Både NS3720 og FutureBuilt Zero benytter samme metode for beregning av utslippene fra A1-A5, med unntak av utslipp knyttet til forbrenning av avfall (i A5). For utslipp som skjer i dag vil hverken metodevalgene teknologifaktor, tidsvektning, biogent karbon, ombrukbarhet eller eksportert energi påvirke de beregnede utslippsverdiene, siden dette aktualiseres senere i livsløpet til et bygg.

For avfallsforbrenning av avfall som oppstår på byggeplass vil utslippene allokere 50/50 mellom avfallssektor og energisektor i FutureBuilt Zero, mens det i NS3720 vil allokere 100/0. Dermed vil de beregnede utslippene for kapp og svinn i A5 installasjonsfasen være høyere i FutureBuilt Zero enn som beregnet med NS3720. Hvor stort utslag dette får på totalutslipp avhenger av mengde kapp og svinn, og mengde fjernvarmebruk på byggeplassen. I eksempelbyggene er ikke energibruk på byggeplass tatt med innenfor systemgrensen, mens utfallet for kapp og svinn er neglisjerbart.

4.2 Driftsfasen (B1-B6)

4.2.1 Materialer (B1-B5)

I FutureBuilt Zero er opptak av biogent karbon vurdert i løpet av byggets levetid, og beregnes med bruk av en fast opptaksfaktor og rapporteres i modul B1. I NS 3720 er det ingen nettoeffekt fra biogent karbon ettersom opptak av biogent karbon rapporteres i A1 og utslipp rapporteres i C3-C4, dermed annullerer disse hverandre.

I FutureBuilt Zero er karbonopptak i sementbaserte produkter beregnet med samme metodikk som NS3720, men FutureBuilt Zero bruker en fast opptaksfaktor for å forenkle beregningene og rapporterer dette i modul B1.

I FutureBuilt Zero blir fremtidige utslipp fra materialer i bruksfasene (B2-B5) vektet mindre ettersom metoden inkluderer teknologiutvikling og tidsvekting for materialer. Dermed vil de totale utslippene med bruk av FutureBuilt Zero metoden være relativt lavere i bruksfasene B1-B5.

4.2.2 Energibruk (B6)

Utslippene fra avfallsforbrenning som inngår i fjernvarme (energigjenvinning) i bruksfasen (B6) allokeres 50/50 mellom avfallssektor og energisektor i FutureBuilt Zero. NS3720 allokerer alle utslipp fra energigjenvinning til avfallssektoren og med tanke på avfallsforbrenning som inngår i fjernvarme som nullutslipp (100/0). For bygninger som benytter fjernvarme vil derfor bruk av FutureBuilt Zero metodikken resultere i høyere totalutslipp enn NS3720 metodikken.

Utslippene fra elektrisitet i B6 vil være lavere ved bruk av FutureBuilt Zero grunnet tidsvektingen. FutureBuilt følger NS3720 med tanke på teknologisk utvikling slik at de to metodene vil være like med sikte på utslippintensiteter (kg CO₂-eq per kWh) for levert energi, men FutureBuilt Zero inkluderer også en tidsfaktor som vektet de fremtidige utslipp slik at de teller mindre enn utslipp i dag.

4.3 Slutfase (C3)

Utslippene fra slutfasen, C3, står for en mindre andel av total utslippene ved bruk av FutureBuilt Zero sin regnemetode. Selv om allokeringen av utslipp fra avfallsforbrenning fører til at utslipp med FutureBuilt Zero metoden blir høyere, vil tidsvektingsfaktoren ha stor innvirkning på utslipp så langt frem i tid, når ombyggings- og rivningsmaterialer eventuelt skal forbrennes, slik at de beregnede klimagassutslippene faktisk blir lavere med FutureBuilt Zero. Hvis NS3720 i denne studien hadde inkludert biogent karbon ville forskjellen vært enda større i C3, ettersom utslippene fra biogent karbon ville vært rapportert her (opptak hadde vært i A1). Men ettersom opptak og utslipp av biogent karbon i NS3720, over en levetid på 60 år, hadde vært lik (ingen tidsvekting eller teknologivekting på materialer) annullerer disse hverandre.

