



Research Centre on  
ZERO EMISSION  
NEIGHBOURHOODS  
IN SMART CITIES



# ZEN-DEFINISJON – VEILEDER FOR ZEN-PILOTOMRÅDER

Versjon 3.0. Norsk

ZEN-RAPPORT NR. 44N - 2022





Research Centre on  
ZERO EMISSION  
NEIGHBOURHOODS  
IN SMART CITIES

### **ZEN Report No. 44N**

Marianne Kjendseth Wiik<sup>1)</sup>, Shabnam Homaei<sup>1)</sup>, Synne Krekling Lien<sup>1)</sup>, Kristin Fjellheim<sup>1)</sup>, Camille Vandervaeren<sup>1)</sup>, Selamawit Mamo Fufa<sup>1)</sup>, Daniela Baer<sup>1)</sup>, Igor Sartori<sup>1)</sup>, Tobias Nordström<sup>2)</sup>, Solveig Meland<sup>1)</sup>, Caroline Cheng<sup>1)</sup> Judith Thomsen<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> SINTEF Community, <sup>2)</sup> Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

### **ZEN-DEFINISJONEN – EN VEILEDER FOR ZEN-PILOTOMRÅDER. Versjon 3.0. Norsk**

Nøkkelord: Klimagassutslipp, energi, effekt, mobilitet, økonomi, byform og arealbruk

ISBN 978-82-536-1784-8

Norwegian University of Science and Technology (NTNU) | [www.ntnu.no](http://www.ntnu.no)

SINTEF Community | [www.sintef.no](http://www.sintef.no)

<https://fmezen.no>

## Innledning

Denne rapporten er utarbeidet av Forskningscenteret for nullutslippsområder i smarte byer (FME ZEN). Forfatterne setter pris på støtten fra Norges forskningsråd, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), SINTEF, Oslo, Bergen, Trondheim, Bodø, Bærum, Elverum og Steinkjer kommune, Trøndelag fylke, Statsbygg, Norges vassdrags- og energidirektorat, Direktoratet for byggkvalitet, ByBo, Elverum Tomteselskap, TOBB, Snøhetta, Tegn\_3, Asplan Viak, Multiconsult, Sweco, Civitas, FutureBuilt, Hunton, Moelven, Norcem, Skanska, GK, Caverion, Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk (NTE), Smart Grid Services Cluster, Statkraft Varme, Fornybar Norge og Norsk Fjernvarme.

Forskningscenteret for nullutslippsområder i smarte byer (ZEN).

Forskningscenteret for nullutslippsområder i smarte byer (ZEN-senteret) bidrar til lavutslippssamfunnet ved å utvikle løsninger for fremtidige bygninger og områder med null utslipp av klimagasser.

På ZEN-senteret samarbeider forskere, kommuner, industri og statlige organisasjoner om å planlegge, utvikle og drifte områder med null klimagassutslipp. ZEN-senteret har ni pilotprosjekter fordelt over hele landet. Pilotprosjektene omfatter til sammen et areal på mer enn 1 million m<sup>2</sup> og mer enn 30 000 innbyggere.

ZEN-senteret har satt seg høye ambisjoner, og sammen med sine samarbeidspartnere skal senteret:

- utvikle verktøy for design og planlegging av nullutslippsområder på grunnlag av vitenskapsbasert kunnskap om klimagassutslipp
- skape nye forretningsmodeller, roller og tjenester som bidrar til fleksibilitet i markeder og fremmer utvikling av innovasjoner til bredere offentlig bruk, innbefattet studier av politiske virkemidler og markedsdesign
- skape kostnads-, ressurs- og energieffektive bygninger ved å utvikle lavkarbonteknologier og -konstruksjonssystemer på grunnlag av designstrategier for lang levetid
- utvikle teknologier og løsninger for design og drift av energifleksible områder
- utvikle beslutningsstøtteverktøy for optimalisering av lokale energisystemer og disses interaksjon med det overordnede energisystemet
- opprette og lede en rekke områdeskalerte levende laboratorier som skal fungere som innovasjonssentre og testområder for løsninger utviklet av ZEN-senteret. Pilotprosjektene er på Furuset i Oslo, Fornebu i Bærum, Sluppen og NTNUs campus i Trondheim, NRK-tomta i Steinkjer, Ydalir i Elverum, Campus Evenstad, NyBy Bodø og Zero Village Bergen.

ZEN-senterets arbeid skal pågå i åtte år (2017-2024). Det har et budsjett på rundt 380 millioner kroner og er finansiert av Norges forskningsråd, forskningspartnerne NTNU og SINTEF samt av brukerpartnerne fra privat og offentlig sektor. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) er vertsinstusjon og leder senteret sammen med SINTEF.



<https://fmezen.no>



@ZENcentre



FME ZEN (side)

Redaktørene vil takke alle deltakere og forskere for deres innspill. I listen under er det en oversikt over deltagerne i hver ZEN-definisjonsekspertergruppe som har bidratt til ZEN-veilederen:

**Klimagassutslipp:** Marianne Kjendseth Wiik (SINTEF), Selamawit Mamo Fufa (SINTEF), Kristin Fjellheim (SINTEF), Christofer Skaar (SINTEF), Carine Lausset (SINTEF), Håvard Bergsdal (SINTEF), Eirik Resch (NTNU), Camille Vandervaeren (SINTEF), Helge Brattebø (NTNU), Edgar Hertwich (NTNU), Jan Sandstad Næss (NTNU), Inger Andresen (NTNU), Patricia Schneider-Marín (NTNU), Juudit Ottelin (NTNU).

**Energi og effekt:** Synne Krekling Lien (SINTEF), Igor Sartori (SINTEF), Harald Taxt Walnum (SINTEF), Åse Lekang Sørensen (SINTEF), Karen Byskov Lindberg (SINTEF), Ove Wolfgang (SINTEF), John Clauss (SINTEF), Hanne Kauko (SINTEF), Laurent Georges (NTNU), Magnus Korpås (NTNU), Magnus Askeland (NTNU), Kasper Thorvaldsen (NTNU), Stian Backe (SINTEF), Dimitri Pinel (NTNU), Marius Bagle (SINTEF) og Inger Andresen (NTNU).

**Mobilitet:** Solveig Meland (SINTEF), Unn Karin Thorenfeldt (SINTEF), Bendik Manum (NTNU), Peter Schön (NTNU), Eva Heinen (NTNU), Hampus Karlsson (SINTEF) og Astrid Bjørgen (SINTEF).

**Økonomi:** Caroline Cheng (SINTEF), Kristin Tolstad Uggen (SINTEF), Stian Backe (NTNU), Anne Gunnarshaug Lien (SINTEF).

**Byform og arealbruk:** Tobias Nordström (NTNU), Lillian Sve Rokseth (SINTEF), Daniela Baer (SINTEF), Judith Thomsen (SINTEF), Lars Arne Bø (SINTEF), Bendik Manum (NTNU), Johannes Brozovsky (NTNU) og Peter Schön (NTNU).

I tillegg er ZEN-definisjonsveilederen sendt på høring til ZEN-forskere og -partnere. Redaktørene vil takke alle ZEN-forskere og -partnere for deres innspill.



## Dokumenthistorikk

Versjon	Dato	Versjonsbeskrivelse
Versjon 1.0	2018	Den første versjonen av ZEN-definisjonsveilederen ga retningslinjer for hvordan vurderingskriteriene og nøkkelindikatorene (KPI) innenfor hver ZEN-definisjonskategori ble vurdert og fulgt opp i ZEN-pilotprosjektene. Veilederen beskrev evalueringsmetodikk, kilde-data og type data som ble brukt til å evaluere og dokumentere de syv ZEN-kategoriene (klimagass-utslipp, energi, effekt, mobilitet, steds-kvaliteter, økonomi og innovasjon) og relaterte nøkkelindikatorer. Videre beskrev veilederen kort ZEN-pilotprosjektene samt belyste begrensninger og videre arbeid.
Versjon 2.0	2021	Den andre utgaven (versjon 2.0) av ZEN-definisjonsveilederen bygger på v1.0 av ZEN-definisjonsveilederen, samt på en rekke andre ZEN-definisjonsrapporter. Denne veilederen gir en oppdatert forklaring av ZEN-kategoriene og ny informasjon om KPI-verktøy og rammeverk.
Versjon 3.0	2022	Denne tredje utgaven (versjon 3.0) av ZEN-definisjonsveilederen bygger på v.1.0 og v.2.0 av ZEN-definisjonsveilederne, samt på en rekke andre ZEN-definisjonsrapporter. Denne veilederen gir en nærmere beskrivelse av ZEN KPI-verktøy og ZEN KPI-referanser, grense- og målverdier. En stor endring innebærer å løfte prosessnøkkelindikatorer ut av kategorien steds-kvaliteter og inkludere dem i en prosessveileder for å designe ZEN-områder. Detaljer om hver nøkkelindikator er lagt til for å forklare i hvilken grad den bidrar til ZENs hovedmål, og det gis eksempler på beste praksis. Flere effektnøkkelindikatorer er lagt til. Kategorien steds-kvaliteter heter nå byform og arealbruk, og flere nøkkelindikatorer er lagt til.

## Abstract

This third version of the ZEN definition guideline report builds upon version 1.0 and 2.0 of the ZEN definition guideline reports and series of ZEN definition reports. This report gives further details on the ZEN KPI tool and on ZEN KPI reference, limit, and target values. A major change involves lifting the process KPIs out of spatial qualities and incorporating them into a process guideline for designing ZENs. Details have been added to each KPI to explain to what degree it contributes to the main goal of ZEN, and examples of best practice are given. Additional power KPIs have been added. The spatial qualities category has been renamed to urban form and land use.

## Sammendrag

Denne tredje utgaven av ZEN-definisjonsveilederen bygger på versjon 1.0 og 2.0 av ZEN-definisjonsveilederne og ZEN-definisjonsrapporter. Denne rapporten presenterer ZEN KPI-verktøyet i mer detalj og gir mer informasjon om ZEN KPI-referanse-, grense-, og målverdier. En stor endring inkluderer å løfte prosess-nøkkellindikatorer ut av stedskvaliteterkategorien og å tilpasse dem til en prosessveileder for design og planlegging av ZEN-områder. Detaljer har blitt supplert for hver nøkkellindikator for å forklare i hvilken grad de bidrar til målsetningen av ZEN samt gir eksempler på beste praksis. Noen nye nøkkellindikatorer har blitt lagt til. Navnet på kategorien stedskvaliteter har blitt endret til byform og arealbruk.

## Innhold

Bakgrunn .....	9
ZEN-definisjonen .....	10
ZEN definisjonsveileder.....	10
Prosess .....	14
Klimagassutslipp .....	19
Vurderingskriterier .....	24
KGU1.1 Materialer (A1–A3, B4) .....	24
KGU1.2 Byggefase (A4–A5).....	26
KGU1.3 Bruk (B1-B3, B5).....	30
KGU1.4 Energibruk i drift (B6).....	31
KGU1.5 Transport i drift (B8).....	33
KGU1.6 Sluttfasen (C1–C4).....	35
KGU1.7 Fordeler og konsekvenser (D) .....	36
Energi .....	40
Vurderingskriterier .....	46
ENE2.1 Energibehov i bygg .....	46
ENE2.2 Levert energi .....	47
ENE2.3 Egenforbruk.....	48
ENE2.4 Netto lastprofiler .....	50
ENE2.5 Fargekodete teppeplott .....	51
Effekt .....	54
Vurderingskriterier .....	55
EFF3.1 Maksimal last .....	57
EFF3.2 Maksimal eksport.....	58
EFF3.3 Energibelastning.....	59
EFF3.4 representative dager .....	61
EFF3.5 Endring i levert energi.....	62
EFF3.6 Endring i driftskostnader.....	63
EFF3.7 Endring i energibelastning .....	64
EFF3.8 Endring i maksimal last.....	64
Byform og arealbruk .....	68
Vurderingskriterier .....	68
BYF4.1 Befolkningstetthet .....	68
BYF4.2 Blokketthet .....	69
BYF4.3 Arealbruksmiks .....	70
BYF4.4 Tilgang til mangfold av fasiliteter.....	72
BYF4.5 Boligtype .....	73

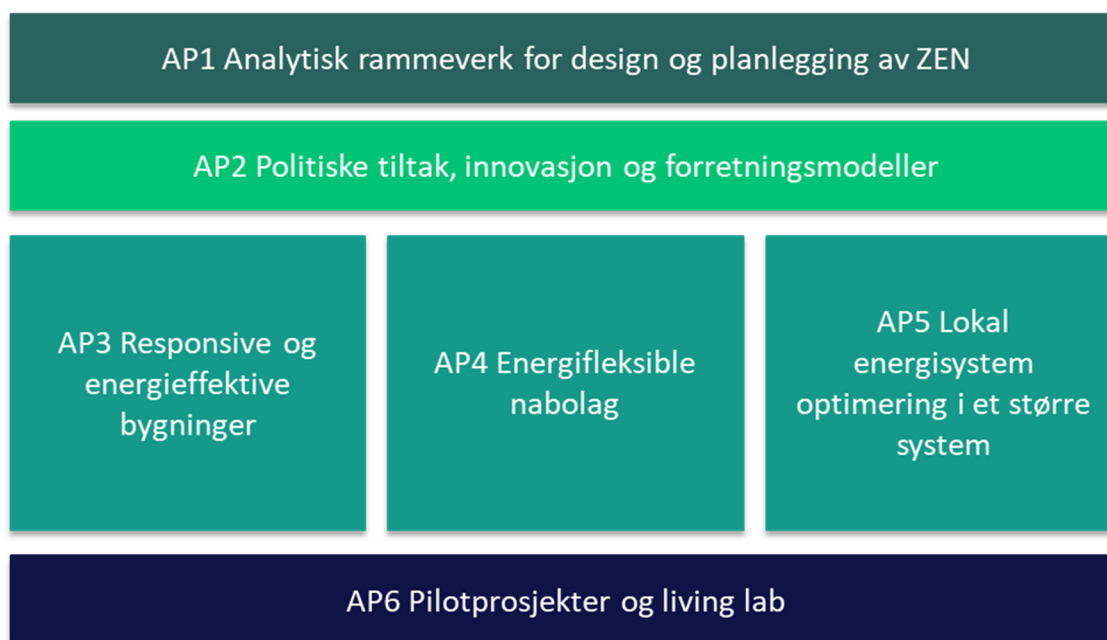
BYF4.6 Flerbruks bygningstak.....	74
BYF4.7 Aktive fasader .....	75
BYF4.8 Gatetilkoblinger.....	78
BYF4.9 Gatekrysstetthet.....	80
BYF4.10 Sykle- og gangbare gater.....	81
BYF4.11 Andel grønt åpent rom.....	83
BYF4.12 Andel grønt permeabelt areal .....	85
BYF4.13 Konservering og planting av trær.....	86
Mobilitet.....	88
Vurderingskriterier .....	88
MOB5.1 Tilgang til kollektivtransport .....	88
MOB5.2 Reisetidsforhold .....	90
MOB5.3 Parkeringstilbud .....	91
MOB5.4 Bilhold .....	93
MOB5.5 Mobilitetsmønster .....	94
MOB5.6 Transportarbeid.....	95
MOB5.7 Vare- og nyttetransport .....	96
Økonomi.....	97
Vurderingskriterier .....	97
ØKO 6.1 Kapitalkostnader.....	98
ØKO6.2 Driftskostnader .....	99
ØKO6.3 Overordnet ytelse .....	100
Begrensninger og videre arbeid.....	102

## Bakgrunn

Formålet til Forskningscenter for nullutslippsområder i smarte byer (FME ZEN) er å muliggjøre overgangen til et lavutslippssamfunn ved å utvikle bærekraftige områder med null klimagassutslipp. For å oppnå dette målet er det behov for følgende:

1. en tydelig ZEN-definisjon
2. vurderingskriterier og nøkkelindikatorer (KPI-er) som vil gjøre det enklere å planlegge og gjennomføre nullutslippsområdet og overvåke områdets faktiske ytelse
3. et ZEN KPI-vurderingsverktøy for å overvåke ytelsen av nye og/eller eksisterende områder med ulike ambisjonsnivåer
4. en veileder for hvordan ZEN-definisjonen og tilhørende nøkkelindikatorer kan måles og innføres i planleggings-, implementerings- og bruksfasene av nye og/eller eksisterende områder
5. ZEN-pilotprosjekter som validerer ZEN-definisjonen gjennom testing og implementering

ZEN-senteret består av seks arbeidspakker (AP), se Figur 1. ZEN-definisjonen, kategoriene, vurderingskriteriene og nøkkelindikatorene er utviklet i AP1 og publisert i separate rapportserier (1–3). Definisjonsarbeidet er en pågående prosess gjennom prosjektperioden (2017–2024). Målet med ZEN-definisjonsveilederne utviklet under AP6, er å beskrive hvordan nøkkelindikatorene kan gjennomføres i ulike ZEN-pilotprosjekter. Dette er en gjentakende prosess hvor nøkkelindikatorene kontinuerlig blir testet og videreutviklet gjennom ZEN-pilotprosjekter, og hvor resultatene tilbakeføres til utvikling av ZEN-definisjonen, vurderingskriterier og nøkkelindikatorer i AP1.



Figur 1. Arbeidspakkene i ZEN-senteret.

