

FUTURE  
BUILT

## FutureBuilt ZERO-O – Kriterier, regneregler og metode for klimagassberegninger for områder

**Hovedforfatter:** Mie Fuglseth (Asplan Viak)

**Medforfattere:** Ingvild Wang (Rambøll), Eirik Resch (NTNU/Reduzer), Eivind Selvig (Civitas), Stein Stoknes, Reidun Aasen Vadseth, Ulla Hahn (FutureBuilt)

**Dato:** 06.10.2022

**Versjon:** 1.0

**Tilgjengelighet:** Åpen

asplan  
viak



RAMBOLL

CIVITAS

reduzer

NTNU

# Innhold

<b>1 Introduksjon</b> .....	<b>3</b>
1.1. Om kriteriene .....	3
1.2. Når skal FB ZERO-O benyttes? .....	3
<b>2 Hovedkriterier for klimagassutslipp fra områder</b> .....	<b>4</b>
2.1. Alternative utviklingsforslag .....	4
2.2. Valgt utvikling.....	5
<b>3 Metodikk for klimagassberegninger på områdenivå</b> .....	<b>6</b>
3.1. Omfang .....	6
3.2. Sammenlikning av alternative utviklingsforslag.....	8
3.3. Klimagassberegninger for valgt utvikling .....	11
3.3.1. Vurdering av måloppnåelse .....	11
3.3.2. Spesifikasjon av hva som skal inngå i klimagassberegninger for områder.....	12
3.3.3. Bygningsmasse .....	13
3.3.4. Transport i drift .....	15
3.3.5. Infrastruktur .....	17
3.3.6. Landskap .....	19
3.4. Områdeutvikling i flere byggetrinn .....	21
<b>4 Dokumentasjonskrav</b> .....	<b>21</b>
<b>5 Veiledning til bruk av beregningsverktøy</b> .....	<b>22</b>
5.1. Formål med verktøyet.....	22
5.2. Nøkkelinformasjon og veiledning .....	22
5.3. Klimabudsjett .....	22
5.4. Bygningsmasse og transport.....	22
5.5. Sammenlikning av alternative utviklingsforslag.....	25
5.6. Infrastruktur og landskap.....	25
<b>Vedlegg A: Utslippsfaktorer for materialbruk, byggefase og energi i drift av bygningsmasse</b> .....	<b>27</b>
<b>Vedlegg B: Forenklete klimagassberegninger i tidligfase planlegging (reguleringsplan)</b> .....	<b>29</b>

# 1 Introduksjon

FutureBuilt kvalitetskriterier omfatter en rekke temaer som er sentrale for utvikling av den bærekraftige byen. Kriteriene er sammenstilt i det overordnede dokumentet «FutureBuilt kvalitetskriterier» og utdypet i egne tematiske kriteriedokumenter. Alle dokumenter kan lastes ned fra [www.futurebuilt.no](http://www.futurebuilt.no)

Noen av de tematiske kriteriene er obligatoriske for alle FutureBuilt prosjekter og noen er tilvalg. Kriterier for FutureBuilt ZERO-Område (FB ZERO-O) er obligatorisk for områdeprosjekter i FutureBuilt.

Dette dokumentet beskriver kriterier, regneregler og metode for å gjennomføre klimagassberegninger på områdenivå i FutureBuilt-prosjekter.

Dokumentet ledsages av et enkelt beregningsverktøy for å systematisere klimagassberegninger for et område. Dokumentet gir derfor også veiledning for bruk av beregningsverktøyet.

Dokumentet er utarbeidet på bakgrunn av arbeid i arbeidsgruppen bestående av FutureBuilt, Asplan Viak, Rambøll, Reduzer/NTNU og Civitas. En rekke andre aktører i en utvidet ressursgruppe har i tillegg gitt innspill til arbeidsprosessen. Kriteriene er ført i pennen av Mie Fuglseth fra Asplan Viak.

## 1.1. Om kriteriene

Formålet med FB ZERO-O, er å gi en metodikk for å utføre klimagassberegninger for områdeutviklingsprosjekter i tidlig planfase.

Beregningene skal anvendes til å:

1. Sammenligne alternative forslag til utvikling av et område
2. Identifisere hvilke grep som er nødvendige for å bidra til å nå FutureBuilt's klimagasskriterier for områder

Helhetlige klimagassberegninger på områdenivå skal inkludere landskap og infrastruktur, i tillegg til oppføring og drift av bygningsmasse. Ettersom man har mindre erfaring med klimagassberegninger for landskap og infrastruktur, er usikkerheten knyttet til måloppnåelse på områdenivå betydelig større enn for enkeltbygg. På bakgrunn av dette, er kriteriet for utslippsreduksjon for områdeprosjekter i FutureBuilt angitt som et omtrentlig mål, fremfor et absolutt krav.

Etter hvert som flere prosjekter gjennomfører beregninger på områdenivå, vil vi få bedre kjennskap til hva som påvirker klimagassutslipp på områdenivå, og potensialet for utslippskutt. Å bidra til å få frem mer kunnskap er i seg selv et viktig formål med FB ZERO-O.

## 1.2. Når skal FB ZERO-O benyttes?

Ved utviklingen av et område er det føringene som legges i tidligfase som ofte har den største påvirkningen på klimagassutslippene fra området – både i byggefasen, driftsfasen og ved seinere endringer. De første grunnleggende premissene vil være:

- Hvilke behov som legges til grunn for utbygget areal, fordeling på bygningsfunksjoner, grøntområder, infrastruktur mv.

- Skal alle disse behovene løses og møtes ved utvikling av det aktuelle området eller skal det fordeles på andre områder i kommunen/regionen?

Behovsvurderingene og andre premisser har betydning for blant annet følgende vurderinger:

- Hvor mange m<sup>2</sup> bygg skal rives og bygges nytt, og hvor mye skal rehabiliteres, transformeres og ombygges?
- Er det behov for utvidelse av eksisterende infrastruktur eller etablere helt nye infrastrukturer (transport, energi, VA, IKT, og annen relevant infrastruktur)?
- Vurdering av dimensjonering av ny infrastruktur, muligheter for samspill med nabolaget (tilgrensende områder med f.eks. industri, mm).

FB ZERO-O er tiltenkt brukt i områdeutviklingsprosjekter der tomten er fastsatt, men der det ikke nødvendigvis er ferdig detaljregulert hvilke bygningsfunksjoner området skal romme. FB ZERO-O kan imidlertid også brukes for et område som allerede er detaljregulert. Fordi det tas utgangspunkt i en bestemt tomt, er FB ZERO-O ikke tiltenkt å benyttes av kommuner for overordnet arealplanlegging (for eksempel for å beslutte hvor det er mest klimamessig gunstig å bygge ut ulike bygningsfunksjoner i en kommune).

I mange tilfeller vil det være flere alternative måter å utvikle et område på. Det kan være ulik utnyttelsesgrad av tomt, ulike funksjoner i bygningene, osv. Kapittel 3.2 beskriver hvordan sammenligning av alternative utviklingsforslag for et område skal gjennomføres for å sikre konsistens i sammenligningsgrunnlaget.

## 2 Hovedkriterier for klimagassutslipp fra områder

Klimapåvirkning er sentralt i utviklingen av et område, men det finnes mange andre aspekter som også må hensyntas, slik som kvalitative, arkitektoniske og stedsmessige aspekter. FutureBuilt ZERO-O er en metodikk for å beregne klimapåvirkningen av områdeutviklingen, og er tenkt som ett av flere vurderingsgrunnlag i utviklingen av et område.

### 2.1. Alternative utviklingsforslag

Der flere alternativer vurderes, og der foreslått bygningsareal og -funksjoner (bygningstyper) er ulikt, skal klimagassutslipp knyttet til alternativene sammenliknes. Hvis ett eller flere alternativ omfatter riving av eksisterende bygningsmasse på tomten, skal det gjennomføres beregninger for ett eller flere alternativ der denne rehabiliteres.

Hvis det i utgangspunktet ikke vurderes flere alternativer for områdeutvikling, men planlagt områdeutvikling omfatter riving av eksisterende bygningsmasse på tomten, skal det gjøres beregninger for ett eller flere alternativ der denne rehabiliteres. Hvis ikke andre hensyn foreligger, skal følgende 3 alternativer minst vurderes:

- All eksisterende bygningsmasse som er planlagt revet rives.

- All eksisterende bygningsmasse som er planlagt revet rehabiliteres.
- En andel<sup>1</sup> av eksisterende bygningsmasse som er planlagt revet rehabiliteres, resten rives.

Beregningen skal omfatte materialbruk i bygg (inkl. vedlikehold og livsløpets slutt, dvs. A1-A4, B4-B5, C1-C4), byggefase (A5, inkl. evt. riving av eksisterende bygningsmasse), energi i drift (B6) og transport i drift (B8). Krav til hvordan beregninger skal gjøres for å sikre konsistens i sammenlikningsgrunnlaget er gitt i kapittel 3.2. Regneregler for transport i drift, FutureBuilt ZERO-Transport (FB ZERO-T), skal benyttes til beregninger av transport i drift for både en «referanse» (tilsvarende dagens praksis) og områdets spesifikke lokalisering i kommunen - se kapittel 3.3.4.

**Det valgte alternativet skal ha tilsvarende eller lavere samlet klimagassutslipp enn medianverdi<sup>2</sup> av beregnede klimagassutslipp for alle alternativ som er vurdert.**

Differansen i beregnede utslipp mellom alternative utviklingsforslag må være minst 10 % for å vurderes som signifikant. Dersom differansen er mindre enn 10 %, vurderes alternativene som likeverdige.

**Hensyn til klimapåvirkning i beslutning om valgt områdeutvikling skal ikke gå på bekostning av prosjektets mulighet til å tilfredsstille andre kriteriesett i FutureBuilt som ikke omhandler klimagassutslipp** (dvs. kriteriesett utenom FutureBuilt ZERO, FutureBuilt ZERO-Transport og FutureBuilt ZERO-Landskap). Alternative utviklingsforslag som beregnes skal være reelle, og kunne oppfylle gjeldende myndighetskrav (TEK).

## 2.2. Valgt utvikling

**Der rammen/programmet for området er fastlagt, skal utbygging av området samlet sett oppnå en utslippsreduksjon i størrelsesorden 50 %, sammenliknet med dagens praksis for utbygging av de samme funksjonene. Kriterieberegningen skal være livsløpsbasert (60 års beregningsperiode), og omfatte:**

- Materialbruk i bygningsmasse, landskap/utomhus og infrastruktur over livsløpet, inkludert livsløpets slutt (ny/rehabilitering/ombygging, A1-A4, B4-B5, C1-C4)
- Byggefase – byggeplassutslipp for de tre ovennevnte (A5)
- Energi i drift av bygningsmasse, utomhus og infrastruktur (B6)

**Utslipp fra transport knyttet til brukere (ansatte, bosatte, andre brukere, B8) av bygningsmassen innenfor området skal samlet sett for området oppfylle kriteriene for utslippsreduksjon gitt i FB ZERO-T.**

Se kapittel 3.3 for detaljer.

---

<sup>1</sup> Andelen som rehabiliteres fastsettes av prosjektet, og skal baseres på en vurdering av hva som kan være teknisk hensiktsmessig. Andelen skal ikke være mindre enn 20 % av BTA.