4.4 Modul D

Konsekvenser fra fremtidig ombrukbarhet og eksportert egenprodusert energi blir rapportert i modul D, henholdsvis D1 og D2. FutureBuilt Zero inkluderer modul D i hovedresultatene, mens NS 3720 betrakter disse som tilleggs effekter, og utelater modul D fra hovedresultatene.

De beregnede kompenserte klimagassutslippene fra ombrukbarhet i denne casen er veldig små, selv for Kristian Augusts gate 13 (KA13) nybygg hvor de 7 ombrukbare materialene utgjør hele 22 vektprosent (se tabell 1). For dette bygget utgjør ombrukbarhet (D1) kun 0.2%. Den begrensede effekten forklares av måten ombrukbarhet blir kompensert for i FutureBuilt Zero. Av de 22 vektprosentene ombrukbare materialer blir 10% av *produksjonsutslippene* til disse materialene kompensert for. Teknologivektingsfaktor, tidsvektingsfaktor (fører til at fremtidige utslipp vektet mindre), og usikkerhet om produktet faktisk blir ombrukt langt frem i tid er forklaringen for hvorfor kun 10% kompenseres.

Ombbrukbarhet fører imidlertid også til en annen, ofte viktigere, utslippsbegrensende effekt: Massene som inneholder fossilt eller trebasert materiale og går til avfallsforbrenning kan forårsake store mengder utslipp; disse utslippene avverges gjennom å tilrettelegge for fremtidig ombbrukbarhet. Disse avvergede forbrenningsutslippene gir et større utslag i eksempelbygningene, men utslaget er omtrent like stort for begge metodene og kommer derfor ikke til syne i sammenlikningen. Om vi bruker Kristian Augusts gate 13 (KA13) nybygg som eksempel, er den totale effekten av ombbrukbarhet (avvergede forbrenningsutslipp og kompensasjon) like under 2% reduksjon, både for FutureBuilt Zero og NS 3720.

Ingen av eksempelbyggene har egenproduksjon av energi og derfor heller ingen eksport av energi. Effekten som tillegges ombbrukbarhet bør undersøkes ytterligere og revurderes ettersom ingen av metodene (basert på resultatene i denne casen), fremmer ombbrukbarhet i stor skala.

5. Konklusjon og videre arbeid

5.1 Konklusjon

Denne ZEN casestudien viser hvordan metodiske forskjeller i beregningene av klimagassutslipp i livsløpet til et bygg kan påvirke sluttresultatet og den relative viktigheten av forskjellige livsløpsmoduler og utslippskilder. Dette vil kunne påvirke hvilke tiltak som blir besluttet gjennomført for å redusere klimagassutslippene til bygget, og det er dermed viktig å ha tydelige og transparente livssyklusanalyser. De forskjellige metodene må også tydelig beskrive bakgrunnen for de metodiske valgene slik at beslutningstagere kan ta en overveid avgjørelse.

5.2 Innspill til ZEN-definisjon

Forskningssenteret FME ZEN følger inntil videre NS3720-metoden for klimagassberegninger, hvor blant annet scenarioanalyser for teknologisk utvikling er foreslått. FutureBuilt Zero metoden kan likevel også benyttes for å vurdere miljøpåvirkningen for forskjellige scenarioer.

Resultatene fra denne studien viser at valg av metode og regneregler vil ha en stor innvirkning på de totale beregnede klimagassutslippene og vil kunne påvirke valg og prioritering av utslippsreducerende tiltak som vurderes over livssyklusen til bygget. Metodene vil gi forskjellige insentiver til utbyggeren med tanke på hva som gir størst utslag på reduksjon av klimagassutslipp i et prosjekt.

Den største insentivvridningen skjer i form av å legge mer vekt på tiltak som fører til utslippsreduksjoner i dag, fremfor fremtidige utslippsreduksjoner. Klimagassutslipp varmer nemlig opp atmosfæren over lang tid, mens de gradvis mister sin effekt. FutureBuilt Zero metoden vil gi høyere insentiver for utbyggeren til å fokusere på reduksjon av utslipp fra materialer som skjer i de tidlige fasene av byggets levetid, fremover reduksjon i utslipp fra energibruk i drift mange tiår frem i tid, ettersom det her benyttes en tidsvektingsfaktor som ikke er i NS3720. På samme måte vil det være sterkere insentiv til å prioritere utslippsreduksjon for aktiviteter på byggeplass (kapp og svinn, og energibruk), fordi disse skjer i dag. I så måte vil FutureBuilt Zero metoden gi insentiver til å velge raske reduksjoner, noe som vil være bedre egnet til å nå Parismålene.