## ZEN-definisjonen

Forskningscenter for nullutslippsområder i smarte byer (ZEN) definerer et «område» som en samling bygninger med tilhørende infrastruktur<sup>1</sup>, lokalisert innenfor et avgrenset geografisk område<sup>2</sup>. Et netto **nullutslippsområde** har som målsetning å redusere og kompensere sine direkte og indirekte **klimagassutslipp** mot null innenfor sin analyseperiode, i tråd med et **valgt ambisjonsnivå**. Området bør ha søkelys på følgende:

- a. Planlegging, design og drift av bygninger og deres tilhørende infrastrukturkomponenter med sikte på **null klimagassutslipp** i hele levetiden og å kompensere for gjenstående klimagassutslipp for å oppnå et netto nullutslippsområde.
- b. Oppnåelse av høy **energieffektivitet** og en høy andel av **ny fornybar energi** i områdets forsyningssystem for energi.
- c. Smart styring av energiflyten i området (i bygg og mellom bygg) og av utvekslinger med det omkringliggende energisystemet, som sikrer **fleksibilitet** for å tilrettelegge for overgang til et fossilfritt energisystem og redusere krav til effekt og varmekapasitet.
- d. Fremme **bærekraftige transportmønstre** og smarte mobilitetssystemer.
- e. Planlegging, design og drift med hensyn til **økonomisk bærekraft**, ved å minimere totale livsløpskostnader for å oppnå prisgunstige nullutslippsområder og velge kostnadsoptimale tiltak for å redusere klimagassutslipp.
- f. Arealplanlegging sikrer god **byform og arealbruk** og stimulerer til **bærekraftig atferd**.

## ZEN definisjonsveileder

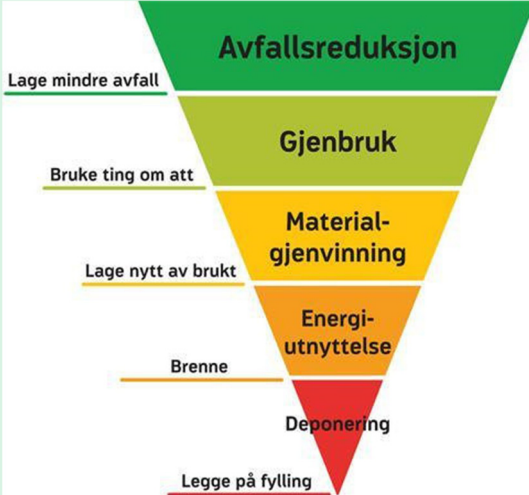
Denne tredje utgaven av ZEN- definisjonsveilederen bygger på tidligere ZEN- definisjonsveiledere (4,5) og en rekke ZEN-definisjonsrapporter (1–3). ZEN-definisjonen omfatter seks kategorier. Hver kategori inneholder et sett med vurderingskriterier og nøkkelindikatorer, som vist i Tabell 1. Hver kategori i ZEN- definisjonsveilederen er forklart i et eget kapittel som fastsetter krav til dokumentasjon, vurderingskriterier og nøkkelindikatorer. Det inneholder en oppsummeringstabell som forklarer hvordan hver nøkkelindikator skal beregnes. Merk at oppsummeringstabellene kan variere, og noen er mer detaljerte enn andre, avhengig av hvor langt utviklingen av nøkkelindikatoren har kommet i test- og valideringsprosessen.

Tabell 1. ZEN vurderingskriterier og nøkkelindikatorer (KPI-er).

Kategori	Vurderingskriterier	KPI	Poeng
KGU	Utslippsreduksjon	KGU1.1 Materialer (A1–A3, B4)	11
		KGU1.2 Byggefasen (A4–A5)	2
		KGU1.3 Bruk (B1–B3, B5)	1
		KGU1.4 Energibruk i drift (B6)	12
		KGU1.5 Transport i drift (B8)	19
		KGU1.6 Sluttfasen (C1–C4)	1

<sup>1</sup> Bygninger kan være av ulike typer, for eksempel nye, eksisterende, energioppgraderte eller en kombinasjon. Infrastruktur inkluderer nettverk og teknologier for forsyning, produksjon, lagring og eksport av elektrisitet og varme, samt mobilitet.

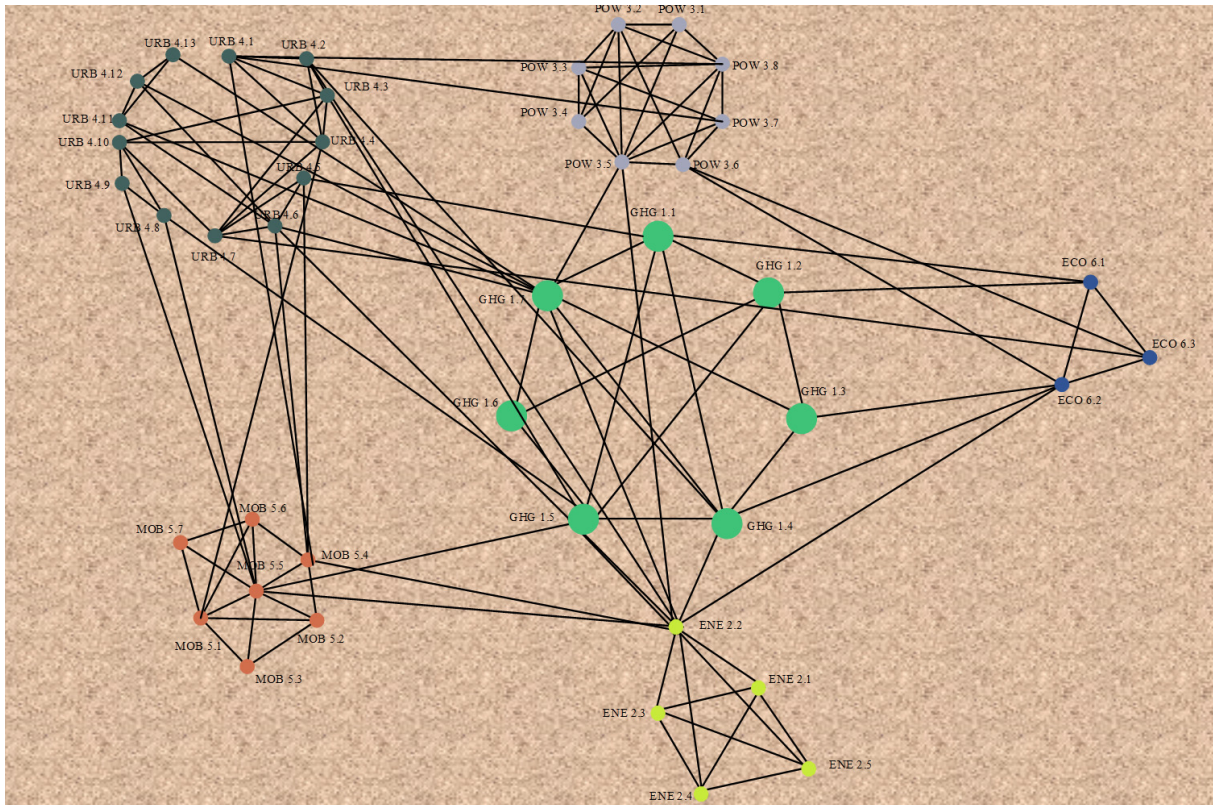
<sup>2</sup> Området har en definert fysisk grense til eksterne nettverk (elektrisitet, varme og mobilitet). Systemgrensen for vurdering av energianlegg som betjener området, er derimot ikke nødvendigvis lik den geografiske områdeavgrensningen.

Kategori	Vurderingskriterier	KPI	Poeng
	Kompensasjon	 <p>Figur 12. Avfallshierarkiet (39). KGU1.7 Fordeler og konsekvenser (D)</p>	4
ENE	Energieffektivitet i bygninger	<i>ENE2.1 Energibehov i bygg</i>	8
	Energibærer	<i>ENE2.2 Levert energi energi</i>	8
		<i>ENE2.3 Egenforbruk</i>	2
		<i>ENE2.4 Netto lastprofiler lastprofiler</i>	1
		<i>ENE2.5 Fargekodede teppeplott teppeplott</i>	1
EFF	Effektytelse	<i>EFF3.1 Maksimal last last</i>	6
		<i>EFF3.2 Maksimal eksport eksport</i>	2
		<i>EFF3.3 Energibelastning</i>	6
		<i>EFF3.4 representative dager</i>	2
	Lastfleksibilitet	<i>EFF3.5 Endring i levert energi i levert energi</i>	1
		<i>EFF3.6 Endring i driftskostnader</i>	1
		<i>EFF3.7 Endring i energibelastning i energibelastning</i>	1
		<i>EFF3.8 Endring i maksimal last i maksimal last</i>	1
BYF	Tetthet og arealbruksmiks	<i>BYF4.1 Befolkningstetthet</i> <b>Error!</b> <b>Reference source not found.</b>	2
		<i>BYF4.2 Blokketthet</i>	1
		<i>BYF4.3 Arealbruksmiks</i>	2
		<i>BYF4.4 Tilgang til mangfold av fasiliteter til mangfold av fasiliteter</i>	2
	Bygningslayout	<i>BYF4.5 Boligtype</i>	1
		<i>BYF4.6 Flerbruks bygningstak</i>	1
		<i>BYF4.7 Aktive fasader fasader</i>	2
	Gatenettverk	<i>BYF4.8 Gatetilkoblinger</i>	2
		1	

Kategori	Vurderingskriterier	KPI	Poeng
		<i>BYF4.9 Gatekrysstetthet</i>	
		<i>BYF4.10 Sykle- og gangbare gater og gangbare gater</i>	1
	Grønt åpent rom	<i>BYF4.11 Andel grønt åpent rom grønt åpent rom</i>	2
		<i>BYF4.12 Andel grønt permeabelt areal grønt permeabelt areal</i>	2
		<i>BYF4.13 Konservering og planting av trær og planting av trær</i>	1
MOB	Tilgang	<i>MOB5.1 Tilgang til kollektivtransport til kollektivtransport</i>	3
		<i>MOB5.2 Reisetidsforhold</i>	3
		<i>MOB5.3 Parkeringstilbud</i>	3
		<i>MOB5.4 Bilhold</i>	3
	Reisevaner	<i>MOB5.5 Mobilitetsmønster</i>	3
		<i>MOB5.6 Transportarbeid</i>	3
	Logistikk	<i>MOB5.7 Vare- og nyttetransport og nyttetransport</i>	2
ØKO	Livsløpskostnader (LCC)	<i>ØKO 6.1 Kapitalkostnader</i>	6
		<i>ØKO6.2 Driftskostnader Driftskostnader</i>	6
	Kost nytte	<i>ØKO6.3 Overordnet ytelse ytelse</i>	8

Til tross for ulike kategorier innenfor ZEN-definisjonen, er det mange synergier mellom kategoriene og nøkkelindikatorene, som alle bidrar direkte eller indirekte til hovedformålet med nullutslippsområdene (nZEN). For eksempel brukes resultater fra *ENE2.1 Energibehov i bygg* til å beregne *KGU1.4 Energibruk i drift (B6)*, og resultater fra *MOB5.5 Mobilitetsmønster* til å beregne *KGU1.5 Transport i drift (B8)*, og samme materialbeholdning kan brukes til å beregne klimagassutslipp i KGU-nøkkelindikatorer og kostnader i ØKO-nøkkelindikatorer. Disse synergiene er representert i Figur 2, som viser sammenhengen og synergiene mellom ZEN-nøkkelindikatorer der hvert fargekodet plott representerer en nøkkelindikator i ZEN-definisjonen, og hver svart linje viser hvilke nøkkelindikatorer som har en direkte sammenheng.

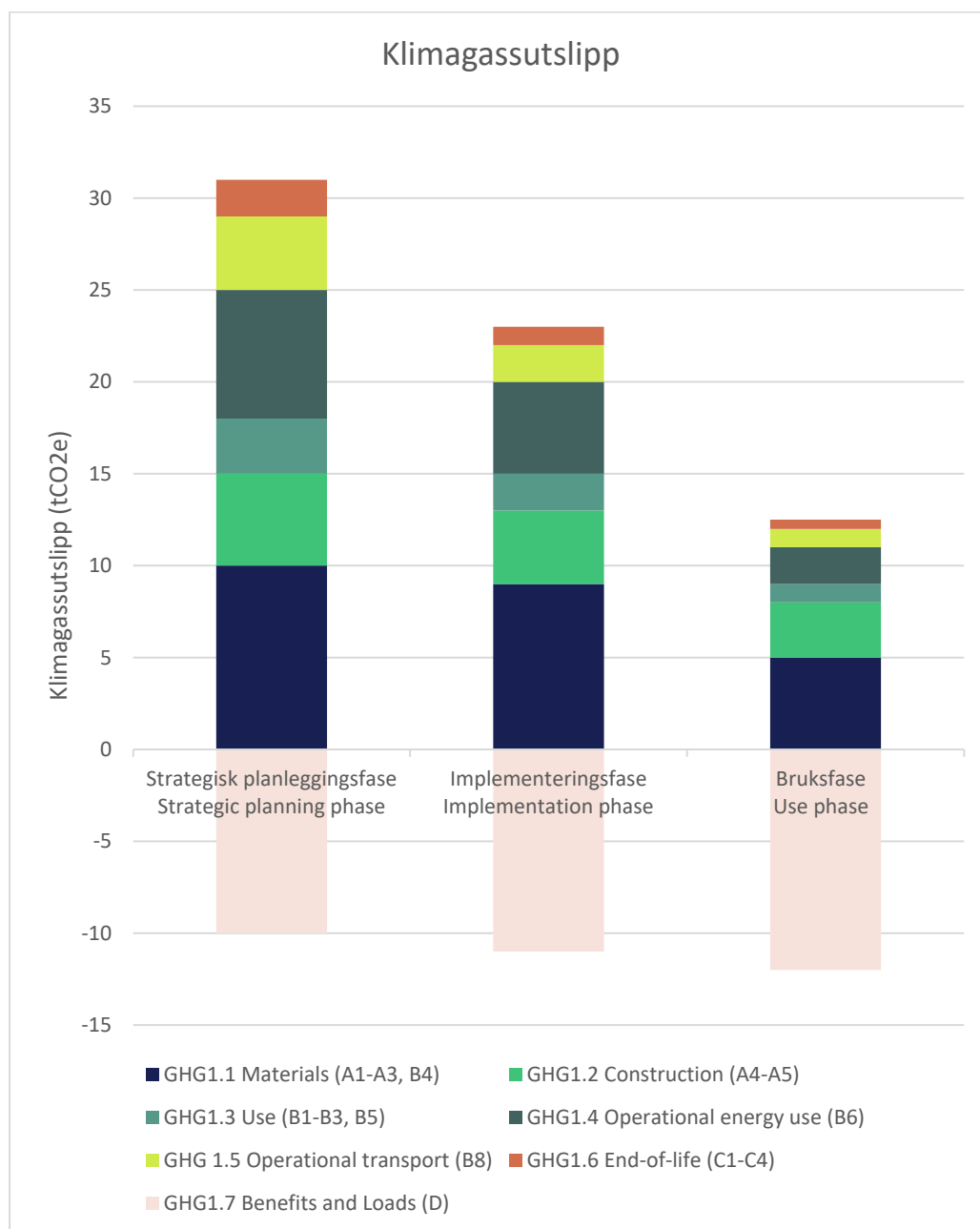




Figur 2. Diagram som viser forholdet mellom ZEN-nøkkelindikatorer.

## Prosess

Hovedformålet i ZEN-definisjonen er å oppnå nullutslippsområder (nZEN). Hovedprinsippet for å oppnå netto nullutslippsområder er å først redusere klimagassutslippene og deretter kompensere for de gjenværende utslippene, se Figur 3. Reduserende tiltak kan for eksempel innebære å velge lokalt tilgjengelige materialer med lavere klimagassutslipp, redusere energibehovet og planlegge for lave utslipp. Kompensering kan oppnås gjennom for eksempel lokal fornybar energiproduksjon, karbonlagring eller demontering og gjenbruk av bygninger. Alle ZEN-kategoriene og nøkkelindikatorene i ZEN-definisjonen bidrar til å nå dette målet.



Figur 3. Hovedprinsipp for netto nullutslippsområder – reduksjon og deretter kompensasjon.

For å lykkes med nullutslippsområder er det viktig å skape et godt miljø for brukerne. Innenfor ZEN-definisjonen har vi påvist fire punkter som er viktige bidragsyttere i prosessen med å utvikle

nullutslippsområder som er i tråd med brukernes behov. I tillegg har forskningsprogrammet Planning Instruments for Smart Energy Communities (PI-SEC) utviklet en omfattende verktøykasse for planlegging av smarte energisamfunn (6,7). Også relevant er kriteriene for sosial bærekraft som er utviklet av FutureBuilt (8). Selv om Plan- og bygningsloven (9) er obligatorisk, definerer den også et referansenivå for brukermedvirkning. Denne prosessveilederen for brukermedvirkning foreslår ytterligere tiltak for samskaping av løsninger og sosial innovasjon innen utvikling av nullutslippsområder.

For prosessveilederen for brukermedvirkning anbefales det at prosjekteieren eller kommunene utfører følgende:

- demografisk analyse
- interessentanalyse
- behovsanalyse
- konsultasjonsplan

Det sikrer at utviklingen av strategiske planer for nullutslippsområdet er basert på lokale demografiske trender og prioriteringer samt brukernes behov, ideer og kunnskap. Ved å evaluere brukernes behov og aktivt involvere brukerne i utviklingen av området, sørger man for at kvaliteten og tilgjengeligheten av et område er ivaretatt gjennom hele prosjektfasen. Aktiv involvering vil også danne grunnlaget for sosial innovasjon og bidra til sosial bærekraft (10).

En **demografisk analyse** bør iverksettes for å definere omfanget av foreslått utbygging med tanke på nåværende demografiske profiler og fremtidige trender for området. En slik demografisk analyse bør gjennomføres i samarbeid med et statistisk kontor før det gjennomføres en interessentanalyse. Formålet er å identifisere nåværende (i oppgraderings- eller fortettingsprosjekt), mulige og påtenkte fremtidige innbyggere i det planlagte området. Den demografiske profilen bør inneholde informasjon over tid om samlet antall innbyggere og brukere, aldersfordeling, kjønn, minoritets- og kulturbakgrunn, størrelse på husstand, sysselsetting (sektorer, inntekt, virksomheter, arbeidsledighet), utdanning, ferdigheter og helse. Analysen bør samkjøres med de demografiske profilene og trendene i den omkringliggende regionen for å sikre at generelle krav og trender er tatt i betraktning. Fremtidige prognoser av den demografiske profilen bør ta i betraktning demografiske endringer for design og drift av området. Data som viser den demografiske profilen for ZEN-pilotområdet er tilgjengelig fra Statistisk sentralbyrå og lokale myndigheter.