<sup>2</sup> Medianen finner man ved å sortere beregnede utslipp for alle vurderte alternativ i stigende rekkefølge, og finne den midterste verdien. Hvis antall alternativ er partall, regnes median som gjennomsnitt av de to midterste utslippsverdiene.

For områder som skal utvikles i flere definerte byggetrinn, er det utslippsreduksjon ved fullført utvikling av hele området som skal vurderes opp mot kriterieoppnåelse. Prosjektet skal gjøre beregninger som viser måloppnåelse for hvert byggetrinn. Referanse og måloppnåelse for hvert byggetrinn regnes iht. året byggetrinnet ferdigstilles. På denne måten skal prosjektet etablere en etappeplan med utslippsbudsjett per byggetrinn, som beskriver hvordan målet for området som helhet skal nås. Se kapittel 3.4 for detaljer.

## 3 Metodikk for klimagassberegninger på områdenivå

### 3.1. Omfang

Klimagassberegninger på områdenivå i FutureBuilt skal omfatte:

- Bygningsmasse på området
- Transport i drift (knyttet til brukere av bygningsmasse på området)
- Infrastruktur for transport, energi, renovasjon, VA, IKT og evt. annen infrastruktur på området
- Landskap på området (utomhusarealer tilknyttet bygninger og selvstendige landskap)

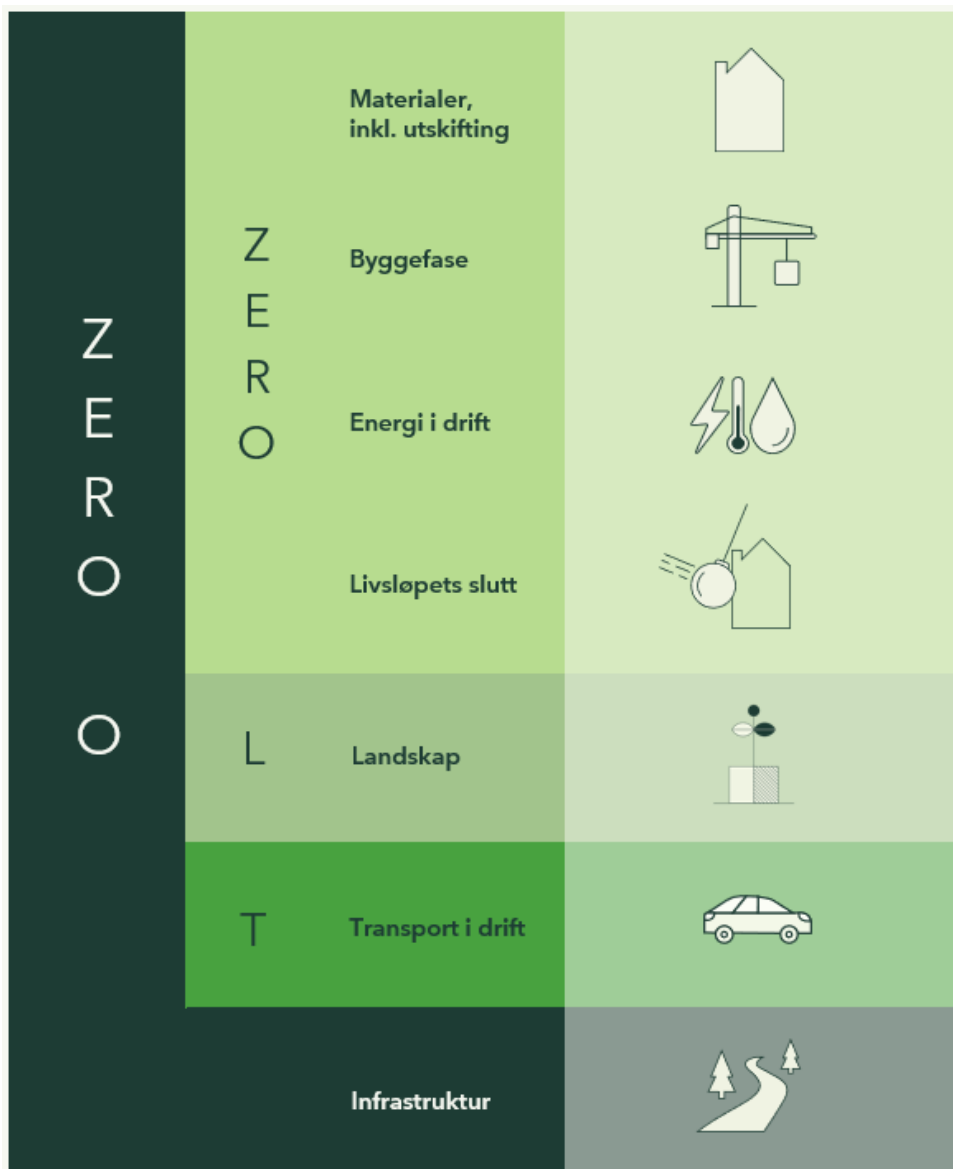
For detaljert omfang knyttet til hvert punkt over, se kapitlene 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5 og 3.3.6.

Klimagassberegninger for FutureBuilt områdeprosjekter skal følge samme overordnede beregningsmetodikk som klimagassberegninger for enkeltbygg (inkl. transport i drift) og landskap. For detaljer knyttet til beregningsmetodikk vises det derfor til kriteriedokumenter for FutureBuilt ZERO, ZERO-T og ZERO-L. For infrastruktur er det ennå ikke etablert noen egen beregningsmetodikk for FutureBuilt-prosjekter. Klimagassberegninger for infrastruktur i områdeprosjekter i FutureBuilt skal derfor følge metodikken for enkeltbygg (FB ZERO).

Beregningsperioden for klimagassberegninger på områdenivå er satt til 60 år, iht. NS 3720, og tilsvarende som for klimagassberegninger i FutureBuilt for enkeltbygg og landskap<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Beregningsperiode for FB ZERO-O skal følge FB ZERO, også dersom denne endres.



Figur 3-1 Omfang for klimagassberegninger på områdenivå i FutureBuilt

Beregninger på områdenivå i FB ZERO-O skal gjøres i tidligere fase enn beregninger iht. FB ZERO/ZERO-T/ZERO-L. Detaljerte løsningsvalg og materialmengder/energibehov vil normalt sett ikke være kjent. Beregninger i FB ZERO-O har derfor lavere detaljeringsgrad enn beregninger i senere faser, og bygges i hovedsak på nøkkeltall og gjennomsnittlige utslippsfaktorer, f.eks. for materialer per m<sup>2</sup> bygning uavhengig av funksjon/type bygning. Dette er nærmere beskrevet i vedlegg til notatet.

Beregning av forventede utslippsreduksjoner baseres derfor på ambisjonsnivå for valg av materialer, energiløsninger, etc. Det må medfølge en beskrivelse som redegjør for planlagte løsninger og som sannsynliggjør at dette er mulige og relevante valg, som også svarer til behovene (byggningsareal- og funksjoner) utviklingen av området skal tilfredsstillende.

Eksempel, bygningsmasse (forenklet, kun ment illustrerende):

*Klimagassutslipp fra materialbruk i kontorlokaler på området skal minst ligge 55 % lavere enn dagens praksis, som følge av at bygget skal oppføres med bæresystem og dekker utført i lavkarbonbetong, minimum klasse A, og tre. Materialer i øvrige bygningselementer skal velges iht. denne ambisjonen, slik at målet nås.*

Hensikten med å gjennomføre klimagassberegninger på et slikt overordnet nivå, er å kunne sette et samlet budsjett for klimagassutslipp fra utbyggingen, som kan fungere som et styringsverktøy for prosjektet over tid, på samme måte som prosjektets økonomiske budsjett.

### 3.2. Sammenlikning av alternative utviklingsforslag

I dette kapitlet beskrives fremgangsmåte for å gjennomføre sammenlikning av klimakonsekvens for alternative forslag til utvikling av et område.

FutureBuilt-kriterier på områdenivå skal gi insentiv til å velge det alternativet for områdeutviklingen som gir lavest mulig klimakonsekvens/klimafotavtrykk.

Vurderinger av alternativer for utviklingen av området kan blant annet knytte seg til:

- Utbygget funksjon (typer og/eller areal av bygningsfunksjoner)
- Bevaring/rehabilitering eller riving av eksisterende bygningsmasse
- Arealutnyttelse i ny/rehabiliteret bygningsmasse
- Grad av etablering av ny infrastruktur
- Ulike infrastrukturløsninger, som for eksempel energiforsyningsløsning

Enhver utbygging vil medføre klimagassutslipp over livsløpet. Dersom man kun beregner ut fra det som bygges på området, vil beregnede klimagassutslipp øke dersom planlagt bygningsareal på området også øker. Imidlertid vil det, spesielt i byområder med stor etterspørsel etter boliger og næringsarealer, være konkurranse om å dekke etterspørselen. Dersom det bygges lite i ett område av byen eller regionen, vil etterspørselen øke i andre deler. Det kan føre til at veksten skjer i områder som medfører høyere utslipp per m<sup>2</sup>, for eksempel som følge av dårligere kollektivtilbud og servicetilbud innenfor gang- og sykkelavstand. Det kan imidlertid også gi motsatt resultat med lavere utslipp, f.eks. på grunn bedre transporttilbud og byggegrunn. Forutsetningen i FutureBuilt for bildeprosjekter er imidlertid å bygge ut på en måte som gir lavere klimagassutslipp enn dagens praksis.

For å gjøre beregninger for alternative utviklingsforslag på et område konsistente og sammenlignbare, legger FB ZERO-O til grunn at summen av det som bygges på tomten og andre steder skal være lik i alle alternativ<sup>4</sup>. Dette betyr at dersom det i et alternativ er planlagt å bygge ut færre m<sup>2</sup> boliger enn i et annet, skal man legge til grunn at det blir nødvendig å bygge ut nødvendig areal for å tilfredsstille samme funksjon et annet sted. Dette gir en sammenlikning av de fulle utslippskonsekvensene knyttet til alle alternativer, selv om det innenfor området er foreslått forskjellig bygningsareal (utnyttelse) og bygningsfunksjoner (typer).