FutureBuilt Zero tar hensyn til fremtidig teknologiutvikling for produksjon, transport, og avfallsforbrenning av materialer, og all energibruk. Hovedscenariet i NS 3720 tar kun hensyn til teknologiutvikling for energibruk i drift, men ikke til materialer. Dette kan påstås å være inkonsekvent, og det er urealistisk å fremskrive at dagens teknologi vil være uendret 60 år frem i tid, når historien viser at teknologiutviklingen skjer i stadig raskere tempo. På dette området gir FutureBuilt Zero metoden mer realistiske resultater og insentiverer raske utslippsreduksjoner.

Utslipp fra avfallsforbrenning allokeres i FutureBuilt Zero likt mellom avfallssektor (bygningen) og energisektor (fjernvarme), mens disse i NS 3720 i sin helhet allokeres til avfallssektor (bygningen). I en

FutureBuilt ZERO beregning vil avfallsforbrenning av kapp, svinn og utskiftede byggematerialer få redusert betydning, fordi deler av utslippene legges til fjernvarmeproduksjon hvor avfallet utnyttes som en energigjenvunnet ressurs. Siden denne delen av forbrenningsutslippene allokeres til produksjon av fjernvarmeenergi må det også inkluderes i byggefasen og driftsfasen til bygg som bruker fjernvarme til oppvarming (og evt. kjøling). FutureBuilt Zero vil dermed kunne gjøre fjernvarme med avfallsforbrenning mindre attraktivt enn i NS 3720, hvor bruk av avfallsforbrenningsandelen av fjernvarme betraktes som nullutslipp. I FutureBuilt ZERO vil det derfor lønne seg å finne utslippsreducerende tiltak knyttet til avfallsforbrenning, samtidig som sammenligning av fjernvarmeenergi opp mot andre energikilder kan gjøres på et mer realistisk grunnlag. For eksempel vil egenproduksjon av fornybar energi komme bedre ut enn fjernvarme basert på avfallsforbrenning i FutureBuilt ZERO. FutureBuilt Zero kan derfor tenkes å insentivere til bedre utnyttelse av fjernvarmeproduksjon, reduksjon av utlipp fra fjernvarmeproduksjon, og en helhetlig vurdering av energiløsninger i bygningen.

I FutureBuilt Zero gis det insentiver til design for fremtidig ombruk av materialer ved at ombrukbarhet dokumenteres i klimagassregnskapet, samt at det gir insentiver til bruk av biomassebaserte materialer ettersom metoden til en viss grad tilgodeser binding av karbon i blant annet trematerialer.

Selv om det kan være en overordnet målsetning med mest mulig harmonisering av metodikk for beregninger av nullutslippsbygg og nullutslippsområder, kan det også være et resultat at metodikk og kriterier bør kunne avvike på noen punkt, basert på vurdering omkring bruk og målsetninger. Det bør være interessant å vurdere nærmere hvilken grad av harmonisering av ZEN-metodikk/kriterier og FutureBuilt Zero metodikk/kriterier man ønsker, i det kommende ZEN-definisjons- og veiledningsarbeidet.

5.3 Videre arbeid

Denne casestudien er utført på bygningsnivå og kun på tre forskjellige eksempelbygg. Videre studier bør både utvide antallet eksempelbygg for å se effektene ved forskjellige material- og energiløsninger, samt gjennomføre samme type sammenligninger på nabolagsnivå. Basert på resultater fra denne studien bør metodene for klimagassberegninger videre undersøke effekten av:

- Hvordan øke ombrukbarhet i prosjekter
- Utvidet omfang til å inkludere nabolag
- Allokeringmetoden for avfallsforbrenning
- Påvirkning fra beregninger på biogent karbon, spesielt for bygg med mye treprodukter
- Eksport av energi (ettersom dette ikke ble dekket i denne casen)



VISION:

**«Sustainable
neighbourhoods
with zero
greenhouse gas
emissions»**

Z E N

Research Centre on
ZERO EMISSION
NEIGHBOURHOODS
IN SMART CITIES