**Interessentanalysen** identifiserer hvilke innbyggere, brukere og interessenter i området som bør tas med i utviklingen og driften av i ZEN-området.

Listen nedenfor gir en oversikt over mulige interessenter som bør identifiseres i et ZEN-pilotområde:

- nåværende, fremtidige og/eller påtenkte innbyggere og brukere av området. Perifere brukere kan representeres gjennom sluttbrukerorganisasjoner (f.eks. organisasjoner for funksjonshemmede)
- naboer eller representanter for nærliggende lokalsamfunn
- planleggings- og implementeringsinteressenter deriblant f.eks. energiselskaper, private utbyggere, eiendomsmeglere, transportselskaper, arkitekter, ingeniører, anleggsledere, entreprenører, leverandører, o.a.
- representanter for tjenstedistributører til ZEN-pilotområdet (f.eks. hjemmesykepleiere eller renovasjonsselskaper) som kan ha innvirkning på infrastruktur- og tilgjengelighetsaspekter
- representanter for spesialtjenester og vedlikeholdsleverandører

Det anbefales å bruke påvirkning-interesse-matrisen som metodikk for interessentanalysen da den identifiserer aktuelle interessenter samt deres interesser i og påvirkning på utviklingen. I tillegg

anbefales det å gjennomføre interessentanalysen i ulike faser av ZEN-utviklingen for å identifisere fremtidige interessenter og brukere og å gjenta den ofte, f.eks. i begynnelsen av en ny prosjektfase. Kartlegging av interessenter der det er flere interessenter, bidrar til å fremme felles forståelse av relevante interessenter. I tillegg til generisk kartlegging av interessenter som del av det generelle omfanget av ZEN-utviklingen, foreslår vi å innføre denne metodikken for aktuelle emner og prosjekter i ZEN-utviklingen som f.eks. energisystemet eller for mobilitet.

**Behovsanalysen** gir informasjon om behov og krav fra brukerne i et ZEN-område. Kunnskap om behovene og kravene til (fremtidige) innbyggere og brukere muliggjør strategisk planlegging, implementering og drift av ZEN-pilotområdene i tråd med brukernes behov. En bør også ta i betraktning hvordan et lokalsamfunns demografi vil endre seg over levetiden av ZEN-utviklingen. En slik betraktning bør bygge på den demografiske analysen da det er viktig å planlegge og prosjektere for tilpasninger og fleksibilitet. Generelle behov til brukere i et bygd miljø er i tillegg til fysiologiske kjernebehov (som f.eks. mat, vann, luft, husly), tilhørighet, mening, selskapelighet, glede, helse, rettferdighet, bekvemmelighet og motstandsdyktighet (11). Design og drift av området bør kunne dekke disse behovene for å skape et område som er godt å bo i. Mange av byform-indikatorene tar for seg brukerbehov og hvordan indikatorene kan brukes i planleggingen og utformingen for å vise hvordan noen av brukerbehovene dekkes innenfor området. Vi anbefaler også at nåværende og fremtidige brukere involveres direkte slik at de kan uttrykke sine ønsker og behov for design og drift av området. Det finnes ulike kvalitative og kvantitative metoder, avhengig av forholdene i området, for å involvere brukerne og for å bedre kunne forstå brukernes behov i et ZEN-område (12).

**Konsultasjonsplanen** bør utvikles for å sørge for at brukerne er tatt med i prosessen for ZEN-pilotområdet. Målet med konsultasjonsplanen er å sørge for at behovene, ideene og kunnskapen til brukerne benyttes til å forbedre kvaliteten og tilgangen til ZEN-pilotområdet gjennom hele den strategiske planleggings-, implementerings- og driftsfasen. Det er viktig å rådføre seg med lokale myndigheter om planlegging og design og samkjøre dette med kravene til innbyggerkonsultasjon i den offisielle planleggingsprosedyren. Kravet om medvirkning av innbyggere som regulert i Plan- og bygningsloven refereres til som et referansenivå («baseline»), og vi foreslår at konsultasjonsplanen brukes som en veileder for å utnytte hele brukermedvirknings- og samskapingspotensialet for innovasjon og bærekraft. Konsultasjon bør finne sted tidlig nok i prosessen til at interessentene kan innvirke på nøkkelbeslutninger. Det kan være i pre-søknadsfasen av planleggingen, for eksempel i forbindelse med utarbeiding av planleggingsstrategien på områdenivå. Planen inneholder tidsrammer og metoder for konsultasjon og viser tydelig:

- en tidslinje for kartleggingsaktiviteter for interessenter og oppdaterte demografiske analyser og behovsvurderinger
- når brukerne og andre interessenter kan komme med nyttige bidrag og forventede resultater
- en liste over verktøy for bruker- og interessentengasjement (se ZEN-verktøykasse)
- hvordan brukerne og interessentene vil holdes informert om fremdriften i prosjektet
- når og hvordan det vil bli gitt tilbakemeldinger om hvordan konsultasjonsinnspill vil bli vurdert
- hvem som har ansvar for å gjennomføre konsultasjonsaktivitetene i hele prosjektutviklingsperioden
- en metode for å nå og ivareta minoritetsgrupper og andre som er «vanskelige å nå» (f.eks. eldre, unge, funksjonshemmede og andre som har begrenset tid til å delta)
- andre relevante institusjoner og prosesser for samkjøring av deltakeraktiviteter

Konsultasjonsplanen bør inneholde detaljert informasjon om konsultasjonsnivået for ulike

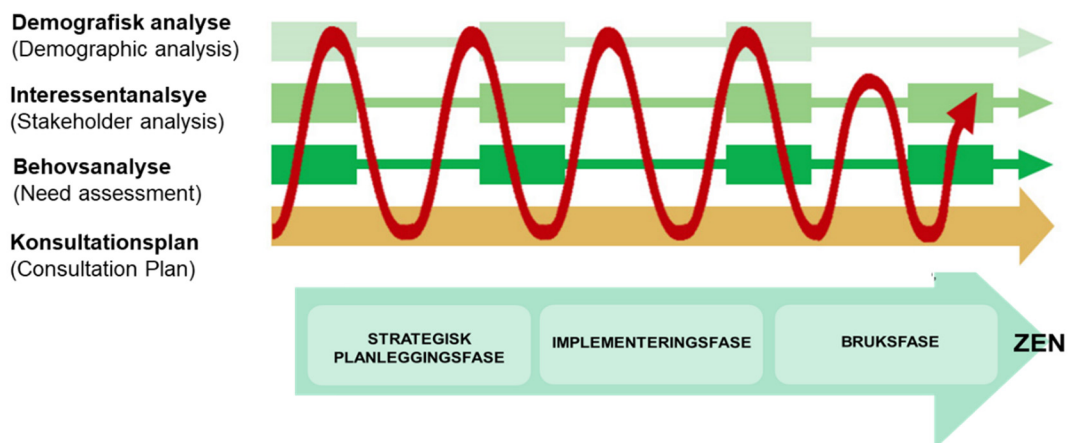
interessenter, når konsultasjon skal finne sted og hvilke metoder som skal benyttes. Videre bør en vurdere å ta med følgende:

- Hvorvidt ulike interessenter skal tas med i designgjennomgangen av planer for leveranse av fasiliteter, offentlige lokale parkeringsplasser, landskapsarkitektur, samfunnsforvaltning, sykkel- og transportmuligheter.
- Innvirkning av utviklingen på omkringliggende lokalsamfunn under byggefasen og etter ferdigstilling (inkludert vern av kulturminneområder).
- Ansvarliggjøring: Konsultasjonsplanen bør utarbeides av personer med kompetanse innen menneskesentrert design og/eller deltakende design. Ansvarliggjøring betyr at innspill fra brukerne behandles på en åpen måte, og at en åpent drøfter avgjørelser om hvilke av brukernes ideer og behov som skal tas med. Ansvarlig for konsultasjonsplanen og de andre interessentene har ansvar for å sikre at behovene som er definert i konsultasjonsplanen vurderes på alle avgjørende trinn i planleggingsprosessen. Det bør finnes en sammenhengende plan for konsultasjon og en planlagt prosess for å sikre at konsultasjonen har innvirkning på det endelige designet. Planen og prosessen bør være lett tilgjengelig for allmennheten på et kjent sted og være skrevet på et språk som alle forstår.
- Innspill til design bør ikke bare omfatte design av nullutslippsområdet i overlevert tilstand, men bør også ta med arbeid med behov og forventninger knyttet til forvaltning, vedlikehold og drift sett fra perspektivet til sluttbrukerne og fagpersonell (for eksempel rengjørere, matleverandører, pleieassistenter, o.a.)
- Mulighet for felles bruk av fasiliteter og infrastruktur for eksisterende og omkringliggende lokalsamfunn.

Det finnes mange metodikker og verktøy som kan brukes til å engasjere brukere i utviklingen av bærekraftige områder (13–15). Avhengig av lokale forhold, gruppe interessenter og forventet resultat, finnes det ulike metodikker som er hensiktsmessige for gjennomføring av konsultasjonsplanen:

- Konsultasjonsgjennomføringen har et klart formidlet formål.
- Deltakerne forstår hvordan deres synspunkter vil bli brukt i utviklingsplaner.
- Det fastsettes forventninger om hvilke alternativer som kan være gjenstand for drøfting og revidering.
- Potensielle deltakere gis rimelig forhåndsvarsel om når konsultasjonen skal finne sted.
- Det bør gjøres forsøk på å inkludere grupper som er vanskelige å nå.
- Det er viktig å bruke et klart og tydelig språk. Unngå å bruke spesifikk fagterminologi.
- Konsultasjonen skal tilrettelegges av en person eller organisasjon som er uavhengig av prosjekteieren.

Brakerengasjement er en gjentakende prosess med mange prosjektfaser og interessenter, se Figur 4.



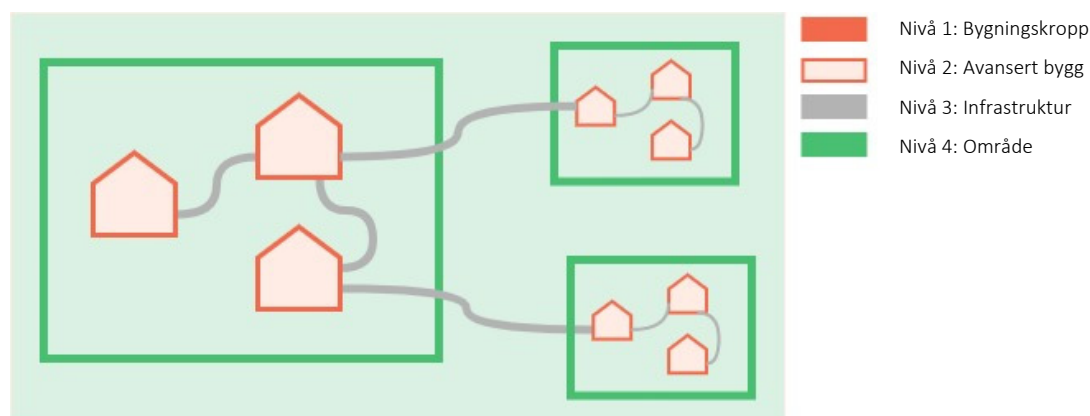
Figur 4 Gjentakende prosess for opprettelse av nullutslippsområde.

## Klimagassutslipp

Et nullutslippsområde har som målsetning å redusere dets direkte og indirekte klimagassutslipp i løpet av analyseperioden. Området fokuserer på strategisk planlegging, implementering og drift av bygninger og tilhørende infrastrukturkomponenter med det formål å minimere klimagassutslippene i løpet av livsløpet. Se (16) for mer informasjon om valg av metodikk for klimagassberegninger.

### Omfang

I ZEN-definisjonen skal klimagassutslipp beregnes på fire ulike nivåer: (1) bygningskropp, (2) avansert bygg, (3) infrastruktur og (4) område, se Figur 5.



Figur 5. De fire vurderingsnivåene for klimagassutslippskategorien i ZEN-definisjonen

Det første ZEN-nivået, bygningskroppen tilsvarer *NS 3720* Basisnivå og inkluderer bygningsdeler 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 og 49 fra *NS 3451* Bygningsdeltabellen (17), se vedlegg A. Bygningsdel 49 inkluderer materialer som er brukt til lokal energiproduksjon. For ZEN-definisjonen er *NS 3720* Avansert nivå delt i to: avansert bygg og infrastruktur. På ZEN (b) teknisk systemnivå, skal bygningsdeler 21–69 inkluderes. Dette omfatter bygningskroppen og alle tekniske systemer og tilsvarer systemgrensenivå for bygningsvurdering (B). (C) Infrastrukturnivå inkluderer bygningsdeler 71–79. (d) Områdenivå består av de første tre nivåene og inkluderer bygningsdeler 21–79. Det tilsvarer systemgrensenivå for områdevurdering (N). Hvert vurderingsnivå tilsvarer en rapporteringsenhet, som beskrevet nedenfor. Områdenivået inkluderer også klimagassutslipp knyttet til mobilitet og tilsvarer B8: Transport i drift (dvs. brukermobilitet i området og til/fra området) som en separat rapporteringsenhet (tCO<sub>2e</sub>/bruker/år). De fire ZEN-vurderingsnivåene for klimagassutslipp og tilsvarende *NS 3720*-nivå vises i

Tabell 2.



Tabell 2. Tilsvarende vurderingsnivåer i ZEN-kategorien for klimagassutslipp og NS 3720, relaterte bygningsdeler og rapporteringsenheter.

<b>NS 3720 vurderingsnivå</b>	<b>ZEN vurderingsnivå klimagassutslipp</b>	<b>Inkludert bygningsdeler (som definert i NS 3451)</b>	<b>Rapporteringsenhet</b>
Basis, uten lokalisering	(a) Bygningskroppen	21–29 + 49	kgCO <sub>2e</sub> /m <sup>2</sup> <sub>BTA</sub> /år kgCO <sub>2e</sub> /bruker/år
Avansert, uten lokalisering (B)	(b) Tekniske systemer	21–69	kgCO <sub>2e</sub> /m <sup>2</sup> <sub>BTA</sub> /år kgCO <sub>2e</sub> /bruker/år
	(c) Infrastruktur	71–79	kgCO <sub>2e</sub> /m <sup>2</sup> <sub>PA</sub> /år kgCO <sub>2e</sub> /bruker/år
Basis eller avansert, med lokalisering (N)	(d) Område	21–79	tCO <sub>2e</sub> kgCO <sub>2e</sub> /m <sup>2</sup> <sub>BTA</sub> /år kgCO <sub>2e</sub> /bruker/år
	(e) Mobilitet (B8)		kgCO <sub>2e</sub> /bruker/år

### Rapportering

De ulike bygningstypene og infrastruktur i et ZEN-pilotområde bør beskrives til minst et tosifret nivå i henhold til bygningsdeltabellen i NS 3457-3 (18). Bygningsareal, antall brukere, referanseperiode, systemgrenser, scenariobeskrivelser, materialmengder, kilder for utslippsdata og resultater bør rapporteres per ZEN vurderingsnivå for klimagassutslipp og for hver livsløpsmodul (se Figur 5) og bygningsdel (se vedlegg A). Alle klimagassresultater fra de fire vurderingsnivåene, dvs. bygningskropp, avansert bygg, infrastruktur og område (

Tabell 2), bør rapporteres i en rapporteringsmatrise for hver bygningsdel og livsløpsmodul. Det er et eksempel på en slik rapporteringsmatrise i vedlegg A. Resultatet av vurderingen av klimagassutslipp forbundet med ZEN-pilotområdene skal rapporteres i følgende enheter:

1. tCO<sub>2e</sub>
2. kgCO<sub>2e</sub>/m<sup>2</sup><sub>BTA</sub> (bruttoareal)/år
3. kgCO<sub>2e</sub>/m<sup>2</sup><sub>TA</sub> (tomteareal)/år
4. kgCO<sub>2e</sub>/bruker /år

Den første enheten uttrykker de samlede klimagassutslippene i tonn karbondioksidenheter (tCO<sub>2e</sub>). Denne enheten gjelder for områdevurderingsnivået. Den andre enheten uttrykker samlede klimagassutslipp i bygninger per kvadratmeter bruttoareal (m<sup>2</sup><sub>BTA</sub>). Bruttoareal er definert i *NS 3940* som arealet av alle etasjene i bygningen medregnet ytterveggene, der takhøyden er minst 1,90 meter og bredden på rommet minst 60 cm (19). Denne enheten gjelder kun for det første (bygningsskroppen) og andre (avansert bygning) ZEN-vurderingsnivået. Den tredje enheten tilsvarer tomtearealet (TA). Denne enheten gjelder for det tredje vurderingsnivået (infrastruktur). Den fjerde enheten, kgCO<sub>2ek</sub>/bruker/år, uttrykker klimagassutslipp per bruker i det vurderte systemet (bygning eller område) i løpet av ett driftsår. Denne enheten gjelder for *KGUI.5 Transport i drift (B8)*.

#### *Referansestudieperiode og estimert levetid*

Referansestudieperioden (RSP) til bygningen, infrastruktur og område er 50 år. Dette er i henhold til Byggteknisk forskrifts veiledning om beregning av klimagassutslipp, EUs taksonomi og nivå(er) (20–22). Estimert levetid (ESL) på bygninger og område er 50 år. Infrastruktur har en estimert levetid på 100 år. Estimert levetid på materialer, komponenter og produkter er avhengig av bruksområde. Referansestudieperioden for mobilitet er ett år.