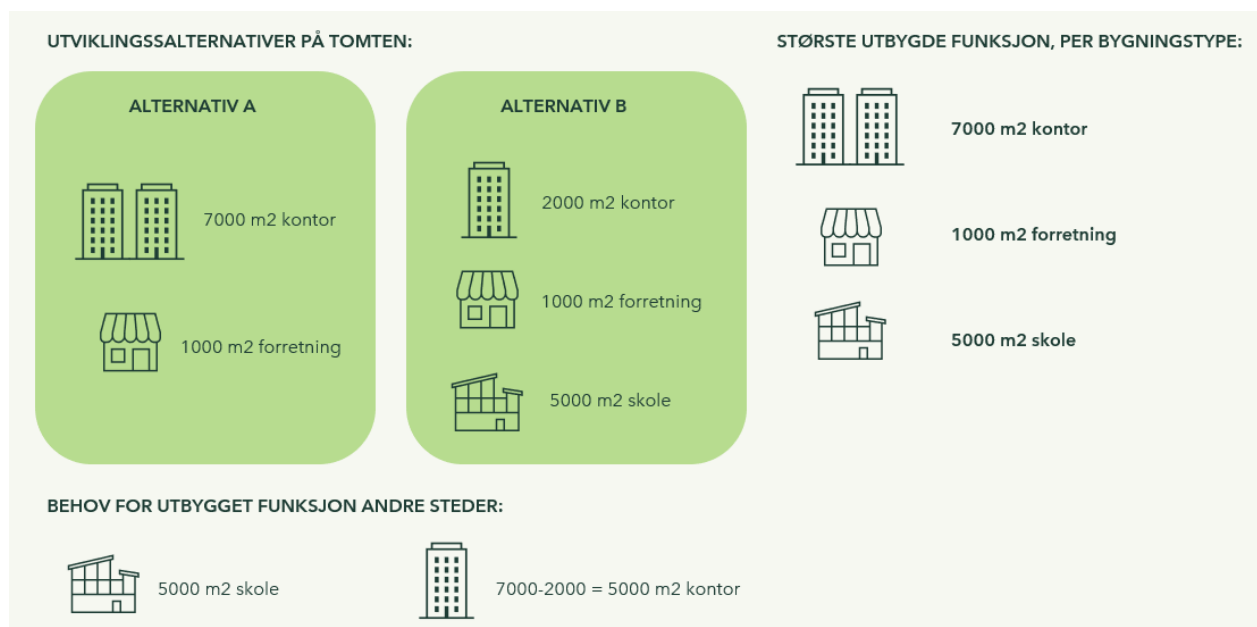
---

<sup>4</sup> Denne måten å gjøre klimagassberegninger på kalles gjerne *systemutvidelse*.



For utbygging som forutsettes å skje utenfor tomten, for å dekke den totale etterspørselen, skal det legges til grunn at bygningsmasse oppføres iht. dagens praksis og forskriftskrav.

Metoden for utvikling av konsistente beregningsalternativer er illustrert skjematisk i Figur 3-2. Det er forutsatt samme arealeffektivitet (personer per m<sup>2</sup>) i dette eksempelet.



Figur 3-2 Skjematisk fremstilling av metodikk for å sammenlikne alternative utviklingsforslag i FB ZERO-O

Plassering for bebyggelse som ikke oppføres på tomten skal være en utvidet «referanselokalisering», som representerer et gjennomsnitt for et større område, tilsvarende som det legges til grunn i FB ZERO-T. Aktuelle referanselokaliseringer for forbildeprosjekter i FutureBuilt er:

- Oslo kommune
- tidligere Akershus fylke
- tidligere Buskerud fylke

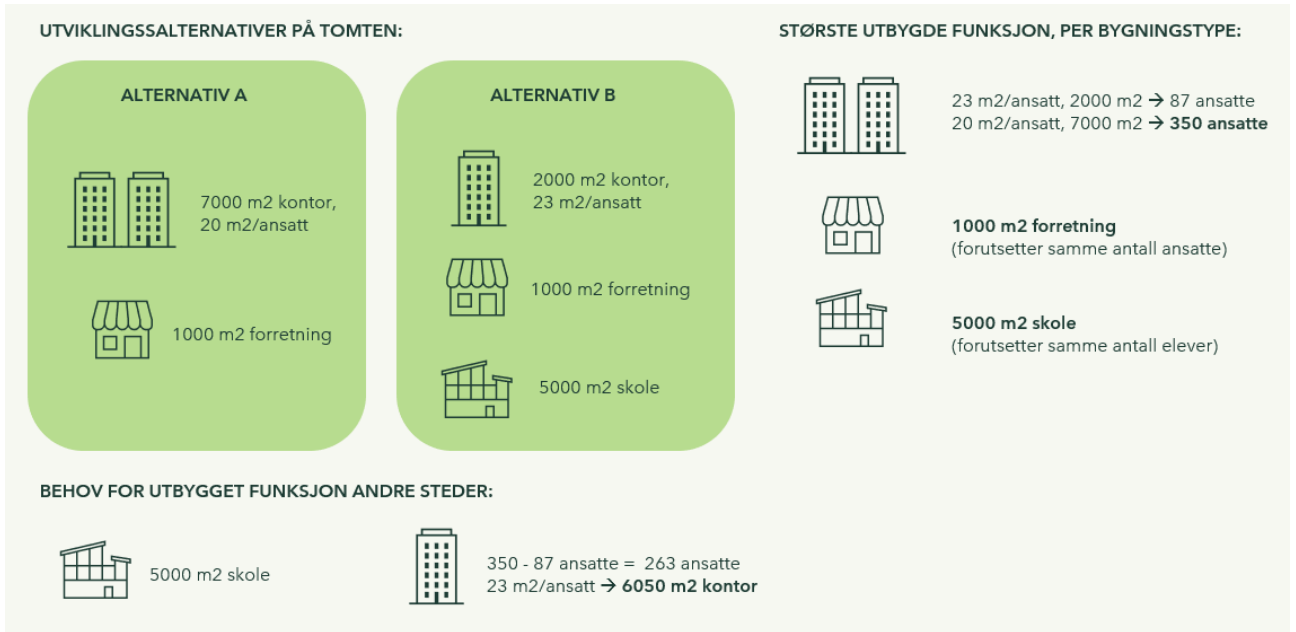
**For boligbygg og kontor skal antall bygningsbrukere (bosatte/ansatte) legges til grunn for beregningen, slik at beregningene tar høyde for prosjektets planlagte arealeffektivitet. Dette medfører at sammenlikningen gjøres per bosatt/ansatt for hhv. bolig og kontor, i stedet for per m<sup>2</sup>.** For øvrige bygningskategorier er det ikke grunnlag for å skille på arealeffektivitet for bygninger som oppføres på området, sammenliknet med andre steder, og sammenlikning gjøres derfor på grunnlag av areal for andre bygningstyper enn bolig og kontor.

For boligutbygging på andre steder enn på tomten, skal kommunevis statistikk over utbyggingsmønster og gjennomsnittlig antall bosatte per boligtype legges til grunn for å beregne antall bygningsbrukere. For utbygging av kontor andre steder enn på tomten skal normtall for arealeffektivitet i nye offentlige kontorbygg<sup>5</sup> legges til grunn.

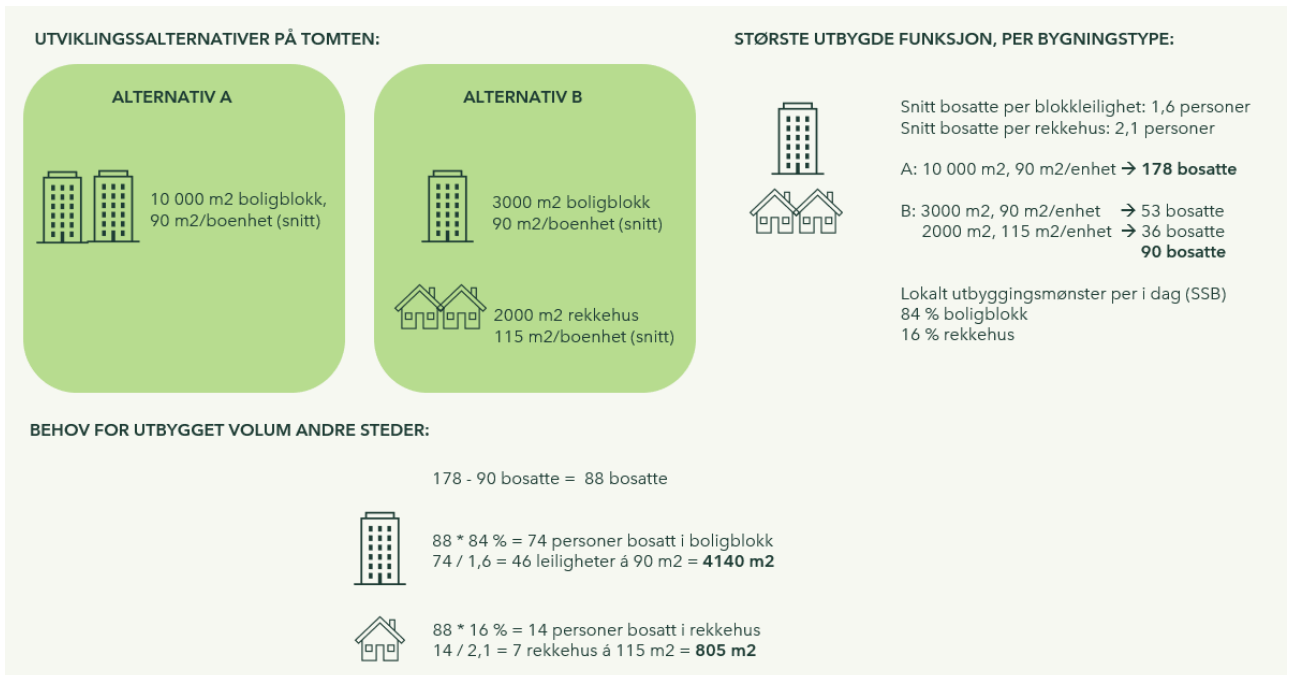
<sup>5</sup> Per 2022 satt til 23 m<sup>2</sup> per ansatt, inkludert støttefunksjoner <https://dok.statsbygg.no/wp-content/uploads/2021/02/PA-0502-Areal-og-volum.pdf>

Det er utviklet et beregningsverktøy for FB ZERO-O som inkluderer nøkkeltall og utslippsfaktorer, for å forenkle beregningene og prosessen med sammenlikning av alternative utviklingsforslag – se kapittel 5.5.

Regneeksempler for områdeutvikling med hhv. kontorbygg og boliger er gitt i Figur 3-3 og Figur 3-4:



Figur 3-3 Sammenlikning av alternative utviklingsforslag med ulikt utbygget areal av kontorbygg, regneeksempel



Figur 3-4 Sammenlikning av alternative utviklingsforslag med ulikt utbygget areal av boliger, regneeksempel

Sammenlikning av alternative utviklingsforslag skal skje på grunnlag av området slik det er planlagt ved endt prosjekt, dvs. at hele området er ferdig utviklet og tatt i bruk. Dersom prosjektet skal bygges ut i flere byggetrinn, skal utbygging etter siste byggetrinn er ferdigstilt legges til grunn for sammenlikningen.

Utbygging av landskap og infrastruktur regnes i denne sammenhengen som konsekvenser av øvrig områdeutvikling, og henger ikke direkte sammen med behov for utbygget bygningsmasse. Det finnes heller ikke grunnlag for å vurdere hvilket behov for infrastruktur som vil genereres på en annen lokalisering som følge av at bygningsfunksjoner som ikke bygges ut på området må bygges et annet sted. Utbygging av ny infrastruktur/landskap skal derfor ikke inkluderes i sammenlikning av alternative utviklingsforslag i FB ZERO-O.

Ettersom referanse- og budsjettkurve for utslipp i FB ZERO foreløpig ikke inkluderer utslipp fra materialbruk grunn og fundamenter, skal dette ikke inngå i sammenlikning av alternative utviklingsforslag i FB ZERO-O. Se kapittel 3.3.3 for detaljer.

### 3.3. Klimagassberegninger for valgt utvikling

#### 3.3.1. Vurdering av måloppnåelse

Et hovedformål med klimagassberegninger på områdenivå er å se området som helhet. Dette betyr å hensynta forhold som ikke kan regnes inn for enkeltbygg (i FB ZERO/ZERO-T/ZERO-L). ZERO-O skal gi rom for optimalisering på områdenivå, slik at begrensede muligheter til å oppnå lave utslipp for ett element kan veies opp av høyere ambisjonsnivå for et annet. FB ZERO-O skal også gi insentiv til sambruksløsninger (for energibruk/arealutnyttelse etc.).

Overordnet mål for forbildeprosjekter i FutureBuilt er 50 % lavere klimagassutslipp enn dagens praksis. Innenfor dagens praksis forutsettes det at målene i Parisavtalen nås, slik at forbildeprosjekter i FutureBuilt skal ha mål om å ha 50 % lavere utslipp enn det som er nødvendig for å nå Paris-målene.

For å kunne vurdere om man når målet, må prosjektet måles opp mot et referansenivå. For bygningsmasse, inkl. byggefase og energibruk i drift (FB ZERO) og mobilitet (FB ZERO-T) er det definert faste referansenivå (for FB ZERO-T avhenger referansenivå av lokalisering). For landskap (FB ZERO-L) og infrastruktur finnes det imidlertid ikke grunnlag for å sette et fast referansenivå. Dette skyldes både at det hittil har vært mindre vanlig å regne med infrastruktur og landskap i klimagassberegninger på områdenivå, slik at tilgangen på erfaringstall er begrenset, men også at det er utfordrende å definere omfanget av et «referanselandskap» eller en «referanseinfrastruktur». I FB ZERO-L er det derfor angitt at referansesammenlikning gjøres mot prosjektert løsning med standard løsningsvalg (prosjektspesifikk referanse). I FB ZERO-O skal slik prosjektspesifikk referansesammenlikning legges til grunn for beregninger av infrastruktur og landskap.

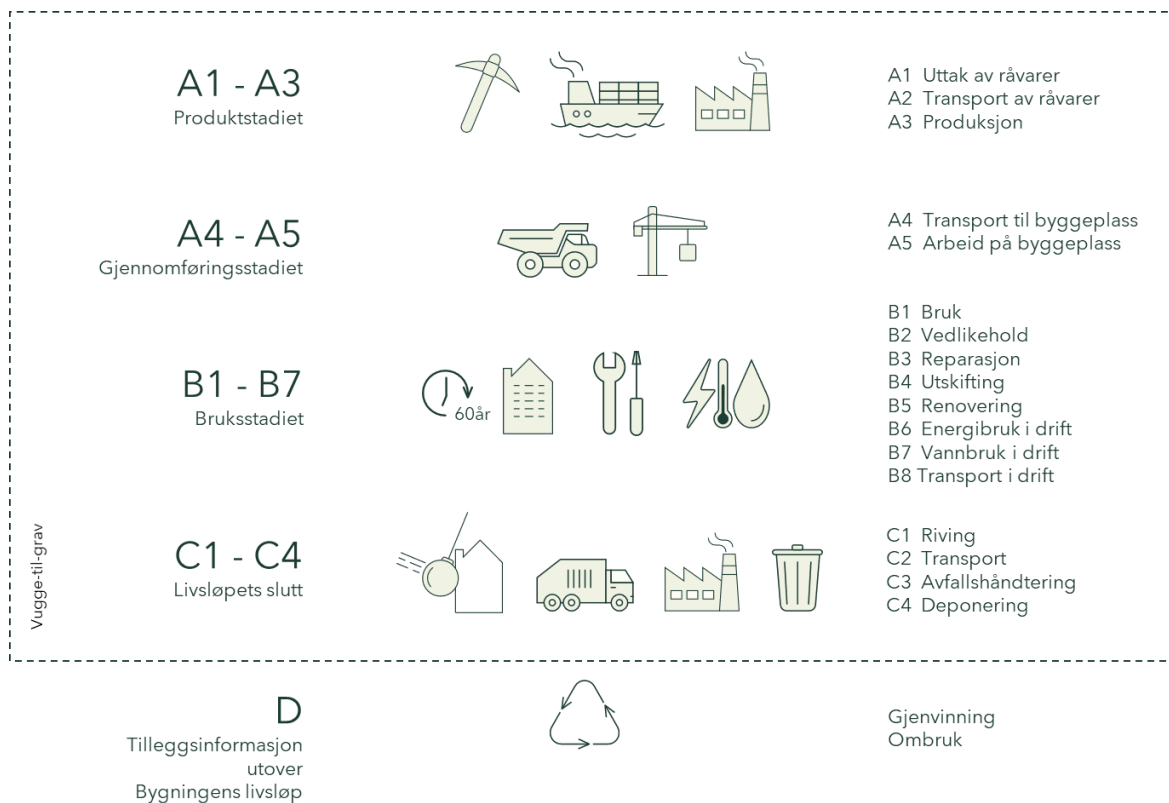
Ettersom man har mindre erfaring med beregninger av klimagassutslipp for landskap og infrastruktur, er usikkerheten knyttet til måloppnåelse på områdenivå også betydelig større enn for enkeltbygg. På bakgrunn av dette, er kriteriet for utslippsreduksjon for områdeprosjekter i FutureBuilt også angitt som et omtrentlig mål, fremfor et absolutt krav. Etter hvert som flere prosjekter gjennomfører beregninger på områdenivå, vil vi få bedre kjennskap til hva som påvirker klimagassutslipp på områdenivå, og potensialet for utslippskutt. Å bidra til å få frem mer kunnskap er i seg selv et viktig formål med FB ZERO-O.

### 3.3.2. Spesifikasjon av hva som skal inngå i klimagassberegninger for områder

Utgangspunktet for klimagassberegninger i FB ZERO-O er hvilke behov utbyggingen skaper. Det vil si at alle endringer på området som skjer for å tilfredsstille nye funksjoner (knyttet til bygningsmasse, infrastruktur eller landskap), skal inkluderes i klimagassberegninger på områdenivå i FB ZERO-O.

Alle endringer som medfører forbruk av materialer og/eller energi i løpet av livsløpet skal medregnes. Forbruk av materialer og energi knyttet til eksisterende utbygde funksjoner (bygningmasse/infrastruktur) innenfor området som ikke endres, medregnes ikke. Omfang for hva som skal inkluderes i beregninger er spesifisert for hvert tema (bygningmasse, transport i drift, infrastruktur og landskap) i de påfølgende avsnittene.

Alle beregninger skal gjøres i et livsløpsperspektiv. Se Figur 3-5 for oversikt over hvordan livsløpet inndeles i ulike moduler.



Figur 3-5 Livsløpsfaser i klimagassberegninger, iht. NS 3720

I FutureBuilt-prosjekter hensyntas tidsaspektet for utbygging gjennom bruk av vektingsfaktorer (se metodedokument for FutureBuilt ZERO for detaljer). For beregninger for valgt områdeutvikling skal vektingsfaktor for siste år i hvert definerte byggetrinn legges til grunn for beregningene for hvert byggetrinn (se også kapittel 3.4).

### 3.3.3. Bygningsmasse

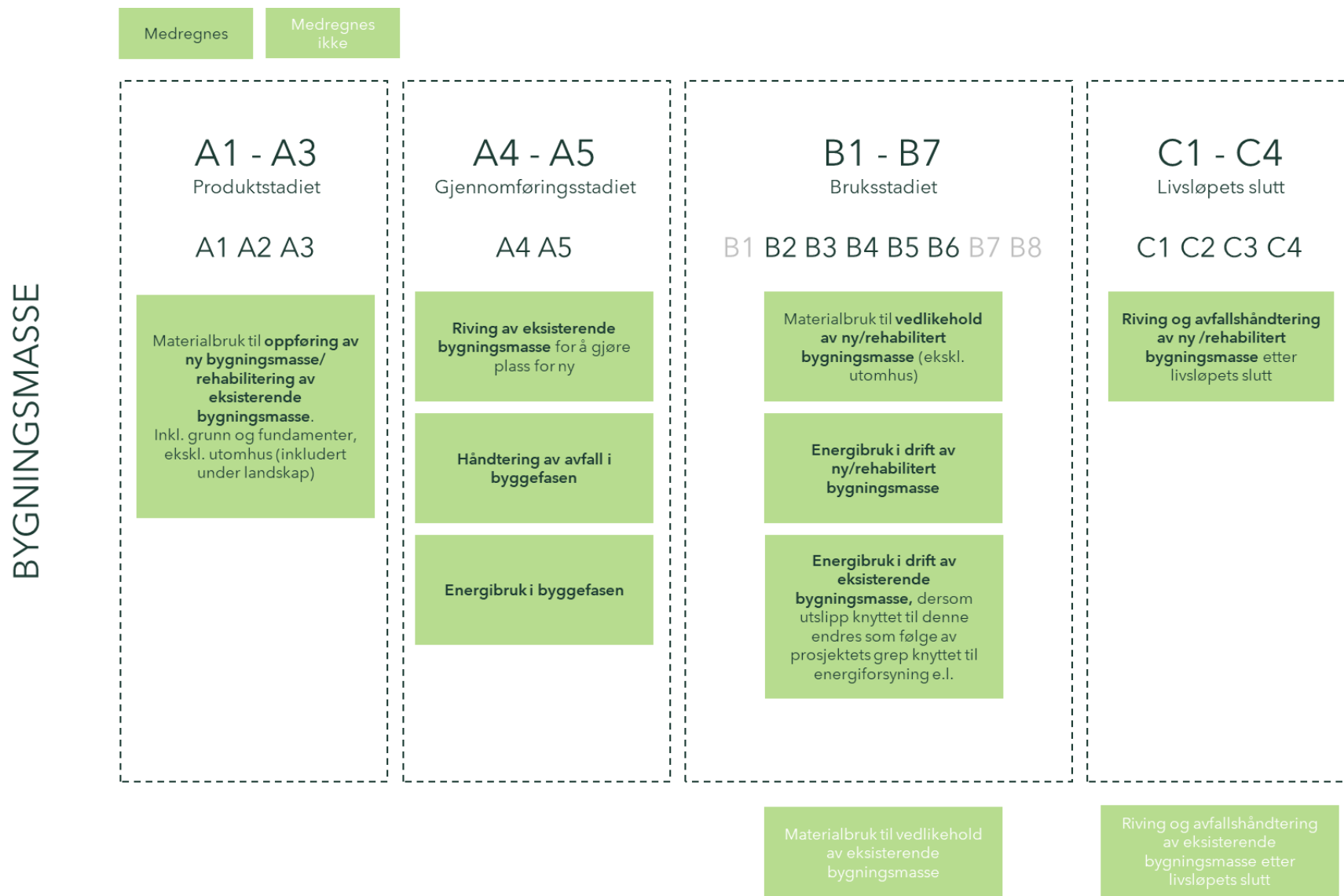
Klimagassutslipp knyttet til materialbruk og energibruk i drift av ny og rehabilitert/ombygget bygningsmasse på området skal medregnes. Aktiviteter i byggefasen skal også medregnes. Riving av eksisterende bygningsmasse på området skal inkluderes dersom dette gjøres som en konsekvens av områdeutbyggingen.