#### *Tildeling av materiale og energiflyt utover nullutslippsområdet*

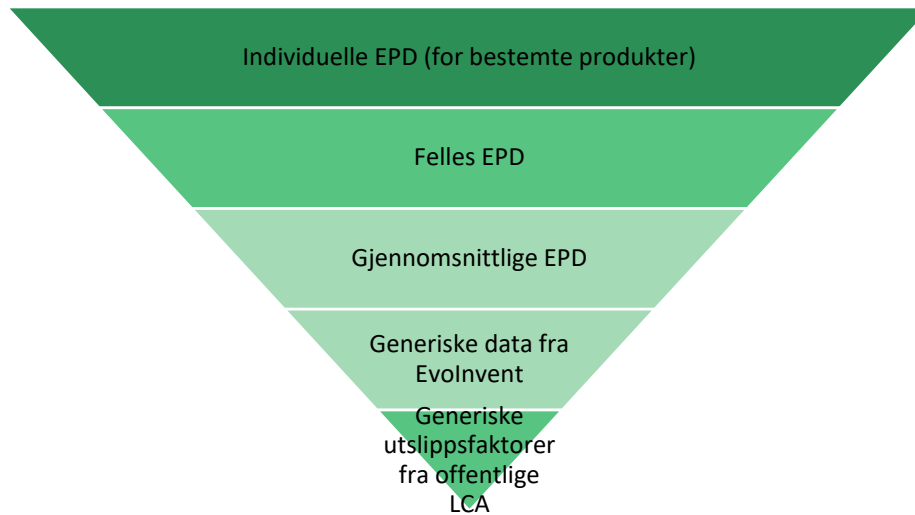
Eksisterende bygninger og infrastruktur vurderes ikke å ha klimagassutslipp forbundet med den opprinnelige produksjonen, transport og montering av bygningen og infrastrukturelementer. Dette er i tråd med *NS 3720*. Påvirkning fra endringer på eksisterende bygninger og infrastruktur (f.eks., renovering) som er gjort i referansestudieperioden, skal tas med i vurderingen.

Til fordeling av byggematerialer og bygningsdeler som er gjenbrukt, gjenvunnet eller forbrent med energigjenvinning, skal en bruke metodikken som er beskrevet i *EN 15804+A2:2019* (23). Fordelingsreglene for områdenivå må videreutvikles av ZEN-partnerne. Når det gjelder gjenbruk av materialer på områdenivå, kan fire typer materialgjenbruk finne sted. Den første typen materialgjenbruk er materialer som beholdes på stedet uten demontering eller transport. Det forventes at rengjøring, reparasjon og repressering av slike materialer vil være begrenset. Den andre typen er materialer som forflyttes innenfor området. Den tredje typen er når materialer demonteres i et område og transporteres utenfor grensene til et område. Den fjerde typen materialgjenbruk er når eksterne materialer importeres innenfor grensene til et område.

#### *Konsekvensutredning*

Alle klimagassutslipp skal beregnes i henhold til metodikken for livsløpsanalyse som er beskrevet i *NS 3720:2018* (24). Det gjelder for alle prosjektfasene med mindre noe annet er oppgitt i beskrivelsen av nøkkelindikatorer. Generiske data kan brukes i den strategiske planleggingsfasen. I implementerings- og driftsfasen bør en bruke individuelle miljødeklarasjoner (EPD-er) som er utviklet for produktspesifikke utslippsfaktorer i henhold til *NS-EN 15804*. Dersom individuelle EPD-er ikke er tilgjengelige, kan en bruke felles EPD-er (f.eks. data fra en gruppe produsenter), gjennomsnittlige EPD-

er (f.eks. fra en gruppe enkeltpersoner og felles EPD-er) eller generiske data fra Ecoinvent (25), i denne rekkefølgen. Dette utslippsdatahierarkiet er illustrert i Figur 6. En kan også bruke generiske utslippsfaktorer fra utgitte livsløpsanalyserapporter (LCA) eller -artikler. Slike datakilder må imidlertid være kvalitetssikret av en LCA-ekspert. Generelt skal spesifikke data, inkludert felles og gjennomsnittlige EPD-er, ikke være eldre enn fem år, og generiske data skal ikke være eldre enn ti år.



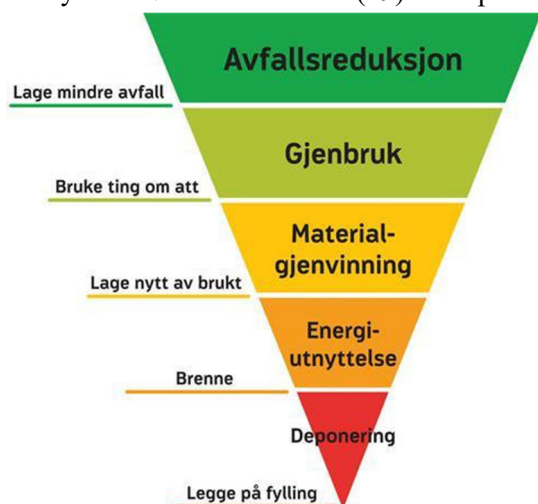
Figur 6. Rekkefølge for innhenting av utslippsdata i implementerings- og driftsfasen. Utslippsdata skal bare innhentes fra lavere rangerte kilder dersom en høyere rangert kilde ikke er tilgjengelig.

### Biogent karbon

Siden hele livsløpet til et ZEN-pilotområde skal inkluderes bør biogent karbon fra tre og trebaserte produkter beregnes i henhold til *NS-EN 16449* (26) og *NS-EN 16485* (27). Tilsvarende må karbonatisering av betong beregnes i henhold til *NS-EN 16757* (28). Effekten av biogent karbon bør rapporteres på en separat linje i rapporteringsmatrisen, se vedlegg A. For mer informasjon om biogent karbon, se (16).

### Vurderingskriterier

Klimagassutslippskategorien er inndelt i to vurderingskriterier; «Reduksjon» og «Kompensasjon». Reduksjonskriteriene vektlegger livsløpsmodulene A til C, som definert i *NS 3720*. De har seks tilknyttede nøkkelindikatorer (29). Kompensasjonskriteriene vektlegger modul D og er rapportert i



Figur 12. Avfallshierarkiet (39).

KGU1.7 Fordeler og konsekvenser (D). Figur 7 viser sammenhengen mellom nøkkelindikatorerne og disse livsløpsstadiene. Merk at livsløpsmodul B7 (vannbruk i drift) ikke er tatt med i klimagassutslippskategorien.

A1-3 Produktstadiet			A4-5 Gjennomføringsstadiet		B1-7 Bruksstadiet								C1-4 Livsløpets sluttstadiet				D
A1: Råvarer	A2: Transport	A3: Produksjon	A4: Transport	A5: Anleggs-, bygge- og monteringsarbeid	B1: Bruk	B2: Vedlikehold	B3: Reparasjon	B4: Utskiftning	B5: Ombygging	B6: Energibruk i drift	B7: Vannforbruk i drift	B8: Transport i drift	C1: Riving	C2: Transport	C3: Avfallsbehandling	C4: Avhending	D: Material- og energigjenvinning og ombruk av materialer eksport av egenprodusert energi
KGU1.1			KGU1.2		KGU1.3		KGU1.1	KGU1.2	KGU1.4	KGU1.5		KGU1.6				KGU1.7	

Figur 7. Sammenhengen mellom nøkkelindikatorer og livsløpsstadiene definert i *NS 3720* (29).

#### KGU1.1 Materialer (A1–A3, B4)

Formålet med denne nøkkelindikatoren er å minimere totale bundne klimagassutslipp fra bygninger, infrastruktur og områdenes (nåværende eller nye) livsløp ned mot null gjennom å ha søkelys på materialbruk over en referanseperiode på 50 år. Se

Tabell 3). Målet er å redusere bundet klimagassutslipp fra produksjon og utskiftingsfasene til materialene (livsløpsmodulene A1–A3 og B4) for hver bygning og infrastruktur i området. Beregningene for denne nøkkelindikatoren skal gjennomføres i henhold til *NS 3720 Avansert* for livsløpsmodulene A1–A3 og B4.

I den strategiske planleggingsfasen kan materialkvaliteter hentes fra arkitekt- og planleggingstegninger, bygningsinformasjonsmodellering (BIM) og byinformasjonsmodellering (CIM). I implementerings- og driftsfasen kan materialkvaliteter kontrolleres opp mot materiallisten som masseberegneren har utarbeidet, mot produktbestillinger og regninger fra leverandører og underleverandører, samt gjennom inspeksjoner på anlegget.

For realistiske scenarioer for utskifting av materialer, bør en bruke data fra miljødeklarasjonene dersom de er tilgjengelige. Hvis ikke, kan en bruke SINTEFs *Bks 700.320 intervaller for vedlikehold og utskiftninger av bygningsdeler* (30) til å fastsette referanselevetiden på bygningsdeler.

Tabell 3. Sammendrag av beregning av KPI KGU1.1.

<b>KGU1.1</b>	<b>Materialer (A1–A3, B4)</b>
Formål	Minimere totale bundne klimagassutslipp fra bygninger, infrastruktur og områdets livsløp ned mot null, gjennom å ha søkelys på materialbruk over en referanseperiode på 50 år.
Beskrivelse	Redusere totalt bundne klimagassutslipp fra produksjons- og utskiftingsfasene til materialene (livsløpsmodulene A1–A3 og B4) for hver bygning og infrastruktur i området.
Metode	<i>NS 3720</i> (Metode for klimagassberegninger for bygninger), <i>NS 3451</i> (Bygningsdelstabell), <i>EN 15804</i> (EPD methodology for construction products)
Oppnåelige poeng	11 poeng KGU1.1a (a) bygningskroppnivå – 5 poeng KGU1.1b (b) nivå for tekniske systemer – 3 poeng KGU1.1c (c) infrastrukturnivå – 3 poeng
ZEN KPI-vurdering	For denne nøkkelindikatoren vurderes klimagassutslipp på (a) bygningskroppnivå, (b) nivå for tekniske systemer og (c) infrastrukturnivå. Grense- og målverdiene for (a) bygningskroppnivå fastsettes gjennom ZEN-rapporten om klimagassutslippkrav for materialbruk i bygninger (31), se Tabell 4. For (b) nivå for tekniske systemer tildeles ett poeng for å dokumentere klimagassutslipp fra alle bygningsdeler for tekniske systemer (31–69). Det gis to ekstrapoeng for å halvere klimagassutslipp fra disse bygningsdelene sammenlignet med et TEK referansebygg. For (c) infrastrukturnivå tildeles ett poeng for å dokumentere klimagassutslipp fra all infrastruktur (71–79). Det gis to ekstrapoeng for å halvere klimagassutslipp fra disse bygningsdelene sammenlignet med et TEK referansebygg.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bruke eksisterende bygninger og infrastruktur der det er mulig i stedet for å rive og bygge nytt.</li> <li>- Bruke gjenbrukte, gjenvunnede og resirkulerte byggematerialer.</li> <li>- Velge byggemetoder og materialer med lave bundne klimagassutslipp, f.eks. prefabrikerte deler, tømmer, lavkarbonsement, gjenvunnet stål, o.l.</li> <li>- Be om miljødeklarasjoner (EPD-er).</li> </ul>

Tabell 4. Grenseverdier for tildeling av poeng for KGU1.1.a fastsatt på bakgrunn av ZEN-rapport nr. 24 (31).

KGU1.a-poeng	Beregnete klimagassutslipp på bygningskroppnivå (kg CO <sub>2e</sub> /m <sup>2BTA</sup> /år)	
	Fra	Til
1	6	5,6
2	5,5	4,5
3	4,4	3,4
4	3,3	2,3
5	2,2	0

#### KGU1.2 Byggefasen (A4–A5)

Formålet med denne nøkkelindikatoren er å oppnå en avfallsfri og utslippsfri byggefase. Den fokuserer på livsløpsstadiet A4 (transport av materiale til byggeplassen) og A5 (bygge- og monteringsarbeider), se

## Tabell 5.

Byggefasen består av en rekke aktiviteter. Byggeaktivitetene i systemgrensene for ZEN-pilotområder er vist i Figur 8. Den inkluderer transport av materialer, transport av anleggsmaskiner og transport av personale til byggeplassen, transport av avfall som genereres under byggearbeidet (også emballasje) til avfallsbehandling og avhending, energibruk (f. eks. oppvarming av bygg og tørking i byggefasen, energibruk på anlegget), intern transport, produksjon og transport av andre materialer som lim, skruer og tape til montering av byggeprodukter, lagring, midlertidig arbeid, samt drift av anleggsmaskiner på anlegget. Bruk av vann er ikke tatt med i systemgrensene. Systemgrensen er i henhold til *NS 3720* (29).

I den strategiske planleggingsfasen kan kunnskap fra tidligere prosjekter brukes til å anslå livsløpsinventar for byggeaktiviteter. I implementerings- og driftsprosjektfasene kan livsløpsinventar for byggeaktiviteter innhentes fra logger over anleggsmaskiner og transportlogger på byggeplassen som er utfylt av leverandører og underleverandører. Disse dataene kan bekreftes mot produktbestillinger og regninger samt inspeksjoner på anlegget. Opplysninger om transport av materialer til anlegget kan også innhentes og tilpasses fra transportsenarioer i miljødeklarasjonene. Oversikt over andre materialer og energibruk for montering av produkter kan innhentes fra installasjonshåndbøker og produktdatablader fra produsenter. Informasjon om mengde og type avfall som produseres på anlegget kan innhentes fra avfallsplanen som sendes til entreprenøren og kommunen. Avfallsplanen kan også brukes i den strategiske planleggingsfasen. Avfallsrapporten skal inneholde avfallsfraksjoner i kg for ubehandlet trevirke, papir, papp og kartong, glass, jern og andre metaller, gipsbaserte materialer, plast, betong, murstein og andre tunge byggematerialer, elektrisk og elektronisk avfall, mineralullisolasjon, blandet byggavfall, farlig avfall eller spesialavfall og samlet sortert byggavfall. Avfallsplanen skal også inneholde samlet mengde avfall som produseres på anlegget ( $\text{kg/m}^2$ ) og andel av avfallsfraksjonen som blir gjenvunnet. Avfallsbehandlingsscenarioer kan utarbeides i henhold til gjeldende avfallsbehandlingspraksiser (32). Videre arbeid er nødvendig for å samordne denne nøkkelindikatoren med kommende Norsk Standard for utslippsfrie bygge- og anleggsplasser (prNS 3770) og med den forestående rapporten fra forskningsprosjektet ConZerW (33).

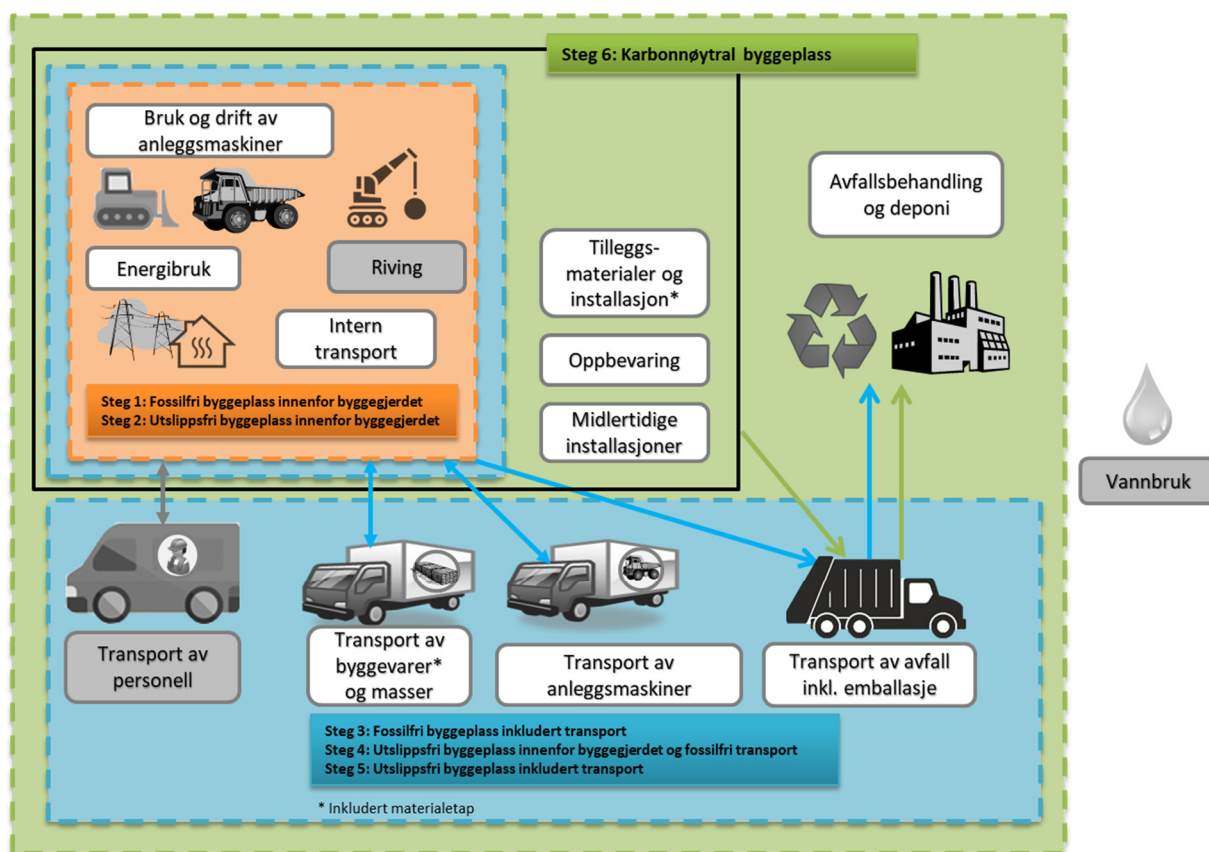
Måling av klimagassutslipp fra byggeplasser er et relativt nytt forskningsfelt. Det er derfor få kilder til spesifikke utslippsfaktorer. Transportutslippsfaktorer for vare- og persontransport fra *NS-EN 16258* (34) kan brukes til utslippsberegninger, se

Tabell 10. Vedleggene til *NS 3720* inneholder også andre utslippsfaktorer for ulike transportmidler. Når en bruker utslippsfaktorer for transport, er det viktig å bruke brønn-til-hjul utslippsfaktorer som tar med infrastruktur og hele livsløpet til kjøretøy- og drivstoffproduksjon.