Referansenivå for vurdering av måloppnåelse for bygningsmasse skal være dagens praksis definert i FutureBuilt ZERO (kriterier for bygg). Nøkkeltall for klimagassutslipp fra oppføring av ny bygningsmasse, rehabilitering/ombygging og riving er inkludert i FB ZERO-O beregningsverktøyet – se kapittel 5.3. Referansenivå definert i FB ZERO inkluderer foreløpig ikke utslipp knyttet til materialbruk i grunn og fundamenter. For å vurdere måloppnåelse for valgt områdeutvikling i ZERO-O, skal derfor materialbruk i grunn og fundamenter holdes utenfor beregningene. Dersom grunn og fundamenter på sikt innlemmes i FB ZERO, skal det også inkluderes i FB ZERO-O. Tilsvarende som i FB ZERO, skal utslipp fra materialbruk i grunn og fundamenter synliggjøres gjennom tilleggsberegninger i FB ZERO-O.

For å anslå energibruk i drift, er det viktig å være klar over at det kan være stor forskjell på målt energibruk i eksisterende bygninger og beregnet energibruk for nybygg basert på standard faktorer. Nøkkeltall i beregningsverktøy for FB ZERO-O kan benyttes for å anslå samlede utslipp for bygningsmasse over livsløpet for eksisterende, rehabilitert og ny bygningsmasse (se Vedlegg A og B for detaljer og dokumentasjon).

Vedlikehold av eksisterende bygningsmasse som ikke rehabiliteres/oppgraderes eller endres på annet vis, skal ikke medregnes – ei heller riving av denne etter livsløpets slutt.

Omfang for beregninger av klimagassutslipp fra bygningsmasse i FB ZERO-O er gitt i Figur 3-6.



Figur 3-6 Omfang for beregninger av klimagassutslipp fra bygningsmasse, inkludert byggefase og energibruk i drift, i FB ZERO-O

### 3.3.4. Transport i drift

Beregninger av klimagassutslipp fra transport i drift skal følge regneregler gitt i FutureBuilt ZERO-Transport (FB ZERO-T). Beregningene skal ta utgangspunkt i områdets lokalisering, planlagte utbygde bygningsfunksjoner, samt eksisterende bygningsfunksjoner på området som skal videreføres eller rehabiliteres. Fordi reisemønstre på et område som utvikles vil endres som følge av utviklingen, kan man ikke se reisevanene for brukere av ny/rehabiliteret bygningsmasse atskilt fra reisevanene til brukerne av eventuell eksisterende bygningsmasse på området. Beregninger av klimagassutslipp fra transport i drift i ZERO-O skal derfor omfatte både eksisterende og ny/rehabiliteret bygningsmasse.

Dersom den planlagte utbyggingen (eller eksterne forhold, som fremtidig ferdigstilling av ny transportinfrastruktur) endrer området på en slik måte at det er rimelig å forvente at dagens reisevaner på området ikke vil være representative, kan det legges til grunn at reisevaner ved ferdigstilt utbygging vil tilsvare reisevaner på en annen relevant lokalisering. Dette vil være relevant ved utvikling av områder som tidligere har hatt en vesentlig ulik funksjon eller funksjonsmiks av bygninger enn det som er planlagt.

For å dokumentere at området vil tilsvare den valgte lokaliseringen, må prosjektet redegjøre for at det ferdig utviklede området vil tilsvare området som er lagt til grunn for beregningene. Dette kan for eksempel omfatte dokumentasjon av at nærhet til bestemte funksjoner og transporttilbud vil tilsvare området som er lagt til grunn for reisevanedata i beregningene. For eksempel kan Knutepunktverket<sup>6</sup> utviklet av Plan og Bygningsetaten i Oslo benyttes.

Antall beboere i boligbygg beregnes med utgangspunkt i antall planlagte boenheter, og nøkkeltall for antall bosatte per boligtype, som gitt i Tabell 3-1:

Tabell 3-1 Nøkkeltall for bosatte per bolig, etter boligtype. Kilde: Folke- og boligtellings, boliger (SSB)

	Bebodde boliger		Bosatte		Bosatte per bolig
	Antall	Prosent	Antall	Prosent	
I alt	2 205 191	100,0	4 898 537	100,0	2,2
Enebolig	1 166 721	52,9	2 948 583	60,2	2,5
Tomannsbolig	201 865	9,2	471 616	9,6	2,3
Rekkehus, kjedehus og andre småhus	260 860	11,8	554 293	11,3	2,1
Boligblokk	500 938	22,7	818 823	16,7	1,6
Bygning for bofellesskap og annen bygningstype	74 807	3,4	105 222	2,1	1,4

<sup>1</sup> 81 418 personer bosatt i institusjon eller med uoppgitt boform ikke medregnet.

**Bebodde boliger og bosatte i boligene, etter bygningstype. 2011 <sup>1</sup>**

Omfang for beregninger av klimagassutslipp fra transport i drift i FB ZERO-O er gitt i Figur 3-7.

<sup>6</sup> <https://kollektivknutepunkt.vercel.app/>



Figur 3-7 Omfang for beregninger av klimagassutslipp fra transport i drift i FB ZERO-O



### 3.3.5. Infrastruktur

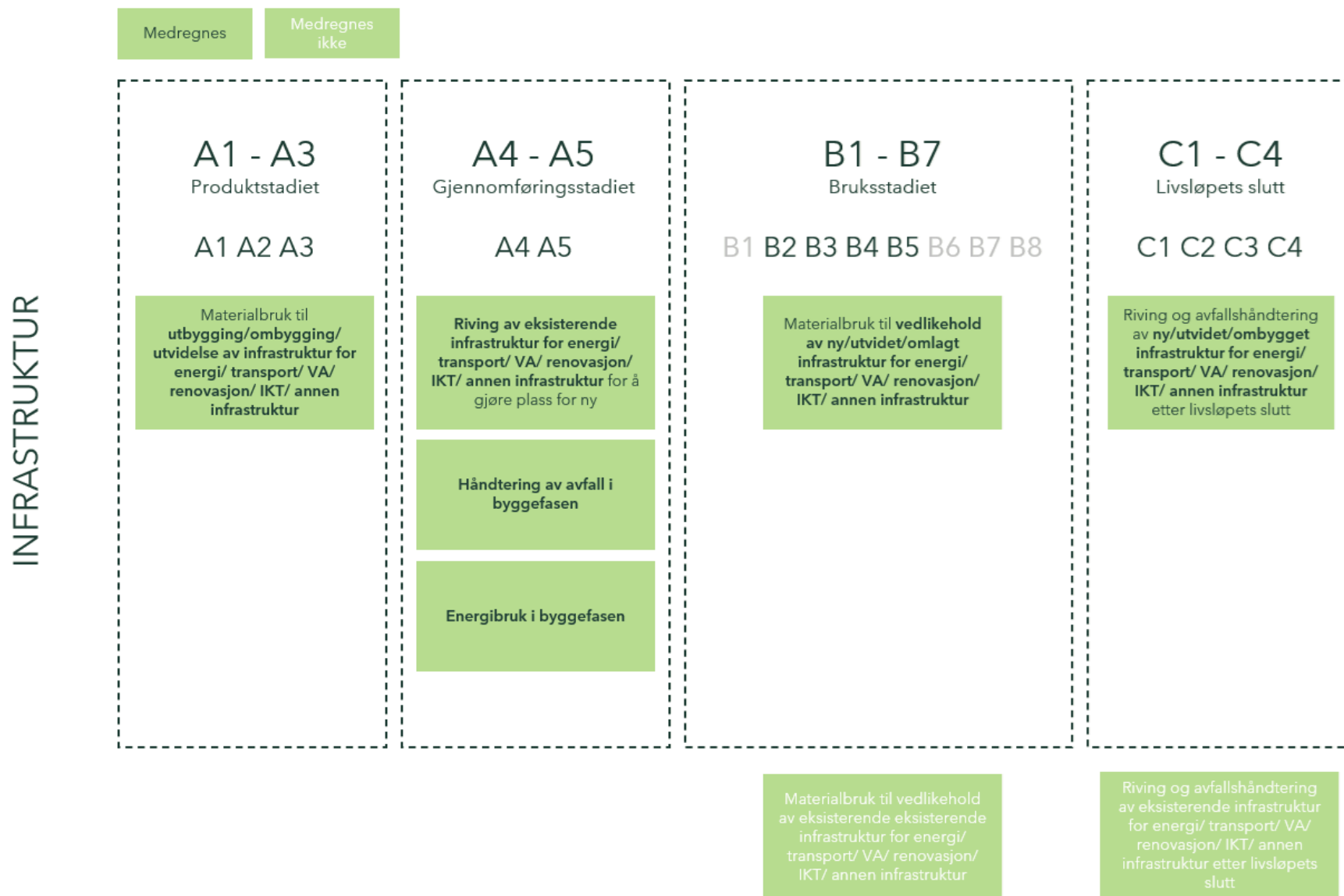
Klimagassberegninger for infrastruktur i FB ZERO-O skal omfatte utbygging/rehabilitering av infrastruktur for transport, energi, VA, renovasjon, IKT og evt. annen infrastruktur på området. Omfang for beregninger av klimagassutslipp fra infrastruktur i FB ZERO-O er gitt i Figur 3-8.

Utbygging av nasjonal og fylkeskommunal transportinfrastruktur skal ikke medregnes, selv om denne foregår på eller i tilknytning til området. Bakgrunnen for dette er at omfanget for slike infrastrukturutbygginger som regel er større enn enkeltområdet som utbygges, og dermed ikke kan regnes som en konsekvens av en enkelt områdeutbygging. Slike store infrastrukturprosjekter har også gjerne egne målsettinger for reduksjon av klimagassutslipp. Følgende retningslinjer gjelder for hvilken infrastruktur som skal inkluderes i FB ZERO-O:

- Dersom det bygges ut infrastruktur som i all hovedsak skal betjene området som utvikles på tomten, men der selve infrastrukturen bygges **utenfor tomten** (eksempelvis lokal fornybar energiproduksjon), skal utbygging og drift av denne inkluderes i beregninger.
- Dersom det bygges ut infrastruktur **på eller i umiddelbar tilknytning til tomten** som både skal betjene området og andre områder, skal en fordelingsnøkkel (for eksempel andel av produsert energi fra energiforsyning som vil gå til området) benyttes for å beregne hvor stor andel av klimakonsekvensen fra utbygging og drift av infrastrukturen som skal tilskrives området.
- Infrastruktur som bygges ut **på et annet sted**, som både skal betjene området som analyseres og andre områder (eksempelvis et fjernvarmeanlegg), skal ikke medregnes.

Tilsvarende som for bygningsmasse, skal ikke vedlikehold eller avhending etter livsløpets slutt for eksisterende infrastruktur på området som ikke oppgraderes eller endres på annen måte medregnes i FB ZERO-O.

Referansenivå for vurdering av måloppnåelse for infrastruktur må defineres i hvert prosjekt, ettersom det ikke foreligger nok erfaringstall til å definere et felles referansenivå for klimagassutslipp fra infrastruktur i FutureBuilt områdeprosjekter. Referansenivået defineres som tilsvarende den planlagte utbyggingen, men gjennomført med løsnings- og materialvalg iht. dagens praksis.