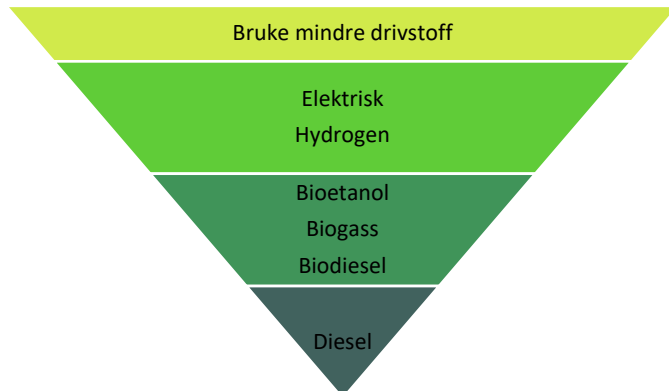


Tabell 5. Sammendrag av beregning av KPI KGU1.2.

<b>KGU1.2</b>	<b>Byggefasen (A4–A5)</b>
Formål	Oppnå en utslipps- og avfallsfri byggefase.
Beskrivelse	<p>En utslippsfri byggeplass er en byggeplass som ikke har direkte eller indirekte utslipp av klimagasser fra byggeplassaktivitetene. Elektrisk eller hydrogen-drevne anleggsmaskiner, bruk av elektrisitet til oppvarming og tørking og bruk av nullutslippskjøretøy for transport til, fra og på byggeplassen, er noen eksempler på utslippsfrie alternativer (41).</p> <p>En fossilfri byggeplass er en byggeplass som ikke bruker fossilt brensel i noen av byggeplassaktivitetene. Fossilfrie byggeplasser bruker bioenergi, biodrivstoff eller alternative utslippsfrie fornybare energiresurser som elektrisitet og hydrogen (41).</p> <p>En avfallsfri byggeplass er definert som en byggeplass som ikke produserer avfall fra byggeplassaktiviteter og transport av produkter til og fra byggeplassen som går til material- og energigjenvinning og deponi (33).</p>
Metode	<i>NS 3720</i> (Metode for klimagassberegninger for bygninger), <i>NS 3451</i> (Bygningsdeltabell), <i>EN 15804</i> (EPD methodology for construction products), <i>NS-EN 16258</i> (Metode for beregning av og deklarerer av energiforbruk og klimagassutslipp for transporttjenester (vare- og persontransport), <i>prNS 3770</i> <i>Utslippsfrie bygge- og anleggsplasser</i> .
Oppnåelige poeng	2 poeng
ZEN KPI-vurdering	Målverdier er knyttet til trinnene i Figur 8. 1 poeng – trinn 2 2 poeng – trinn 5
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Velge kortreiste materialer fra lokale kilder.</li> <li>- Be leverandører og underleverandører om å bruke elektriske kjøretøy til transport av byggevarer, anleggsmaskiner, masser og bygningsarbeidere samt til transport av avfall til og fra bygge- og anleggsplasser.</li> <li>- Bruke utslippsfrie anleggsmaskiner og utstyr til anleggsvirksomhet, oppvarming og tørking.</li> <li>- Planlegge energibruken på bygge- og anleggsplasser for å redusere maksimal last, særlig for kritiske byggeaktiviteter som krever mye energi som f.eks. grunnarbeid og støpning av fundamenter eller når flere anleggsmaskiner må lades samtidig.</li> <li>- Sortere og gjenvinne byggavfall.</li> <li>- Følge hierarkiet for brennstoff i Figur 9.</li> </ul>



Figur 8. Oversikt over systemgrensen for byggefasen, tilpasset fra (35,36).



Figur 9. Drivstoffhierarki tilpasset fra (37). Elektrisitet og hydrogen anses som utslippsfrie, biodrivstoff anses som fossilfritt.

### KGU1.3 Bruk (B1-B3, B5)

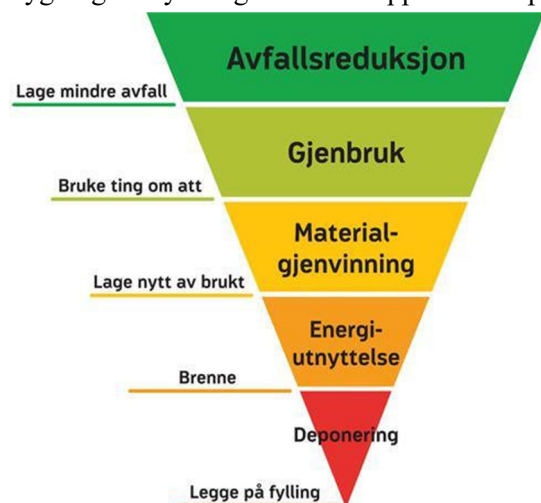
Nøkkellindikatoren Bruk (B1–B3, B5) håndterer klimagassutslipp fra drift av bygninger og infrastruktur, utslipp fra produkter som er montert i bygninger (B1, f.eks. utslipp av klimastoffer fra overflater, karbonatisering av betong), vedlikehold (B2, f.eks. renhold, bytting av filterer), reparasjon (B3, f.eks. reparere knust glassrute, beholde vinduskarmen) og renovering (B5, f.eks. renovering av kjøkken, bad eller fasade), se Tabell 6. En annen viktig del av denne nøkkellindikatoren vil innebære kartlegging av ressurser som brukes i området ved hjelp av, for eksempel, materialpass eller digitale tvillinger (for eksempel boligmappa.no) som kan inneholde informasjon som produktdokumentasjon, levetider, teknisk ytelse og egenskaper, garantier, miljødeklarasjoner, informasjon om forvaltning, vedlikehold, reparasjoner, renovering og demonterbarhet av komponenter for fremtidig gjenbruk.

Tabell 6. Sammendrag av beregning av KPI KGU1.3.

KGU1.3	Bruk (B1–B3, B5)
Formål	Redusere klimagassutslippene mot null fra drift av bygninger og infrastruktur (livsløpsmodulene B1–B3 og B5).
Beskrivelse	Denne nøkkelindikatoren innebærer å beregne klimagassutslipp fra trinnene B1–B3 og B5, samt å kartlegge ressursene som brukes i bygningen, infrastrukturprosjektet eller området.
Metode	NS 3720 (metode for beregning av klimagassutslipp for bygninger), NS 3451 (tabell over bygningsdeler)
Oppnåelige poeng	1 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poeng tildeles for beregning av klimagassutslipp fra livsløpsmodulene B1–B3 og B5 for hele området.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planlegge og utføre regelmessige vedlikeholdsinspeksjoner av bygningen, infrastruktur og området.</li> <li>- Vedlikeholde og reparere bygningsdeler i området for å unngå hyppigere utskifting og/eller renovering av bygninger og infrastruktur.</li> <li>- Bruke miljøvennlige rengjøringsprodukter.</li> <li>- Velge miljøvennlige materialer som ikke slipper ut klimastoffer fra overflater.</li> <li>- Sikre et høyt nivå av overflateeksponering (der det er hensiktsmessig) ved bruk av betong.</li> <li>- Vurdere å reparere eller skifte ut ødelagte eller slitte materialdeler i stedet for å skifte ut hele delen eller renovere et helt rom.</li> </ul>

#### KGU1.4 Energibruk i drift (B6)

Nøkkelindikatoren Energibruk i drift (B6) har som mål å redusere klimagassutslippene fra energi i driftsfasen av en bygning eller et område og fokuserer på livsløpsmodul B6, se Tabell 7. Beregning av **Error! Reference source not found.** er en forutsetning for denne nøkkelindikatoren, og det samlede energibruksresultatet bør brukes (kWh) for å unngå å blande ulike definisjoner av område sammen med energi- og klimagassutslippskategoriene. Beregning av denne nøkkelindikatoren bør gjennomføres i henhold til NS 3720 for livsløpsmodul B6. Klimagassreduksjonene fra eksportert energi over bygningens systemgrense bør rapporteres separat under



Figur 12. Avfallshierarkiet (39).

KGU1.7 Fordeler og konsekvenser (D), se Figur 11.

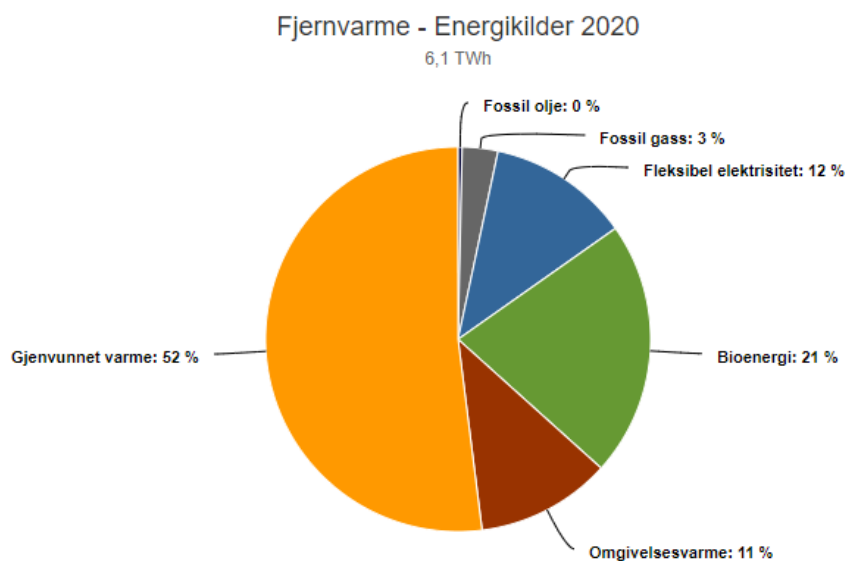
Tabell 7. Sammendrag av beregning av KPI KGU1.4.

KGU1.4	Energibruk i drift (B6)
Formål	Redusere klimagassutslippene fra energi som brukes i bygningens eller områdets driftsfase.
Beskrivelse	Denne nøkkelindikatoren innebærer beregning av klimagassutslipp fra energibruk i drift. Det er en forutsetning at <b>Error! Reference source not found.</b> er fullført.
Metode	NS 3720 (metode for beregning av klimagassutslipp for bygninger), NS 3451 (Tabell over bygningsdeler)
Oppnåelige poeng	12 poeng
ZEN KPI-vurdering	Grense- og målverdier vil bli utarbeidet i det fremtidige ZEN-arbeidet.
Beste praksis	- Velge energibærere med lave bundne klimagassutslipp. - Se <b>Error! Reference source not found.</b>

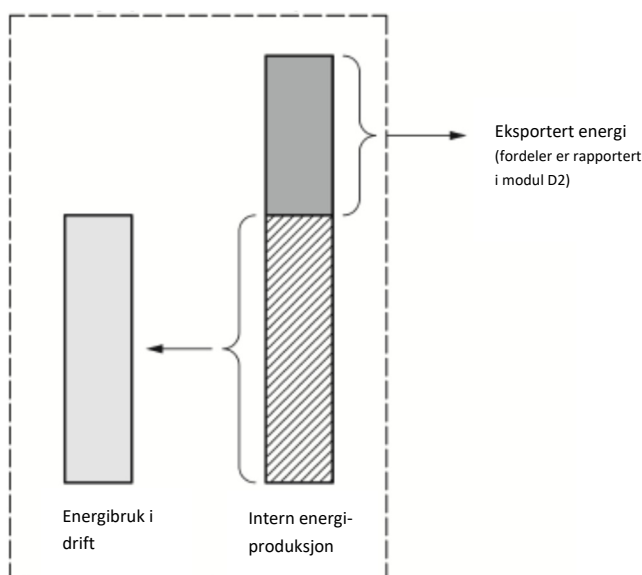
Metodikken som er beskrevet i NS 3720 vil bli brukt til å beregne klimagassutslipp i ZEN-området. Det inkluderer energiutslippsfaktorer for ulike energibærere som vist i Tabell 8. Det vil gjøres til ZEN-spesifikke utslippsfaktorer er utviklet i arbeidspakke 5. Scenarier for klimagassutslipp som bruker ulike energibærere bør utarbeides i henhold til NS 3720, scenario 1 (norsk elektrisitetssmiks) og scenario 2 (europeisk elektrisitetssmiks). Det vil gi to ulike resultater. Metode for beregning av klimagassutslipp fra fjernvarme/kjøling skal også følge NS 3720. For fjernvarme og kjøling kan en utarbeide en spesifikk utslippsfaktor ved å modellere andelen av ulike energibærerne for et bestemt selskap eller region fra fjernkontrollen og ved å bruke utslippsfaktorene nedenfor (38). Alternativt kan en utarbeide en nasjonal utslippsfaktor for fjernvarme ved hjelp av samme modelleringsprinsipper. I Figur 10 er det et eksempel fra fjernkontrollen på de ulike energibærerne for fjernvarme på landsbasis for 2020. Energibruk for infrastruktur (f.eks. servere, gatelys, heiser, rulletrapper, industriprosesser og snøsmelting) og energibruk til lading av elektriske kjøretøy, er inkludert på områdenivå.

Tabell 8. Energiutslippsfaktorer per energibærer (29)

Energibærer	NS 3720 (gCO <sub>2</sub> e/kWh)
Elektrisitet	Scenario 1 NO: 18 Scenario 2 EU28+NO: 136
- Vannkraft	2-20
- Vindkraft	3-41
- Kullkraft	660-1300
- Solenergi	13-190
- Biovarme	8,5-130
- Kjernekraft	3-35
- Varmekraft fra naturgass med CCS	Ca. 100
- Varmekraft i Norge	450
- Varmekraft i EU	800



Figur 10. Andel ulike energibærere for fjernvarme på landsbasis, basert på data fra fjernkontrollen i 2020 (38).



Figur 11. Diagram som viser fordelingsprinsippet for energibruk i drift og eksportert energi (29).

### KGU1.5 Transport i drift (B8)

Nøkkellindikatoren Transport i drift (B8) har som formål å redusere klimagassutslippene knyttet til ZEN-brukernes mobilitetsmønster, se Tabell 9. Det er en forutsetning for denne nøkkellindikatoren at *MOB5.6 Transportarbeid* er fullført. Beregning av denne nøkkellindikatoren bør gjennomføres i henhold til *NS 3720* for livsløpsmodul B8. Det inkluderer brønn-til-hjul utslippsfaktorer for ulike energibærere som gitt i Tabell 10.

Tabell 9. Sammendrag av beregning av KPI KGU1.5.

<b>KGU1.5</b>	<b>Transport i drift (B8)</b>
Formål	Formålet med denne nøkkellindikatoren er å redusere klimagassutslippene forbundet med transport i drift som definert i <i>NS 3720</i> .

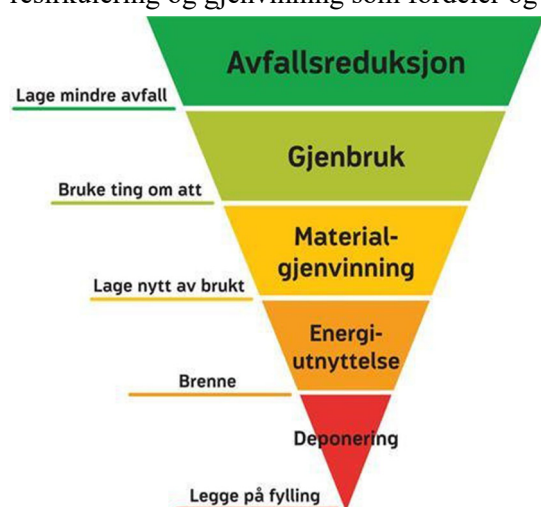
Beskrivelse	Denne nøkkelindikatoren går ut på å beregne klimagassutslippene forbundet med transport i drift (livsløpsmodul B8) i overensstemmelse med <i>NS 3720</i> . Fullføring av <i>MOB5.5 Mobilitetsmønster</i> er en forutsetning.
Metode	<i>NS 3720</i> (metode for beregning av klimagassutslipp for bygninger), <i>NS-EN 16258</i> (metode for beregning og rapportering av energiforbruk og klimagassutslipp fra transporttjenester)
Oppnåelige poeng	19 poeng
ZEN KPI-vurdering	Grense- og målverdier vil bli utarbeidet i det fremtidige ZEN-arbeidet.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"><li>- Velge transportmidler med lave klimagassutslipp.</li><li>- Se <i>MOB5.6 Transportarbeid</i></li></ul>

Tabell 10. Brønn-til-hjul transportutslippsfaktorer per energibærer (34).

Energibærer	NS-EN 16258 (gCO <sub>2</sub> e/kWh)
Diesel	251
Bensin	248
Marin gassolje	253
Bioetanol	161
Biodiesel	163
Tungolje	234
Naturgass (LNG) (kg/Sm <sup>3</sup> )	380-1000
LPG (propan og butan)	209
Elektrisitet	Scenario 1 NO: 18 Scenario 2 EU28+NO: 136

### KGU1.6 Sluttfasen (C1–C4)

Formålet med denne nøkkelindikatoren er å øke resurseffektiviteten og spare klimagassutslipp ved å bevare eksisterende bygninger, infrastruktur, komponenter og materialer, se Tabell 11. Denne nøkkelindikatoren inkluderer utslipp fra riving og avhendingsaktiviteter. Utslippene fra disse aktivitetene er beregnet ved å bruke scenarier for prosentandeler for gjenbruk, gjenvinning, energi-gjenvinning og/eller deponi samt utslippene som oppstår under hver av disse avfallsbehandlingene. Denne nøkkelindikatoren skal beregnes i henhold til NS 3720 for livsløpsmodul C1–C4. Andre viktige aspekter for denne nøkkelindikatoren vil innebære å lede ressurser bort fra sluttfasen til gjenbruk, resirkulering og gjenvinning som fordeler og konsekvenser utover systemgrensen i



Figur 12. Avfallshierarkiet (39).