Figur 3-8 Omfang for beregninger av klimagassutslipp fra infrastruktur i FB ZERO-O

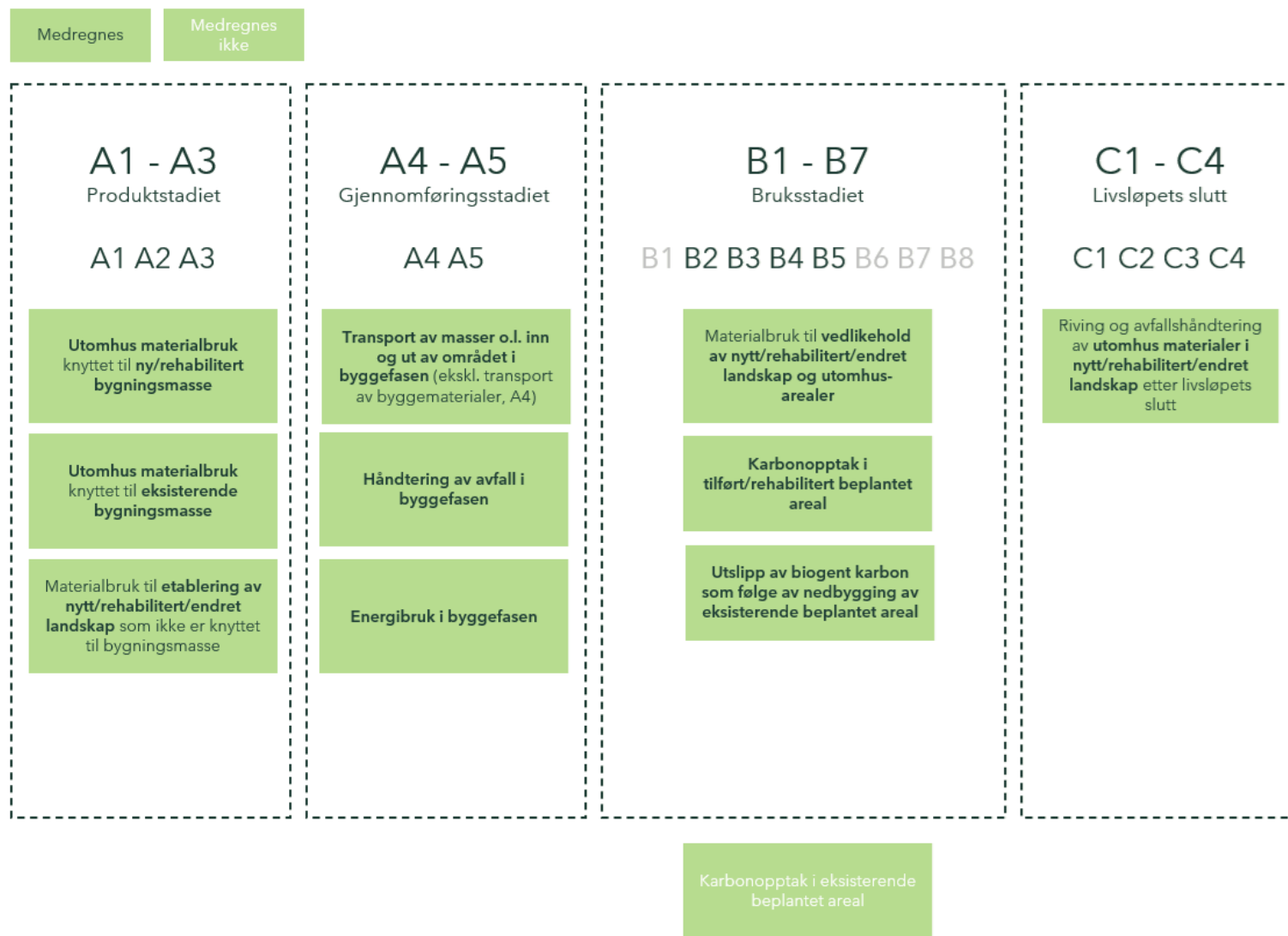
### 3.3.6. Landskap

For landskap skal beregningsmetodikk i FutureBuilt ZERO-landskap (FB ZERO-L) benyttes. Både utslipp av klimagasser (fra forbruk av materialer og energi), og opptak av klimagasser i beplantede arealer medregnes. Metodikk og nøkkeltall for å beregne dette, er angitt i FB ZERO-L. Tilsvarende som for bygningsmasse og infrastruktur, skal imidlertid ikke opptak knyttet til eksisterende grøntarealer medregnes.

Det foreligger per i dag ikke nok erfaringstall til å definere et felles referansenivå for klimagassutslipp fra landskap i FutureBuilt områdeprosjekter. Referansenivået defineres som tilsvarende den planlagte utbyggingen, men gjennomført med løsnings- og materialvalg iht. dagens praksis.

Omfang for beregninger av klimagassutslipp fra landskap i FB ZERO-O er gitt i Figur 3-9.

LANDSKAP (EKSKL. INFRASTRUKTUR)



Figur 3-9 Omfang for beregninger av klimagassutslipp fra landskap i FB ZERO-O

### 3.4. Områdeutvikling i flere byggetrinn

Det overordnede målet for utslippsreduksjon skal vurderes på bakgrunn av området slik det er planlagt ved endt utbygging. Som følge av at det forventes at samfunnet over tid omstilles mot lavere utslipp, vil det bli stadig mer utfordrende å nå FutureBuilt-målet om 50 % lavere utslipp en til enhver tid gjeldende «dagens praksis». For å klare å nå FutureBuilt-målet for områdeutvikling over tid, er det derfor avgjørende å oppnå betydelige reduksjoner i tidlige byggetrinn.

For prosjekter der området skal utvikles over flere byggetrinn, skal prosjektet utarbeide en etappeplan som viser hvordan det overordnede målet for reduksjon av klimagassutslipp ved ferdig utviklet område skal nås.

Beregninger for valgt områdeutvikling skal gjennomføres for hvert byggetrinn, og vise grad av måloppnåelse ved endt byggetrinn, opp mot prosjektets overordnede mål. År for ferdigstilt byggetrinn skal legges til grunn for tids- og teknologivekting. Referanse og måloppnåelse for hvert byggetrinn regnes iht. året byggetrinnet ferdigstilles.

Prosjektet skal rapportere på måloppnåelse iht. klimabudsjettet for hvert byggetrinn når hvert byggetrinn er gjennomført. Dersom utslippsbudsjettet ikke er nådd, skal etappeplanen justeres i samråd med FutureBuilt. Dersom prosjektet endres betydelig, skal budsjett og etappeplan revideres, og rapporteres til FutureBuilt.

## 4 Dokumentasjonskrav

Følgende dokumentasjon skal leveres ved tidspunkt for politisk behandling av plan:

- Utfylt FB ZERO-O beregningsverktøy
  - Dersom alternative utviklingsforslag er vurdert, skal beregninger for alternativene dokumenteres
- Dokumentasjon av beregninger som er lagt til grunn for å anslå klimagassutslipp for infrastruktur og landskap
- Tidligfasenotat som dokumenterer prosjektet, viktigste planlagte grep og løsningsvalg, samt beskriver eventuelle alternative utviklingsforslag som er vurdert.

Dokumentasjon, med redegjørelse for hvordan utslippsreduksjoner skal oppnås, skal godkjennes av FutureBuilt.

## 5 Veiledning til bruk av beregningsverktøy

### 5.1. Formål med verktøyet

FutureBuilt ZERO-O beregningsverktøyet skal hjelpe den som gjennomfører klimagassberegninger med å organisere beregningsarbeidet. Dette omfatter både sammenlikning av alternative utbyggingsforslag, og å gi en systematisk oversikt over prosjektets utslippsbudsjett.

### 5.2. Nøkkelinformasjon og veiledning

I fanen «Nøkkelformasjon og veiledning» skal man angi nøkkelinformasjon om utbyggingsprosjektet.

Følgende informasjon benyttes i beregninger for bygningsmasse, for transport i drift, og i sammenlikning av alternative utviklingsforslag:

- Hvilket byggetrinn beregningen gjelder for
- Byggetrinnets avgrensning i tid
- Prosjektets lokalisering

Merk at utgangspunkt for tids- og teknologivektning regnes iht. året som angis som slutt-år for byggetrinn som beregnes.

### 5.3. Klimabudsjett

Prosjektets samlede beregnede utslipp, basert på informasjon fra de øvrige fanene i verktøyet, sammenstilles i fanen «Klimabudsjett». Her hentes resultater fra fanene «Bygningsmasse og transport», «Infrastruktur» og «Landskap» automatisk inn for det byggetrinn man har gjennomført beregningene for.

Verdiene for referanse (dagens praksis) og budsjettert utslippsreduksjon gir til sammen klimabudsjettet for prosjektet for det byggetrinn man har angitt at beregningene gjelder.

I oversikten per byggetrinn kan man også legge inn samlede verdier (referanse, budsjettert utslippsreduksjon og klimabudsjett) for hvert byggetrinn, for å holde oversikt over hvordan prosjektets overordnede mål skal nås gjennom flere byggetrinn. Antall byggetrinn som vises i oversikten bestemmes av hvor mange byggetrinn man har angitt under nøkkelinformasjon.

### 5.4. Bygningsmasse og transport

I fanen «Bygningsmasse og transport» skal man angi samlet areal for planlagt bygningsmasse på området og informasjon om arealeffektivitet. Planlagt areal angis som sum per bygningskategori,

fordelt på eksisterende bygningsmasse som forblir uendret<sup>7</sup>, eksisterende bygningsmasse som rives, eksisterende bygningsmasse som rehabiliteres/ombygges, og nybygg. Se Figur 5-1:

Areal for eksisterende, revet, rehabilitert og ny bygningsmasse på området

	Areal (m2 BTA) utbygget i løpet av byggetrinn 1					SUM, areal på tomt
	Eksisterende bygg, forblir uendret	Eksisterende bygg, rives	Eksisterende bygg, rehabilitert (totalrehab)	Eksisterende bygg, rehabilitert (ombygging)	Nybygg	
Enebolig						0
Tomannsbolig						0
Række-, kjede- og andre småhus						0
Boligblokk						0
Barnehage						0
Kontorbygning						0
Skolebygning						0
Universitet/høgskole						0
Sykehus						0
Sykehjem						0
Hotell						0
Idrettsbygning						0
Forretningsbygning						0
Kulturbygning						0

Figur 5-1 Inndatatabell for planlagt utbygget areal

For bygningskategoriene der det er oppgitt planlagt areal, kan det angis hvilken ambisjon prosjektet har for reduksjon av klimagassutslipp fra bygningsmassen, per bygningskategori. Dersom ingenting angis, vil 50 % utslippsreduksjon (sammenliknet med dagens praksis/referanse) legges til grunn. Prosjektet skal redegjøre for hvordan utslippsreduksjonen skal oppnås – dette kan dokumenteres i feltet til høyre for tabellen, som vist i Figur 5-2:

Mål for reduksjon av utslipp fra bygningsmassen (A1-A5, B1-B6, C1-C4), sammenliknet med standard nybygg

	Eksisterende på tomt, rehabilitert (totalrehab)		Eksisterende på tomt, rehabilitert (ombygging)		Nybygg		Redegjør for hvordan utslippsreduksjon skal oppnås (planlagte grep/løsningsvalg)
	Reduksjon lagt til grunn for beregninger	Spesifikt reduksjonsmål	Reduksjon lagt til grunn for beregninger	Spesifikt reduksjonsmål	Reduksjon lagt til grunn for beregninger	Spesifikt reduksjonsmål	
Enebolig							
Tomannsbolig							
Række-, kjede- og andre småhus							
Boligblokk	50 %						
Barnehage							
Kontorbygning			50 %				
Skolebygning							
Universitet/høgskole							
Sykehus							
Sykehjem					50 %		
Hotell							
Idrettsbygning							
Forretningsbygning							
Kulturbygning							

Figur 5-2 Inndatatabell for ambisjon om utslippsreduksjon fra bygningsmassen

For å beregne antall bygningsbrukere, må areal per ansatt i kontorbygg, og antall boenheter i boligbygg spesifiseres. Dersom prosjektet har informasjon om antall bygningsbrukere for øvrige bygningstyper, kan dette angis. Dersom prosjektet ikke har denne informasjonen, benyttes nøkkeltall i verktøyet automatisk – se Figur 5-3:

<sup>7</sup> Benyttes kun til å regne transportbehov i drift, ettersom materialbruk og energi til drift av eksisterende bygningsmasse ikke medregnes i FB ZERO-O

## Nøkkeltall for beregning av ansatte og andre brukere

Bygningstype	Beregningsgrunnlag, andre brukere	Nøkkeltall per 100 m2 BTA	
		Antall ansatte	Andre brukere*
Barnehage	Kapasitet, barnehagebarn	1,9	5,5
Kontorbygning, publikumsattraktiv	Antall ansatte x 1,4		
Kontorbygning, ikke publikumsattraktiv	Antall ansatte x 0,7		
Skolebygning	Kapasitet, elever	1	9
Universitet/høgskole	Kapasitet, studenter	1	9
Sykehus	Antall "varme senger" x 1	1,9	7,9
Sykehjem	Antall "varme senger" x 0,25	1,9	7,9
Hotell	Antall senger	1,9	7,9
Idrettsbygning	Antall fullstørrelse spillebaner x 109	0,2	4,00
Forretningsbygning, dagligvarer	100 x BTA/100	2	100
Forretningsbygning, utvalgsvarer	50 x BTA/100	2	50
Kulturbygning	30 x BTA/100	2	30

Figur 5-3 Nøkkeltall for beregning av ansatte og andre brukere. Kilde: NS 3720

Utslippsfaktorer for oppføring av ny bygningsmasse følger referansekurve for dagens praksis fra FutureBuilt ZERO. For å anslå utslipp fra totalrehabiliteret og ombygget bygningsmasse er følgende lagt til grunn:

- Klimagassutslipp fra materialbruk i totalrehabiliterete bygninger tilsvarer 1/3 av klimagassutslipp fra nybygg – se vedlegg B for detaljer
- Klimagassutslipp fra materialbruk i ombygde (enkler rehabilitering) bygninger tilsvarer 1/6 av klimagassutslipp fra nybygg – se vedlegg B for detaljer
- Energibruk i totalrehabiliterete og ombygde bygninger tilsvarer energibruk i nybygg. Dette er forutsatt på bakgrunn av funn i fra forskningsprosjektet OPPTRE<sup>8</sup>, samt studien Klimagassutslipp fra oppgradering av eldre bygg – 24 case-studier fra Innlandet<sup>9</sup>.

Fanen benyttes sammen med beregningsverktøyet for klimagassberegninger for transport i drift, FB ZERO-T. Basert på spesifiserte arealer og grunnlag for beregning av bygningsbrukere, angis grunnlagsdata for å gjennomføre beregninger i verktøyet for FB ZERO-T, som vist i Figur 5-4. Til høyre i tabellen skal resultater fra beregninger gjennomført i FB ZERO-T-verktøyet testes inn. Beregninger må gjøres for sum av bygningsbrukere for hver bygningskategori, ettersom verktøyet for FB ZERO-T er utviklet for beregninger av enkeltbygg. Merk at resultater skal hentes ut både for spesifikk lokalisering og referanselokalisering.

<sup>8</sup> <https://opptre.no/resultater/>

<sup>9</sup> <https://innlandetfylke.no/tjenester/kulturarv/kulturarv-og-klima/bevar-bygg-bevar-klima/>



Inndata til og resultater fra ZERO-T beregningsverktøy (klimagass-resultater legges inn i hvite celler)

	Inndata til ZERO-T				Klimagassutslipp, beregnet fra ZERO-T (tonn CO <sub>2</sub> e, 60 år), ferdigstilt 2026		
	BTA	Antall ansatte	Antall bosatte	Andre brukere	Spesifikk lokalisering, Sandvika/Stabekk/Bekkestua	Referanselokalisering, Asker og Bårum	Asker og Bårum
Boligblokk*	10050		0				
Barnehage	0	0			0		
Kontorbygning, publikumsattraktiv*	20000	0			28000		
Kontorbygning, ikke publikumsattraktiv*	20000	0			14000		
Skolebygning	0	0			0		
Universitet/høgskole	0	0			0		
Sykehus	0	0			0		
Sykehjem	0	0			0		
Hotell	0	0			0		
Ideellbygning	0	0			0		
Forretningsbygning, dagligvarer**	0	0			0		
Forretningsbygning, utvalgsvarer**	0	0			0		
Kulturbygning	0	0			0		

\*Sum av beboere, alle boligkategorier  
 \*\*Legg inn arealverdi for den kategorien som passer for hoveddelen av kontorbygg på området (velg én kategori)  
 \*\*\*Legg inn arealverdi for den kategorien som passer for hoveddelen av forretningsbygg på området (velg én kategori)  
 \*\*, \*\*\*Tilsvarende som for bygningsmasse på tomt, velg én kategori

Figur 5-4 Grunnlagsdata for beregninger i FB ZERO-T og inndatatabell for resultater fra beregningene

## 5.5. Sammenlikning av alternative utviklingsforslag

Som beskrevet over, er det kun bygningsmasse og transport i drift som skal inngå i beregninger for å sammenlikne utslippskonsekvens for alternative utviklingsforslag. Beregninger i fanen «Sammenlikning utviklingsforslag» gjennomføres på tilsvarende måte som beskrevet for fanen «Bygningsmasse og transport», for hvert utviklingsforslag som vurderes. Merk at området ved endt utvikling legges til grunn for sammenlikning av alternative utviklingsforslag (til forskjell fra ellers i verktøyet, hvor beregninger gjøres per byggetrinn).

For å anslå hvordan boligutbygging på andre steder enn området vil skje (fordeling mellom ulike boligtyper og antall beboere per bolig), er kommunevis statistikk fra SSB<sup>10</sup> lagt til grunn. Utbyggingsmønster er regnet fra oversikt over boliger utbygget i samme kommune som prosjektet, snitt for siste 5 år (2017-21). Gjennomsnittlig antall bosatte per boligtype er hentet fra Folke- og bolig tellingen fra SSB<sup>11</sup>.

Areal per ansatt i kontorbygg er forutsatt å være 23 m<sup>2</sup>, i tråd med normtall for arealeffektivitet i nye offentlige kontorbygg<sup>12</sup>.

## 5.6. Infrastruktur og landskap

For infrastruktur og landskap må det gjennomføres prosjektspesifikke beregninger av klimagassutslipp for planlagt områdeutvikling, og referanseutvikling (dagens praksis). **Beregningene skal gjennomføres på egnet måte utenfor verktøyet**, og følge beregningsmetodikken i FutureBuilt ZERO og ZERO-L. Resulterende beregnede utslipp for referansen og for prosjektet skal dokumenteres i verktøyet. Beregningsresultatene som legges inn for infrastruktur og landskap sammenstilles automatisk med beregninger for bygningsmasse og transport i fanen «Klimabudsjett».

<sup>10</sup> Statistikk tabell 05940: Boligbygg, etter region, bygningstype, statistikkvariabel og år

<sup>11</sup> <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/fobolig>

<sup>12</sup> <https://dok.statsbygg.no/wp-content/uploads/2021/02/PA-0502-Areal-og-volum.pdf>

For å kunne dra mest mulig nytte av beregningsresultatene til utvikling av nøkkeltall på sikt, skal prosjektet også dokumentere nøkkelinformasjon om hvilke elementer som inngår i beregningene, både i beregningsverktøyet og i tilhørende dokumentasjonsrapport. Det skal også redegjøres for hvilke planlagte grep/løsningsvalg som er lagt til grunn for anslåtte utslippsreduksjoner.

## Vedlegg A: Utslippsfaktorer for materialbruk, byggefase og energi i drift av bygningsmasse

Her angis utslippsfaktorer per m<sup>2</sup> BTA som ligger til grunn for beregning av klimagassutslipp fra bygningsmasse (materialbruk, byggefase, energi i drift og livsløpets slutt). Utslippsfaktorene er avledet fra referansenivå (dagens praksis) fra FutureBuilt ZERO, med forutsetninger for utslipp fra materialbruk som beskrevet i Vedlegg B.

Kategori	Beskrivelse
Eksisterende bygg på tomt, forblir uendret	Medregnes ikke utslipp
Eksisterende på tomt, rives	Utslipp regnet tilsvarende avhendingsfasen for nybygg iht. dagens praksis
Eksisterende på tomt, rehabilitert (totalrehab)	Utslipp fra materialbruk regnet tilsvarende 1/3 av FB ZERO nybygg, energibruk regnet tilsvarende FB ZERO nybygg
Eksisterende på tomt, rehabilitert (ombygging)	Utslipp fra materialbruk regnet tilsvarende 1/6 av FB ZERO nybygg, energibruk regnet tilsvarende nybygg iht. dagens praksis
Nybygg på tomt	Utslipp regnet tilsvarende FB ZERO nybygg
Nybygg annet sted	Utslipp regnet tilsvarende nybygg iht. dagens praksis

Ferdigstillelsesår	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> BTA					
	Eksisterende bygg på tomt, forblir uendret	Eksisterende på tomt, rives	Eksisterende på tomt, rehabilitert (totalrehab)	Eksisterende på tomt, rehabilitert (ombygging)	Nybygg på tomt	Nybygg annet sted
2022	0	9	246	590	401	911
2023	0	8	231	556	378	859
2024	0	8	217	521	354	805
2025	0	7	203	487	331	752
2026	0	7	188	452	307	698
2027	0	6	174	418	284	645
2028	0	6	159	382	260	591
2029	0	5	145	349	237	539
2030	0	5	130	313	213	484
2031	0	4	125	300	204	464
2032	0	4	119	287	195	443
2033	0	4	114	274	186	423
2034	0	4	108	260	177	402
2035	0	4	103	247	168	382
2036	0	3	97	234	159	361
2037	0	3	92	221	150	341
2038	0	3	86	207	141	320

2039	0	3	81	194	132	300
2040	0	3	75	181	123	280
2041	0	2	70	168	114	259
2042	0	2	64	154	105	239
2043	0	2	59	141	96	218
2044	0	2	53	128	87	198
2045	0	2	48	115	78	177
2046	0	2	43	103	70	159
2047	0	1	37	90	61	139
2048	0	1	32	76	52	118
2049	0	1	26	63	43	98
2050	0	1	21	50	34	77

# Vedlegg B: Forenklede klimagassberegninger i tidligfase planlegging (reguleringsplan)

## Forenklede klimagassberegninger i tidligfase planlegging (reguleringsplan). Utslippsfaktorer materialer.

*Eivind Selvig, Civitas, 16.11.2020 rev. 21.06.2022.*

*(Bidrag fra Eirik Resch, PhD-kandidat NTNU tilknyttet ZEN).*

### **ZEN-case materialet og forenklede utslippsfaktorer for materialer for hele bygninger**

En bredt anlagt studie (Wiik et al., 2020)<sup>i</sup> av 133 norske bygningers klimagassutslipp knyttet til materialer viste et utslipp for nye bygninger «som bygget» på 240-492 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BRA, median på 396 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BRA og et gjennomsnitt for alle bygningstyper på 324 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BRA. Rehabiliterings-prosjektene hadde et utslippsnivå på 90-192 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BRA, dvs. ca 1/3 av nivået for nybygg.