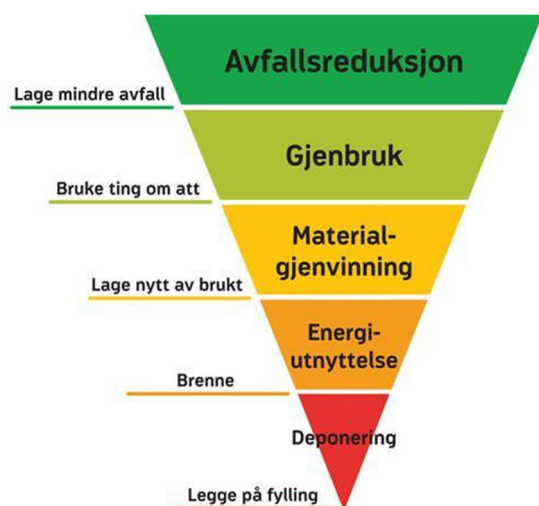
KGU1.7 Fordeler og konsekvenser (D) i stedet. En skal derfor legge vekt på å bygge sirkulært og lukke sirkelen.

Tabell 11. Sammendrag av beregning av KPI KGU1.6.

KGU1.6	Sluttfasen (C1-C4)
Formål	Formålet er å øke resurseffektiviteten og redusere klimagassutslipp ved å lede ressurser bort fra sluttfasen til gjenbruk, resirkulering og gjenvinning som fordeler og konsekvenser utover systemgrensen i Modul D. Materialer og komponenter som når slutten på livsløpet vil bli demontert, transportert og avhendet på en måte som reduserer tilhørende klimagassutslipp.



KGU1.6	Slutfasen (C1-C4)
Beskrivelse	Byggenæringen står for 40 prosent av ressursbruken. Nybygg utgjør cirka 1–2 prosent av den samlede årlige anleggsvirksomheten, og i Norge rives rundt 22 000 eksisterende bygninger hvert år, noe som fører til høyere klimagassutslipp og høyere ressursbruk. I tillegg krever EU at 70 prosent av alt byggavfall skal gjenvinnes innen 2020. Gjenbruk av materialressurser er enklere og mer effektivt enn riving. Høyutslippsmaterialer som betong og stål brukes i stor grad til grunnarbeid og fundamenter. Det er derfor bedre å restaurere og gjenbruke disse enn å støpe nye fundamenter. Det er stort ubenyttet potensial i å bruke eksisterende bygningsmasse.
Metode	NS 3720 (Metode for beregning av klimagassutslipp for bygninger), NS 3451 (Tabell over bygningsdeler)
Oppnåelige poeng	1 poeng
ZEN KPI-vurdering	Ett poeng vil bli tildelt for å beregne klimagassutslipp for livsløpsmodulene C1–C4 og for å utarbeide en slutfaseplan som viser potensialet for gjenbruk, gjenvinning og resirkulering (i prosent) av materialer og komponenter i området.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Følge prinsippene for sirkulær økonomi og avfallshierarki, se Figur 12.</li> <li>- Avfallsreduksjon kan oppnås ved å forlenge den utnyttbare levetiden på komponenter, bygninger og infrastruktur.</li> <li>- Avfallsreduksjon og gjenbruk av avfall kan oppnås ved å renovere og pusse opp eksisterende bygg i stedet for å rive og bygge nytt.</li> <li>- Gjenvinning kan innebære material- og energigjenvinning.</li> <li>- Design for demontering og ombruk (DfD).</li> <li>- Bruke homogene materialer og komponenter, og unngå å bruke komposittmaterialer som er vanskelige å gjenvinne og bruke på nytt.</li> <li>- Bruke digitale tvillinger av området og materialpass.</li> <li>- Renovere i stedet for å rive.</li> <li>- Demontere bygninger og infrastruktur for gjenbruk på stedet eller til andre nærliggende byggeprosjekter.</li> </ul>



Figur 12. Avfallshierarkiet (39).

#### KGU1.7 Fordeler og konsekvenser (D)

Formålet med nøkkelindikatoren fordeler og konsekvenser (D) er å kompensere for gjenværende klimagassutslipp fra livsløpsmodulene A1–C4 for å oppnå netto nullbalanse for området, se Figur 3 og Tabell 13. Det kan oppnås ved å innføre prinsippene for sirkulær økonomi og dermed øke



ressurseffektiviteten, samt ved eksport av lokal fornybar energiproduksjon. Det inkluderer fordeler og konsekvenser utover systemgrensen knyttet til gjenbruk, gjenvinning og materialenergiutvinning fra avfallsfasens opphør («end-of-waste») samt eksport av lokal fornybar energiproduksjon. Denne nøkkelindikatoren skal beregnes i henhold til *EN15804: 2012 +A2:2019* (23). D1 kan rapporteres for produkter (f.eks., gjenvunnet avfall), bygninger og områder (f.eks., gjenbruk av en bygning). I

Tabell 12 er det et eksempel på rapporteringskompensasjon av klimagassutslipp i et område for nZEN-balanse. ISO IWA42: I 2022 (40) ble det innført en ny definisjon på netto null som ikke tillater kompensering gjennom gjenværende utslipp. Fokuset er på å redusere utslippene med 90–95 prosent sammenlignet med et referansescenario, og deretter kompensere for gjenværende utslipp gjennom fjerning. Menneskelig ledet fjerning inkluderer restaurering av økosystemer, direkte luftkarbonfangst og -lagring, skogplanting, forbedret forvitring, biokull og andre effektive metoder. Dette vil bli tatt med i neste utgave av ZEN definisjonsveilederen.

Tabell 12. Eksempel på rapporteringskompensasjon for gjenværende klimagassutslipp for nZEN-balanse

Tiltak	Kompensasjon
D1a Gjenbrukspotensial	-XX kgCO <sub>2</sub> e
D1b Resirkuleringspotensial	-XX kgCO <sub>2</sub> e
D1c Gjenvinningspotensial (forbrenning)	-XX kgCO <sub>2</sub> e
D2 Eksportert energipotensial	-XX kgCO <sub>2</sub> e
Totalt	-XX kgCO <sub>2</sub> e

Tabell 13. Sammendrag av beregning av KPI KGU1.7

KGU1.7	Fordeler og konsekvenser (D)
Formål	Kompensere for gjenværende klimagassutslipp fra livsløpsmodulene A1–C4 og opprette en netto nullutslippsbalanse for området.
Beskrivelse	Det inkluderer fordeler og konsekvenser utover systemgrensen knyttet til gjenbruk, gjenvinning og materialenergiutvinning fra avfallsfasens opphør («end-of-waste») samt eksport av lokal fornybar energiproduksjon.
Metode	<i>EN15804: 2012 +A2:2019</i>
Oppnåelige poeng	4 poeng
ZEN KPI-vurdering	Vurderingen av denne nøkkelindikatoren vil bygge på en netto nullutslippsbalanse for hele nullutslippsområdet og ta i betraktning de reduserte klimagassutslippene fra livsløpsmodulene A1–C4 og kompensasjon fra livsløpsmodulen D. Det er en forutsetning at alle klimagassutslipp beregnes for hele livsløpet (livsløpsmodulene A1–C4 og D, bygningsdelene 21–79) for å få poeng for netto nullutslippsbalansen for området. Poeng tildeles ut ifra målverdier og for hvor nært et område er til å oppnå netto nullutslipp. 1 poeng – 25 % av utslippene fra A1–C4 kompenseres 2 poeng – 26 – 50 % av utslippene fra A1–C4 kompenseres 3 poeng – 51 - 75 % av utslippene fra A1–C4 kompenseres 4 poeng – 76 - 100 % av utslippene fra A1–C4 kompenseres
Beste praksis	- Se oppsummering av beste praksis for klimagassutslippskategorien.

## Energi

Et av de viktigste målene for et nullutslippsområde er at det skal være energieffektivt (41), da den mest miljøvennlige energien er den som aldri brukes. Det vil si at det alltid bør prioriteres å redusere energibehovet og energibruken i overgangen mot et **fossilfritt energisystem**. Nullutslippsområder skal forsynes av **smarte, fornybare energikilder** (41). Det betyr at utforming og drift av et ZEN-pilotområde må fokusere på å benytte fornybare energikilder, som opererer i samspill med det omkringliggende energisystemet. For å oppnå dette er energilagring, effekt-/laststyring, digitalisering, smarte nett og systemoptimering inkludert.

Nøkkellindikatorene for energi er utelukkende rettet mot energibruk i driftsfasen, og omfatter derfor ikke bundet energi. Dette skyldes at bundet energi allerede er dekket i kategorien «Klimagassutslipp». Energiflyt i driftsfasen skal imidlertid modelleres og/eller estimeres i alle prosjektfaser. I den strategiske planleggings- og implementeringsfasen bør nøkkellindikatorene estimeres, f.eks. ved hjelp av simuleringer. I driftsfasen bør en bruke målinger, så langt dette er mulig. Dette kan erstattes av simuleringer dersom målinger ikke er tilgjengelige. Energiflyt og energibruken til området bør beregnes/måles over ett år med timesoppløsning. Fullføring av nøkkellindikatorene for energi er en forutsetning for nøkkellindikatorene for effekt.

### Systemgrensenivåer

Energinøkkellindikatorer beregnes enten på systemgrensenivå for bygningsvurdering (B) eller på systemgrensenivå for områdevurdering (N). Systemgrensenivået for bygningsvurdering (B) omfatter energibruk innenfor bygninger, i tråd med SN-NSPEK 3031:2020 (42). Systemgrensenivået for områdevurdering (N) er en utvidelse av systemgrensenivået for bygningsvurdering. Det omfatter energibruk for: persontransport inne i bygningen (f.eks. heiser, rulletrapper), dataservere, kjøling og andre industrielle prosesser inne i bygninger, utendørsbelysning, snøsmelting og især lading av elektriske kjøretøy, enten inne i eller utenfor bygninger. Lokal energiproduksjon som ikke er knyttet til en spesiell bygning, tas også med. Med andre ord inneholder systemgrensen for områdevurdering i prinsippet all energiflyt innenfor området.


### Beskrivelse av ZEN-pilotområde (Z) og referanseprosjekt (R)

I energikategorien skal nøkkellindikatorene beregnes for både piloten (Z) og pilotens referanseprosjekt (R). Referanseprosjektet representerer «business-as-usual» for ZEN-pilotområdet og er basert på gjeldende byggetekniske forskrifter (TEK) for nye bygninger (43) og gjeldende historiske byggeforskrifter for eksisterende bygninger. Et representativt referanseprosjekt bør skreddersys for hver ZEN-pilot og ha samme areal og antall brukere. En ny bygning har ofte direkte elektrisk oppvarming. For noen nøkkellindikatorer kan det være nødvendig å beregne et referanseprosjekt med fjernvarme. Tabell 14 gir et eksempel på forutsetninger for et nytt område og dets referanseprosjekt. I Tabell 15 er det en liste over all dokumentasjon som trengs til beregning av kategorinøkkellindikatorer.

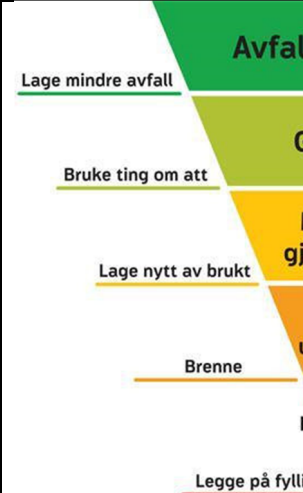
Tabell 14. Eksempel på referanseprosjekt med elektrisk oppvarming, opprettet for et ZEN-pilotområde.

	ZEN-pilotområde (Z)	Referanseprosjekt (R)
Bygningsstandard	Passivhus (44,45)	TEK-17 minstekrav (43)
Energilagringssystemer	Ingen.	Ingen.
Lokal energiproduksjon	Solcellepaneler (PV) med en årlig energiproduksjon som tilsvarer 10 kWh/ m <sup>2</sup> BTA.	Ingen.
Oppvarming	Fjernvarme / lokal oppvarming.	Elektrisk varmtvannsbeholder
Transportteknologier	100 prosent av alle busser er elektriske i 2035.	50 prosent av alle busser er elektriske i 2035.

Tabell 15. Liste over dokumentasjon som trengs til beregning av energinøkkelindikatorer.

KPI	Beskrivelse	Datatype	Enhet	Vurderingsnivå	Scenarier
<i>Error! Reference source not found.</i> i bygg	Netto/brutto energibehov i bygg	Årlige summer og lastkurver	kWh/m <sup>2</sup> <sub>OPPVARMET GULVAREAL</sub> /år	B	Z og R
Inndata for KGU1.4 Energibruk i drift (B6)	Energibruk	Årlige summer og lastkurver	kWh/t* kWh/år*	N	Z og R
Inndata for KGU1.4 Energibruk i drift (B6) og 	Energiproduksjon	Årlige summer og lastkurver	kWh/t* kWh/år*	N	Z og R
<i>Error! Reference source not found.</i> Inndata for KGU1.4 Energibruk i drift (B6)	Leverert energi (importert)	Årlige summer og lastkurver	kWh/t* kWh/år*	N	Z og R
Inndata for KGU1.4 Energibruk i drift (B6) og	Eksportert energi	Årlige summer og lastkurver	kWh/t* kWh/år*	N	Z og R

Figur 12.  
Avfallshierarkiet (39).  
KGU1.7 Fordeler og konsekvenser (D)



Figur 12.  
Avfallshierarkiet (39).  
KGU1.7 Fordeler og konsekvenser (D)

<i>ENE2.4 Netto lastprofiler . Inndata for EFF3.1 Maksimal last og EFF3.2 Maksimal eksport</i>	Netto årlig lastprofil og lastvarighetskurve per energibærer	Årlige summer og lastkurver	kWh/t* kWh/år*	N	Z og R
<i>ENE2.5 Fargekodete teppeplott</i>	Fargekodete teppeplott for netto energibruk	Teppeplott	kWh/t* kWh/år*	N	Z og R
<i>ENE2.3 Egenforbruk</i>	Egenforbruk	Faktor	% elektrisitet	N	Z
Dok.: Kun	Selvproduksjon	Faktor	% elektrisitet	N	Z

\* Per energibærer: elektrisitet, fjernvarme, bioenergi og annet

Disse nøkkelindikatorene er ikke uavhengige. Levert og eksportert energi er nettoverdier av energibruk og energiproduksjon (når produksjonen anses som negativ) og hentes inn fra den netto årlige lastprofilen. Lastvarighetskurven er omtrent lik netto årlig lastprofil, men er sortert fra høyeste til laveste verdi.

#### Energibehov og energibruk

**Energibehov** er en teoretisk størrelse som brukes til å beskrive behovet for energi i forbindelse med energitjenester og energibehov i bygg som behov for energi til oppvarming av varmtvann, romoppvarming, ventilasjon, belysning, pluggbelastning og annet. Tap i systemet tas ikke med ved beregning av energibehovet. Beregnet energibehov refereres til som netto energibehov eller brutto energibehov, avhengig av systemgrensen. **Energibruk** er en målbar størrelse som kan knyttes til både energitjenester og energibærere (som f.eks. elektrisitet, drivstoff, fjernvarme, osv.), som også tar i betraktning tap innenfor systemgrensene.

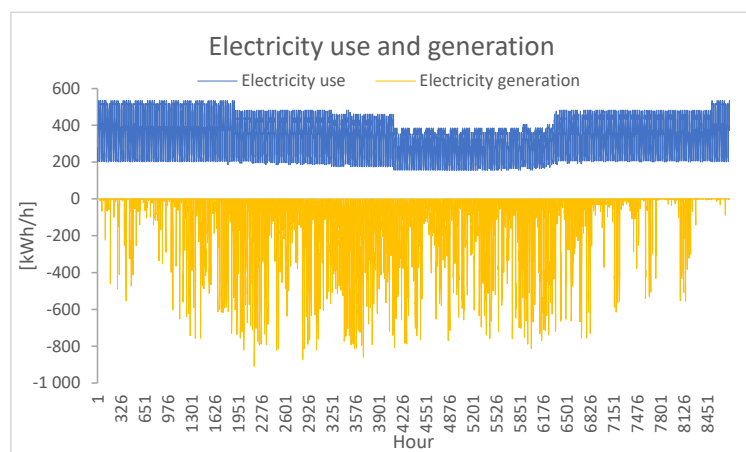
#### Energibehov i bygg

Energibehovet (eller energietterspørselen) i bygninger er vurdert i *ENE2.1 Energibehov i bygg* og utgjør grunnlaget for andre dokumentkrav og nøkkelindikatorer. Se **Error! Reference source not found.** for mer informasjon.

#### Energibruk og energiproduksjon

Profiler for energibruk og energiproduksjon skal beregnes på systemgrensenivå for områdevurdering for den enkelte energibærer med timesoppløsning eller lavere. Elektrisitetsbruk per time og elektrisitetsproduksjon for Ydalir ZEN-pilotområde er vist i Figur 13. Dette ZEN-pilotområde har ikke elektrisk oppvarming og solcellepaneler. Det er kun energibehovet for elektrisk-spesifikk energi som dekkes av elektrisitet, mens behovet for termisk energi dekkes av en annen energibærer. Elektrisitetsbruk gis en positiv verdi mens elektrisitetsproduksjon gis en negativ verdi.

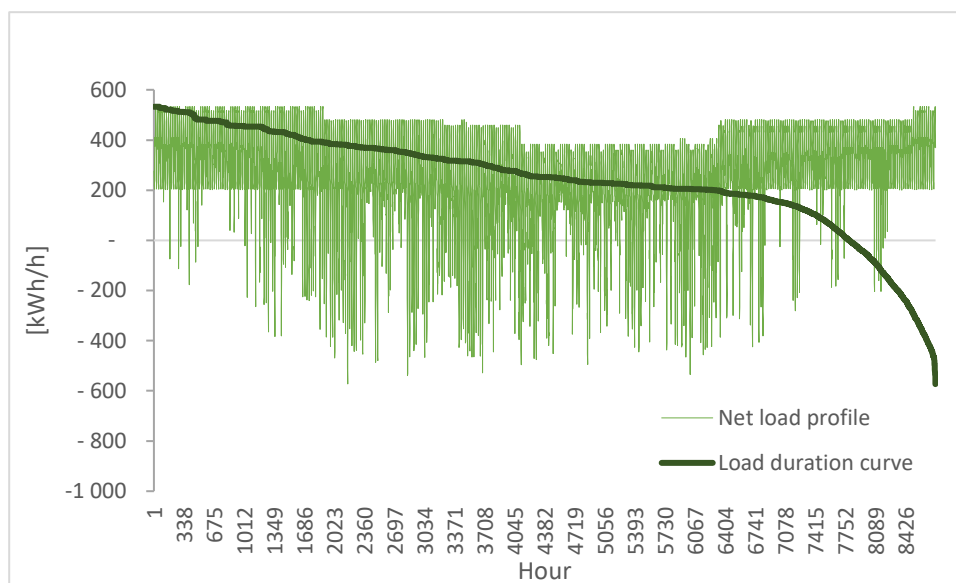
Lastprofilene for energibruk og energiproduksjon per energibærer i bygningene kan beregnes ved hjelp av simuleringsverktøy for energiytelse. Hvis det kun finnes energibehovsimuleringer (som f.eks. ved bruk av PROFet), skal det utarbeides forutsetninger om oppvarmingssystem (energibæreren til systemet og systemeffektiviteten) som skal brukes til å opprette en energibruksprofil. Energiproduksjon kan modelleres separat (f.eks. ved hjelp av simuleringsverktøy for produksjon av solkraft, bygninger eller andre liknende verktøy dersom ZEN-piloten har solcellepaneler). Metoder for simulering av lastprofiler for lading av elektriske kjøretøy er under utarbeidelse av ZEN Forskningscenter.



Figur 13. Elektrisitetsbruk per time og energiproduksjon med ikke-elektrisk varme og solceller i ZEN-pilotområdet Ydalir.

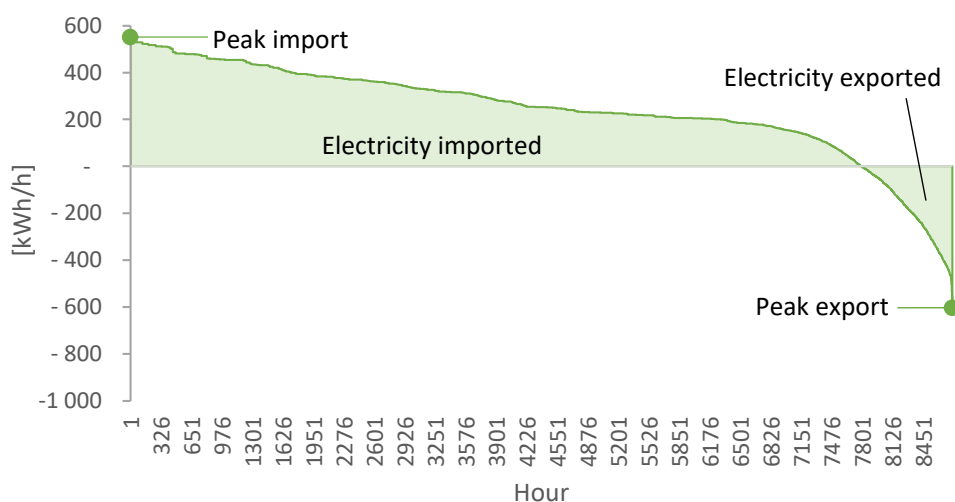
### Import og eksport av energi

Leverte og eksporterte mengder energibærere er to sider av samme variabel, se **Error! Reference source not found.** for mer informasjon om beregning av levert energi. Når elektrisitetsbruk per time og produksjon er fastsatt, kan en beregne levert og eksportert elektrisitet ved å trekke energien som produseres i ZEN-piloten fra energien for hvert tidsintervall. Ved å trekke elektrisiteten som produseres fra elektrisiteten som brukes i Figur 13, får en netto årlig lastprofil som vist i Figur 14Figur 6. I netto årlig lastprofil får energiimport en positiv verdi, mens eksport får en negativ verdi. Lastvarighetskurven kan fastsettes ved å sortere verdiene av netto lastprofilene.



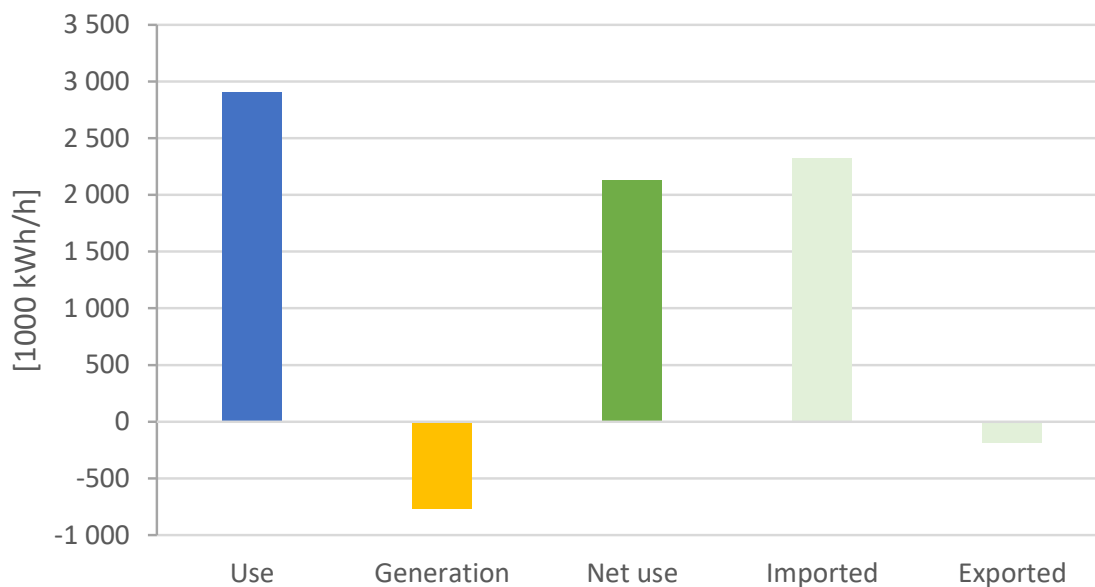
Figur 14. Netto lastprofil per time og lastvarighetskurve for elektrisitet i ZEN-pilotområdet Ydalir.

Netto årlig lastprofil og lastvarighetskurven beregnes eller måles på systemgrensenivå for områdevurdering for den enkelte energibærer uten timesoppløsning eller lavere. Disse bør beregnes for ZEN-piloten og referanseprosjektet. Verdien av den årlige netto lastprofilen er å illustrere energiflyten gjennom året. Verdien av netto lastvarighetskurven er å gi nyttig informasjon til strategisk planlegging, implementering og drift av energisystemet. Denne type grafisk informasjon gir umiddelbar visuell forståelse av ulikhetene mellom de to alternative løsningene. For eksempel vil et område med eller uten lokal, fjernvarme gi to betydelig ulike årlige profiler og varighetskurver for elektrisitet. Det samme vil være tilfelle for et område med eller uten utstrakt bruk av solcellepaneler eller lokal lagring. Området under lastprofilene viser årlig sum av elektrisitetsbruk, produksjon, import og eksport som vist i Figur 15. I Figur 16 er det en oppsummering av de årlige summene.



Figur 15. Forklaring på lastvarighetskurven for netto elektrisitetsbruk i ZEN-pilotområdet Ydalir.





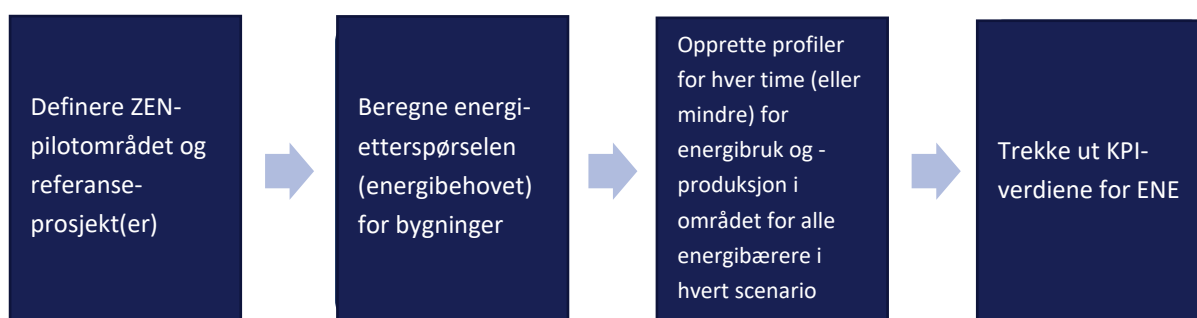
Figur 16. Årlig sum av elektrisitetsbruk, produksjon, netto energibruk, import og eksport i ZEN-profilområdet Ydalir.

### Lastprofiler

Detaljnivå og datakilder kan variere i henhold til de ulike prosjektfasene. For eksempel kan simuleringstøytøy som brukes i den strategiske planleggingsfasen og implementeringsfasen erstattes av overvåkningsdata i driftsfasen, mens designparametere, som f.eks. lufttetthet, kan erstattes av målte verdier. Lokale lagringssystemer, både elektriske (inkludert batterier til elektriske kjøretøy) og termiske, kan finnes allerede eller være under evaluering i den strategiske planleggingsfasen. Det vil påvirke nøkkelindikatorene. Det kan derfor være ønskelig å vise effekten av lokal lagring separat, eller når det gjelder en ulik kontrollstrategi, presentere nøkkelindikatorresultatene med og uten lagringssystem.

### Foreslått arbeidsflyt

Arbeid med energikategorien i ZEN krever innhenting og beregning av detaljert dokumentasjon. Det anbefales å bruke arbeidsflyten i Figur 17 til beregning av nøkkelindikatorer.



Figur 17 Foreslått arbeidsflyt for nøkkelindikatorer i energikategorien.

Som et mellomledd kan det være verdt å beregne alle nøkkelindikatorer på systemgrensenivå for bygningsvurdering (B). De tilgjengelige og internasjonale normene gjelder kun for systemgrensenivået for bygningsvurdering. Det vil derfor være enkelt å gjennomføre det første trinnet. Deretter kan beregningene utvides til systemgrensenivået for områdevurdering. Det vil gjøre det mulig å skille klart mellom resultatene fra tiltak innenfor bygninger og mellom bygninger.

## Vurderingskriterier

Energikategorien er delt inn i to vurderingskriterier: energieffektivitet i bygninger og energibærere. Vurderingskriteriet for energieffektivitet i bygninger ser på energiytelsen til bygninger innen systemgrensenivå for bygningsvurdering. Det vurderer energibehov innen bygninger og er egnet for bygninger i den strategiske planleggingsfasen og implementeringsfasen for prosjektet. Vurderingskriteriet for energibærer vurderer energibruk, energiproduksjon og energiflyt i ZEN-pilotområdet på systemgrensenivå for områdevurdering. Det ser på energiflyt per energibærer. Nøkkellindikatorne innenfor disse vurderingskriteriene måles i driftsfasen.

### ENE2.1 Energibehov i bygg

Nøkkellindikatoren Energibehov i bygg viser det totale energibehovet for alle bygninger i pilotområdet. Det beregnes per KWh kvadratmeter oppvarmet gulvareal (oppvarmet BRA) per år ( $\text{kWh/m}^2_{\text{OPPVARMET BRA}}/\text{år}$ ) på bygningsvurderingsnivå i ZEN-pilotområdet og referanseprosjektet. Formålet med denne nøkkellindikatoren er å redusere energibehovet i byggene så mye som mulig, se Tabell 17. Nøkkellindikatoren vurderes ut ifra reduksjonen i energibehov i pilotområdet sammenlignet med energibehovet i referanseprosjektet.

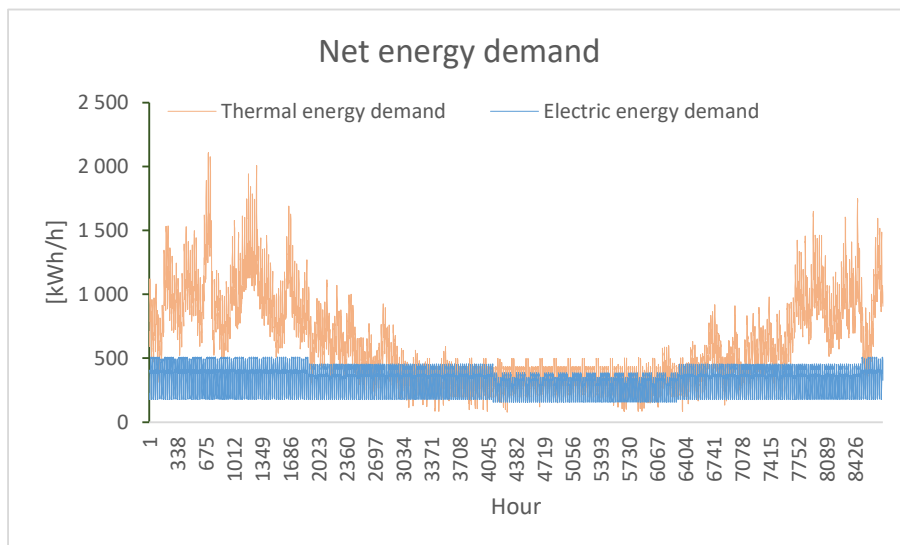
Energibehov i bygg er en nøkkellindikator som må simuleres (også i bruksfasen) da den viser energibehovet i bygningskroppen når tap i bygningens varmesystem ikke er tatt i betraktning. Energibehovet beregnes i henhold til *systemgrensen for bygningsvurdering*, som må harmoniseres mellom ISO 52000 (46) og *SN-NSPEK 3031* (42). Det inkluderer typisk bygningens energibehov for: oppvarming, kjøling, ventilasjon, varmtvann, belysning og pluggbelastning. Bygningene separeres i henhold til *NS 3457-3* (18) og *SN-NSPEK 3031*, som dekker bygningskategorier som boligblokker, skoler og sykehjem. Energibehov i bygg beregnes som en samlet årlig verdi og måles ikke i driftsfasen for området. Indikatoren omfatter ikke lokal energiproduksjon, men ser kun på det *beregnete energibehovet* til bygningene.

Energibehovet i bygg beregnes på timesnivå eller lavere over en periode på ett år. Det kan beregnes ved hjelp av PROFet (47) eller simuleringsverktøy for energiytelse. Energibehovet bør beregnes per energitjeneste, og som et minstekrav deles inn i energibehov for termiske energitjenester og elektriske energitjenester, men det kan også rapporteres i mer detalj som beskrevet i Tabell 16. Figur 18 viser beregnet energibehov per time for alle bygninger i ZEN-pilotområdet Ydalir, som planlagt.

Tabell 16. Energitjenester: detaljnivå.

Alle energitjenester	Energitjeneste - øverste nivå	Energitjeneste - nederste nivå	Energitjenester i henhold til <i>SN-NSPEK 3031:2020</i>
Energibehov i bygg	Termisk energibehov	Energibehov for romoppvarming	1a Romoppvarming
		Energibehov varmtvann	B Ventilasjonsoppvarming
	Energibehov kjøling*	Energibehov kjøling	3a Romkjøling
			B Ventilasjonskjøling
	Elektrisk energibehov	Elektrisk energibehov	4a Vifter
			B Pumper
			5 Belysning
			6 Teknisk utstyr

\* Anses noen ganger som elektrisk energibehov og andre ganger som termisk.



Figur 18. Energibehov for termisk energi per time (netto) (romoppvarming og varmtvann) og elektriske tjenester i bygg i ZEN-pilotområdet Ydalir.

Tabell 17. Oppsummering av beregning av KPI ENE2.1.

ENE2.1	Energibehov i bygg
Formål	Øke energieffektiviseringen i bygningskroppen ved å redusere energibehovet i bygg så mye som mulig. Mer energieffektive bygg bruker mindre energi og har mindre behov for maksimal last, noe som vil redusere klimagassutslippene fra <i>KGU1.4 Energibruk i drift (B6)</i> . Ved å redusere maksimal last i energinettet kan området redusere behovet for nettinvesteringer og utslippene som det medfører, samt andre miljøbelastninger.
Beskrivelse	Spesifikke totale energibehov for alle bygg innenfor bygningsvurderingsnivået beregnet per kWh kvadratmeter oppvarmet gulvareal (oppvarmet BRA) per år i ZEN-pilotområdet og referanseprosjektet.
Metode	Energibehovet i bygg beregnes på timesnivå eller lavere over en periode på ett år i henhold til <i>SN-NSPEK 3031:2020</i> . Det kan beregnes ved hjelp av PROFet eller simuleringstøytøy for et byggs energiytelse. Energibehovet bør beregnes per energitjeneste, og som et minstekrav deles inn i energibehov for termiske energitjenester og elektriske energitjenester.
Oppnåelige poeng	8 poeng
ZEN KPI-vurdering	Nøkkelindikatoren vurderes ut ifra reduksjonen i energibehov i pilotområdet (i prosent) sammenlignet med energibehovet i referanseprosjektet. Grense- og målverdier vil bli utarbeidet i det fremtidige ZEN-arbeidet.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nybygg bygges som passivhus med lav varmegjennomgangskoeffisient (U-verdier) og lave energibehov.</li> <li>- Eksisterende bygg oppgraderes til gjeldende minstestandarder for bygg (eller bedre).</li> </ul>

### ENE2.2 Levert energi

Nøkkelindikatoren Levert energi ser på levert energi for alle energibærere til området innenfor systemgrensen for områdevurdering, se Tabell 18. Levert (importert) energi beregnes ved å se på

forskjellen mellom energibruk og energiproduksjon for hver time (eller mindre). Ettersom denne indikatoren referer til årlig levert energi, kan den rapporteres i tabellformat. Formålet med denne indikatoren er å redusere levert energi.