I forbindelse med diskusjoner om innføring av klimagasskrav til materialer i teknisk forskrift (TEK) til pbl, ble det utført en rekke studier og beregninger blant annet på oppdrag fra Direktoratet for byggkvalitet (dibk). Referanseverdiene fra underlaget til dibk (Erichsen & Horgen, 2020)<sup>ii</sup> samsvarer relativt godt med tilsvarende referanseverdier utarbeidet av Asplan Viak i Enova-rapporten «Klimavennlige byggematerialer» (Asplan Viak, 2020)<sup>iii</sup> og nivåer i Direktoratet for økonomistyring (DFØ). I et høringsinnspill (30.9.2021) fra Asplan Viak, Civitas og Aase prosjekt<sup>iv</sup> vises det til disse utredningene og oppgis referansenivåer for kontorbygg og boligblokk på hhv. 276-324 og 342-432 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BRA.

### **Kvalitetssikring og gjennomgang av ZEN-case (NS3720) og FutureBuilt beregninger**

Vi har gjort en gjennomgang av ZEN-case dataene og FutureBuilt ZERO beregningene<sup>v</sup> slik at det grunnlaget vi bygger på for å gi forenklede utslippsfaktorer for materialer og energi, er i tråd med metode og forutsetninger i NS3720. Se tabellene 1-4.

I forbindelse med utvikling av nye kriterier for FutureBuilt ZERO ble det foretatt en grundig gjennomgang av ZEN-case materialet. Dette ble så brukt som grunnlag for FB ZERO beregninger der det ble lagt inn nye elementer i beregningsmetoden for å definere kriteriene. De nye metodeforslagene er tidsvekting av utslipp, teknologiutvikling på materialproduksjon, fratrekk for biogent karbon og karbonatisering, fratrekk ved dokumentert potensial for ombruk av bygningsdeler/materialer, endret allokering for avfall som energigjenvinnes.

Hvis man i stedet forholder seg til NS3720 metode og forutsetninger blir det andre resultater og utslippsfaktorer. Utslippsfaktorene er gyldige for «generelle bygninger» av typen kontorer og undervisningsbygninger.

Vi finner på denne måten startpunkt for forenkede beregninger basert på både NS3720 metoden og FB Zero metoden. Vi kan på denne bakgrunn også foreta en følsomhetsberegning ved endrede metodevalg.

Beregningene gir følgende resultater:

Tabell 1: Utslippsfaktorer basert på NS3720, totalt og fordelt på materialer og energi. Alle tall som kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BRA

NS3720	Total	Materialtotal	Energitotal
Dagens praksis	1302	491	812
Dagens beste praksis	565	317	248

Tabell 2: Utslippsfaktorer basert på NS3720, oppdelt på livsløpsmoduler. Alle tall som kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BRA

NS3720	A1-3, 21-29 (Materialer)	A1-3, 49 (Materialer, tekn.utst..)	A4 (transport til byggeplass)	A5 (Bygge plass)	B4, 21-29 (Materialer)	B4, 49 (Materialer, tekn.utst..)	B6 (Energi)
Dagens praksis	328	0	50	38	74	0	812
Dagens beste praksis	181	12	50	23	45	6	248

Til sammenlikning er FB ZERO verdiene i Tabell 3. FB ZERO metoden gir lavere utslipp spesielt for energibruk, men også for materialer. Årsaken er at metoden innebærer tidsvektning av utslippene, reduksjon for biogent karbon, reduksjon for potensial for ombruk og teknologivektning på materialer som skiftes ut i livsløpet. Alle tall er oppgitt som kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BRA:

Tabell 3: Utslippsfaktorer basert på FB ZERO metoden, totalt og fordelt på materialer og energi. Alle tall som kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BRA

FB ZERO	Total	Materialtotal	Energitotal
Dagens praksis	1084	471	613
Dagens beste praksis	494	307	187

Tabell 4: Forutsetninger i beregningene

A1-3 for bygningsdelstabellens nummer 21-29	Tall fra ZEN-case studien 2020, fratrukket 16% utskiftningsutslipp. Sistnevnte kommer inn igjen under B2-5 nedefor.
A1-3 for bygningsdelstabellens nummer.49	PV utslipp fra Asplan Viak's studie av solcellepanel. Utskiftning etter 30 år legges på B2-5.
A4	Byggets vekt ganger transportutslipp per kg (vekt=1260 kg/m <sup>2</sup> ; trans.per.kg=0.04). Forenklet måte å komme fram til utslipp fra transport av byggematerialer til byggeplass.
A5	5% svinn av produksjons- og transportutslipp ovenfor, deretter doblet for å inkludere energibruk på byggeplass. Forenklet måte å komme fram til utslipp fra energibruk på byggeplass.

B2-5 for bygningsdelstabellens nummer 21-29	16% utskiftningsandel av produksjon (ZEN-case studien, se øverste linje) og transport (A4), og lagt til 5% svinn (tilsvarende som for A5)
B2-5 for bygningsdelstabellens nummer 49	PV utslippene med teknologiutvikling (delt A1-3 på 2). Dette er brukt i tidligere ZEB-beregninger/ZEN-case studien. Det er noe uklart i NS3720 om teknologiutvikling på materialer for energiproduksjonsutstyr skal legges inn eller ikke.
B6	Gjennomsnittlig utslippsfaktor elektrisitet over levetiden på 0.11 kgCO <sub>2</sub> e/kWh, ganget med energibruk i kWh per m <sup>2</sup> over levetiden

## Konklusjoner

Basert på dette utvalget av studier og resultater som er gjennomgått her foreslås det å anvende utslippsfaktorer som vist i Tabell 5.

Forholdstallet mellom nybygg og transformasjon foreslås holdt slik funnene indikerer i ZEN-studien, Wiik et al., 2020. Forholdstallet for ombygging er skjønnsmessig vurdert til å være 1/6 -1/10 av nybygg.

Tabell 5: Forslag til forenklede utslippsfaktorer 2020/2022-nivå (dagens nivå) for materialer basert på ZEN-case materialet og metode NS3720. Alle tall som kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BRA. Utslipp knyttet til materialer i solceller/energiprod.utstyr er ikke inkludert.

Arealer i kategoriene nybygg, transformasjon og ombygging	Utslipp av klimagasser knyttet til materialer «dagens praksis», per m <sup>2</sup> BRA *	Ambisiøst nivå eller «dagens beste praksis» per m <sup>2</sup> BRA *
Nye bygninger, alt nytt fra grunnen av:	500 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> BRA,	300
Transformasjon, definert som total rehabilitering; bærekonstruksjonen er tatt vare på, alt annet kan endres. Anslagsvis nivå er 1/3 av nybygg.	170 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> BRA	100
Ombygging, definert som at bærekonstruksjon og klimaskall tas vare på men alt ikke bærende innvendig kan endres. Anslagsvis 1/6-1/10 av nybygg.	60 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> BRA	Det ikke datagrunnlag til å angi estimat.

\* Hvis det kun er oppgitt BTA så er forholdet mellom BTA og BRA skjønnsmessig satt til 1,15.

## Hva vil utslippsnivåene for materialer være noen år fram i tid, f.eks. ved byggestart i 2030?

I FB ZERO er det antatt en teknologiutvikling og utslippsreduksjon for materialproduksjon. Sitat:

*Utviklingen i utslippsintensitet fra materialproduksjon vil avhenge av materialtyper, men det er her gjort en forenkling basert på historisk utvikling i norsk industri som har ligget på omtrent 1% årlig forbedring<sup>vi</sup>. Denne utviklingen anvendes for alle bygningsmaterialer, med unntak av energiproduserende utstyr (solcellesystemer) hvor reduksjonen kan antas å være større. Det er for disse forutsatt 2/3 reduksjon før utskiftning skjer etter 30 år<sup>vii</sup>.*

Anvender vi denne forbedringstakten vil utslipp fra materialer i 2030 være ca. 10 % lavere enn i dag. Det tilsvarer nivåene vist i Tabell 6, avrundet.

Tabell 6: Utslippsnivå for materialer i 2030 forutsatt 1 prosents teknologiforbedring hvert år.

Arealer i kategoriene nybygg, transformasjon og ombygging	Utslipp av klimagasser knyttet til materialer «dagens praksis», per m <sup>2</sup> BRA *	Ambisiøst nivå eller «dagens beste praksis» per m <sup>2</sup> BRA *
Nye bygninger, alt nytt fra grunnen av:	450 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> BRA,	270
Transformasjon, definert som total rehabilitering; bærekonstruksjonen er tatt vare på, alt annet kan endres. Anslagsvis nivå er 1/3 av nybygg.	155 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> BRA	90
Ombygging, definert som at bærekonstruksjon og klimaskall tas vare på men alt ikke bærende innvendig kan endres. Anslagsvis 1/6-1/10 av nybygg.	55 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> BRA	Det ikke datagrunnlag til å angi estimat.

\* Hvis det kun er oppgitt BTA så er forholdet mellom BTA og BRA skjønsmessig satt til 1,15.

## REFERANSER:

- <sup>i</sup> MK Wiik, E Selvig, M Fuglseth, C Lausset, E Resch, I Andresen, H Brattebø, U Hahn, 2020. *GHG emission requirements and benchmark values for Norwegian buildings*. Earth and Environmental Sciences 588 (2020).
- <sup>ii</sup> Erichsen & Horgen, 2020. *Teknisk vedlegg til samfunnsøkonomiske analyser av endringer i TEK*.
- <sup>iii</sup> Asplan Viak, 2020. *Klimavennlige byggematerialer*
- <sup>iv</sup> Høringsinnspill til Forslag til klimabaserte energikrav. M Fuglseth, OD Andvik, SH Skar, UM Halvorsen, E Selvig, A Næss, E Enlid, JL Skullestad, 30.09.2021.
- <sup>v</sup> Eirik Resch, Inger Andresen, Eivind Selvig, Marianne Wiik, Lars Gunnar Tellnes, Stein Stoknes, 2021. *FutureBuilt Zero - Materialer og Energi. Metodebeskrivelse*.
- <sup>vi</sup> Norsk Industri, Enova. *Potensial for energieffektivisering i norsk landbasert industri I. Enova. Oslo, Norway, 2009*.
- <sup>vii</sup> Atse Louwen m.fl., 2016. *Re-assessment of net energy production and greenhouse gas emissions avoidance after 40 years of photovoltaics development". I: Nature Communications 7.1 (2016), s. 1-9*.