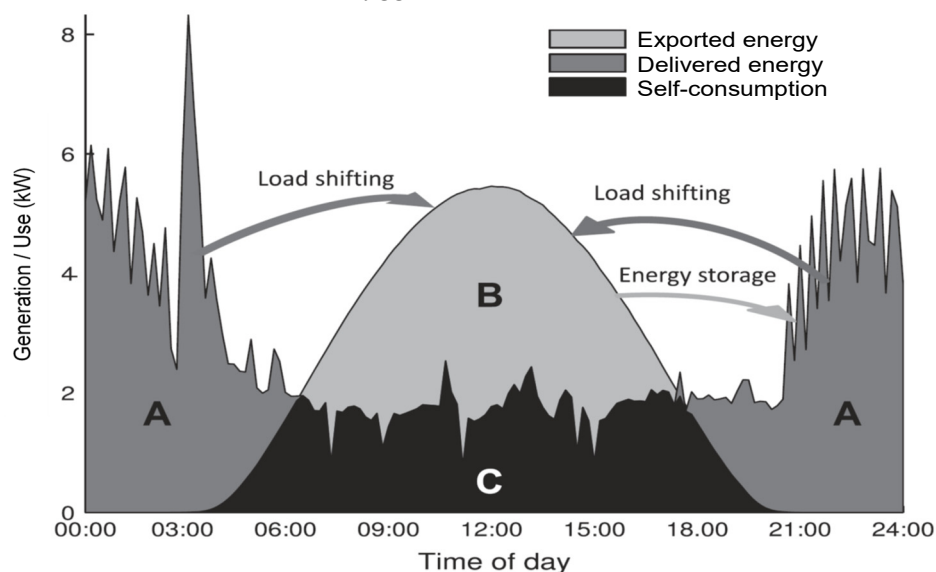
Tabell 18. Oppsummering av beregning av KPI ENE2.2.

<b>ENE2.2</b>	<b>Levert energi</b>
Formål	Mer energieffektive bygg bruker mindre energi og har krav for maksimal last som vil redusere klimagassutslippene fra <i>KGU1.4 Energibruk i drift (B6)</i> . Ved å redusere maksimal last i energinettet kan området redusere behovet for nettinvesteringer og utslippene som det medfører.
Beskrivelse	Levert energi (importert energi) beregnes ved å se på forskjellen mellom energibruk og energiproduksjon for hver time (eller mindre), og innhentes fra netto lastvarighetskurven for hver energibærer. Netto lastprofil og netto lastvarighetskurven beregnes eller måles på systemgrensenivå for områdevurdering for den enkelte energibærer uten timesoppløsning eller lavere. For denne nøkkelindikatoren skal levert energi rapporteres som årlig levert energi for alle energibærere på systemgrensenivå for områdevurdering for ZEN-pilotområdet og referanseprosjektet.
Metode	Lastvarighetskurven for hver energibærer kan beregnes ved hjelp av for eksempel simuleringsverktøy for bygningsytelse, energiproduksjonsverktøy og PROFet. Det kan være nødvendig å kombinere flere verktøy. I bruksfasen kan en bruke målinger.
Oppnåelige poeng	8 poeng
ZEN KPI-vurdering	Nøkkelindikatoren vurderes ut ifra reduksjonen i levert energi i pilotområdet (i prosent) sammenlignet med levert energi i referanseprosjektet. Grense- og målverdier vil bli utarbeidet i det fremtidige ZEN-arbeidet.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nybygg bygges som passivhus med lav varmegjennomgangskoeffisient (U-verdier) og lave energibehov.</li> <li>- Eksisterende bygg oppgraderes til gjeldende minstestandarder for bygg (eller bedre).</li> <li>- Bruk av varmpumper og/eller annen ikke-elektrisk oppvarming, vil redusere strømforbruket.</li> <li>- Solcellepaneler reduserer behovet for å importere elektrisitet.</li> </ul>

### ENE2.3 Egenforbruk

Nøkkelindikatoren egenforbruk informerer om forskjellen mellom energi som produseres lokalt og energi som brukes i området, se Tabell 19. Dette beregnes vanligvis i to trinn. Først beregnes energibruk og energiproduksjon separat, dvs. uten å ta med samspillet mellom dem. Samspillet mellom energibruk og energiproduksjon beregnes på timesbasis og det samlede resultatet for året uttrykkes numerisk for egenforbruk og egenproduksjon. I litteraturen er det ulike navn på samme konsept. I (48) for eksempel kalles dette henholdsvis «egenforbruk» og «selvforsynthet», mens i (49) brukes henholdsvis «forsyningsdekningsfaktor» og «lastdekningsfaktor». Her bruker vi egenproduksjon for at det skal samsvare med «energiproduksjon», mens begrepet «egenforbruk» er valgt fordi det har blitt ganske vanlig i dagligtale (noe som antyder at energibruk og energiforbruk brukes synonymt). Egenforbruk og egenproduksjon uttrykker to komplementære sider ved samspillet mellom energibruk og energiproduksjon. Dette kan bedre forklares med en graf over daglige profiler, som i Figur 19, der elektrisitet er vurdert og bruk av solcellepaneler er forutsatt som lokal produksjon i ett enkelt bygg. Områdene A

og B representerer henholdsvis levert og eksportert energi. Den overlappende delen i område C er solkraft som brukes direkte i bygget.



Figur 19. Skjematisk oversikt over daglig energibruk (A + C), energiproduksjon (B + C) og egenforbruk (C) i bygg med solcellepaneler på stedet. Den viser også funksjonen av de to hovedalternativene (lastflytting og energilagring) for større egenforbruk. Kilde: tilrettelagt fra (48).

I dette eksempelet beregnes indikatoren for daglig egenforbruk som den delen egenkonsumert (område C) lokalprodusert energi som tilsvarer den totale produksjonen (område B+C), mens indikatoren egenproduksjon tilsvarer den egenkonsumerte delen (område C) delt på totalt energibruk (område A+C). For eksempel,

$$\text{Egenforbruk} = \frac{\text{lokal energiproduksjon brukt på stedet}}{\text{total lokal energiproduksjon}} = \frac{C}{B + C} \quad [1]$$

$$\text{Egenproduksjon} = \frac{\text{energibruk dekket av lokal energiprod.}}{\text{totalt energibruk}} = \frac{C}{A + C} \quad [2]$$

I formlene over skal en bruke timesopløsning eller lavere, og effekten av lokal lagring må tas hensyn til, som vist i (48) og (50). I *ENE2.3 Egenforbruk* må egenforbruket beregnes med minst timesopløsning over ett år.

Numerisk vil de to indikatorene bare ha samme verdi når den totale årlige energiproduksjonen er lik den totale årlige energibruken, som i tilfellet årlig netto nullenergibruk (for en bestemt energibærer). For små produksjonsmengder vil egenforbruket være høyt, nær 100 prosent, mens egenproduksjonen vil være lav, ned mot 0 prosent. Hvis den lokale produksjonen øker utover nettonullpunktet (for eksempel når området blir årlig nettoeksportør av energi), vil adferden til de to indikatorene reverseres og egenproduksjonen være høyere enn egenforbruket. De to vil imidlertid aldri nå ekstreme verdier. Typisk vil de to indikatorverdiene endre seg etter hvert som den lokale produksjonen øker, som en slags logaritmeadferd: raskere endringer i begynnelsen, etterfulgt av en saktere endringsrate. En slik generell adferd vil naturligvis påvirkes ved bruk av lokal energilagring.

Tabell 19. Oppsummering av beregning av KPI ENE2.3.

<b>ENE2.3</b>	<b>Egenforbruk</b>
Formål	Øke egenforbruket av lokal energiproduksjon. Introduksjon av lokal energiproduksjon fra fornybare kilder vil redusere behovet for importert energi og også klimagassutslippene fra <i>KGU1.4 Energibruk i drift (B6)</i> .
Beskrivelse	Nøkkelindikatoren Egenforbruk beregnes for elektrisitet med timesoppløsning eller lavere på systemgrensenivå for områdevurdering ved bruk av formlene <b>Error! Reference source not found.</b> ] og <b>Error! Reference source not found.</b> ].
Metode	Egenforbruket utledes fra lastprofiler per time for elektrisitetsproduksjon og elektrisitetsbruk i ZEN-pilotområdet. Lastprofiler per time kan genereres ved hjelp av simuleringstøytøy for et byggs energiytelse og solkraft eller PROFet (det kan være nødvendig å kombinere flere verktøy) Dersom timesmåling ikke er mulig, kan egenforbruksberegningene fullføres eller erstattes av simuleringer.
Oppnåelige poeng	2 poeng
ZEN KPI-vurdering	Denne nøkkelindikatoren vurderes ut ifra prosentverdien av egenforbruket av elektrisitet i ZEN-pilotområdet. 1 poeng hvis egenforbruket er $25 < 50 \%$ 2 poeng hvis egenforbruket er $> 50 \%$
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lagringsløsninger (elektrisitet) og optimal kontroll kan øke egenforbruket ved å flytte elektrisitetsbruken til timer med elektrisitetsproduksjon.</li> <li>- Retningen på solcellepaneler kan justeres til å passe bedre til energibruken i området.</li> </ul>

#### ENE2.4 Netto lastprofiler

De årlige netto lastprofilene viser netto levert og eksportert energi for ulike energibærere for området over ett år og for hvert tidsintervall, se Tabell . I den netto årlige lastprofilen får energiimport en positiv verdi, mens eksport får en negativ verdi, som vist i Figur 14. Lastvarighetskurven kan fastsettes ved å sortere verdiene av netto lastprofilene.

Netto årlig lastprofil og lastvarighetskurven beregnes eller måles på systemgrensenivå for områdevurdering for den enkelte energibærer med timesoppløsning eller lavere. Disse bør beregnes for ZEN-piloten og referanseprosjektet. Verdien av den årlige netto lastprofilen er å illustrere energiflyten gjennom året. Verdien av netto lastvarighetskurven er å gi nyttig informasjon til strategisk planlegging, implementering og drift av energisystemet. Denne type grafisk informasjon gir umiddelbar visuell forståelse av ulikhetene mellom de alternative løsningene.

Tabell 20 Oppsummering av beregning av KPI ENE2.4.

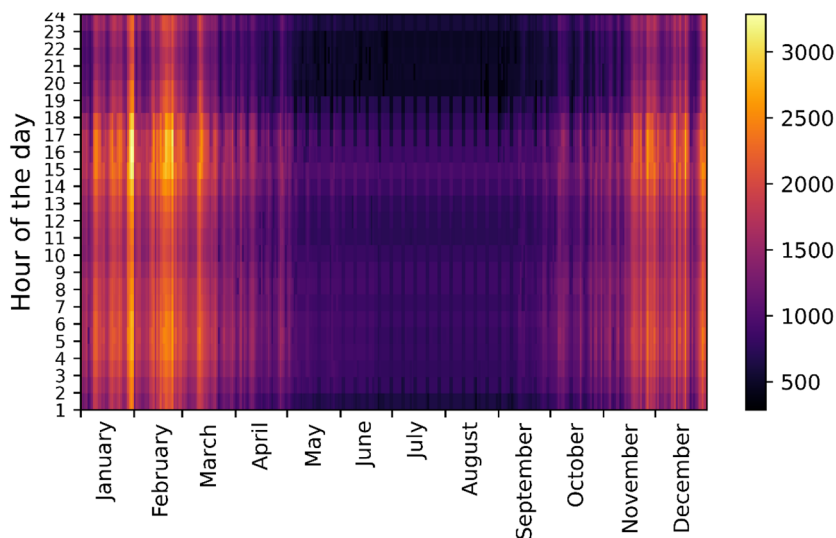
<b>ENE2.4</b>	<b>Netto lastprofiler</b>
Formål	Få visuell forståelse av energiflyten mellom området og omkringliggende energinett, samt netto energibruk for den enkelte energibæreren. Det kan bidra til å redusere maksimal last og maksimal eksport av elektrisitet og fjernvarme for å redusere belastningen på energinettet i planleggingsfasen. Ved å redusere effekttoppene i energinettet kan området redusere behovet for nettinvesteringer og de utslipp det medfører.

Beskrivelse	Netto årlig lastprofil og lastvarighetskurven beregnes eller måles på systemgrensenivå for områdevurdering for den enkelte energibærer med timesoppløsning eller lavere. Disse bør beregnes for ZEN-piloten og referanseprosjektet.
Metode	IEA EBC Annex 67, Engineering practices in the ZEN research centre
Oppnåelige poeng	1 poeng
ZEN KPI-vurdering	Dette poenget gis for å dokumentere netto lastprofil for bruk av elektrisitet og fjernvarme hver time (eller mindre) i Z og R over ett år.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieffektive bygninger kan redusere behovet for energi når etterspørselen er høyest.</li> <li>- Ved å bruke pumper og/eller ikke-elektrisk oppvarming kan en redusere elektrisitetsbruken når etterspørselen er høyest (sammenlignet med direkte elektrisk oppvarming).</li> <li>- Solcellepaneler reduserer behovet for å importere elektrisk strøm, men kan føre til økt eksport. Ved å øke egenforbruket av solenergi, kan en redusere maksimal eksport.</li> <li>- Lagringsløsninger (oppvarming og elektrisitet) kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i energinettet.</li> <li>- Optimal kontroll kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i nettet og skape en flatere profil.</li> </ul>

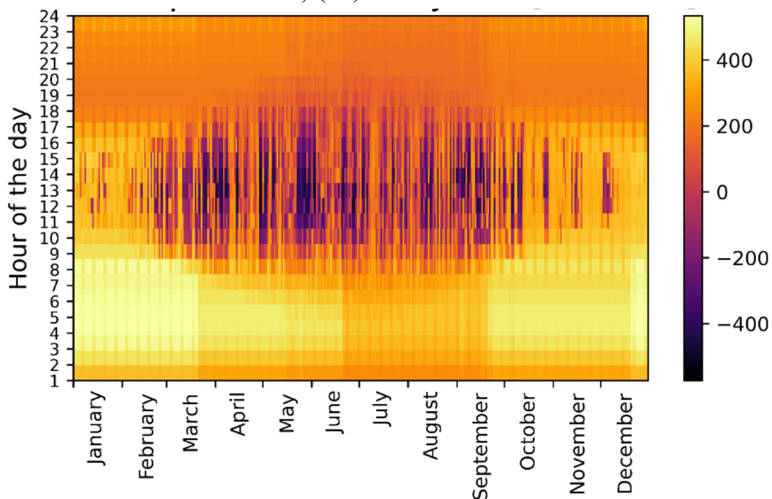
#### ENE2.5 Fargekodede teppeplott

Fargekodede teppeplott er en alternativ metode for å visualisere levert og eksportert energiflyt mellom området og omkringliggende energisystem. Den bygger på samme informasjon som netto lastprofiler, se

Tabell . Et fargekodet teppeplott er en praktisk grafisk fremstilling av energiutveksling mellom området og energinettene. Først legges levert og eksportert energi sammen til en enkelt mengde, på samme måte som for netto lastvarighetskurven, der en går ut ifra at eksport er positivt og forsyning er negativt. Mengden kan også avleses fra et netto målesystem. Timedata arrangeres på to akser. Den *første* har de 24 timene i døgnet og den *andre* de 365 dagene i året. En fargeskala legges inn for å vise graderingen mellom netto leveranse og netto eksport av energi til og fra området. I Figur 20 og Figur 21 er det to eksempler på fargekodede teppeplott.



Figur 20. Fargekodet teppeplott som viser netto elektrisitetimport for Ydalir i referanseprosjektet (med elektrisk varmtvannsbeholder) (51)



Figur 21. Fargekodet teppeplott som viser planlagt netto elektrisitetimport for Ydalir (med fjernvarme og solcellepaneler). Negative verdier viser elektrisiteteksport til nettet (51).



Tabell 21 Oppsummering av beregning av KPI ENE2.5

<b>ENE2.5</b>	<b>Fargekodet teppeplott</b>
Formål	Få visuell forståelse av energiflyten mellom området og omkringliggende energinett, samt energibruk for den enkelte energibæreren. Det kan bidra til å redusere maksimal last og maksimal eksport av elektrisitet og fjernvarme for å redusere belastningen på energinettet i planleggingsfasen. Ved å redusere effekt-toppene i energinettet kan området redusere behovet for nettinvesteringer og de utslipp det medfører.
Beskrivelse	Et fargekodet teppeplott er en visualisering av levert og eksportert energi (som netto årlig lastprofil) per energibærer. Et fargekodet teppeplott er en praktisk grafisk fremstilling av energiutveksling mellom området og energinettene.
Metode	IEA EBC Annex 67, Engineering practices in the ZEN research centre
Oppnåelige poeng	1 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poenget gis for å dokumentere fargekodet teppeplott for netto energibruk per time (eller mindre) for elektrisitet, fjernvarme og drivstoff i Z og R over ett år.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieffektive bygninger kan redusere behovet for energi når etterspørselen er høyest.</li> <li>- Ved å bruke pumper og/eller ikke-elektrisk oppvarming kan en redusere elektrisitetsbruken når etterspørselen er høyest (sammenlignet med direkte elektrisk oppvarming).</li> <li>- Solcellepaneler reduserer behovet for å importere elektrisk strøm.</li> <li>- Lagringsløsninger (oppvarming og elektrisitet) kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i energinettet.</li> <li>- Optimal kontroll kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i nettet og skape en flattere profil.</li> </ul>

## Effekt

Et nullutslippsnabolag styrer energistrømmer i bygninger og mellom bygninger og utveksler energi med det omkringliggende energisystemet på en **fleksibel** måte. Det responderer på signaler fra smarte nett og letter overgangen til et **utslippsfritt energisystem** gjennom bedre regulering av variabel fornybar energi og bedre utnyttelse av eksisterende energiinfrastruktur. ZEN-definisjonen har derfor sterkt fokus på effektflyt gjennom energinett (elektrisitet og fjernvarme). Nøkkelindikatorerne for effekt er rettet utelukkende mot energiflyt mellom området og omkringliggende energinett i driftsfasen. Energiflyt i driftsfasen skal imidlertid estimeres i alle prosjektfaser. I den strategiske planleggings- og implementeringsfasen bør nøkkelindikatorerne estimeres, f.eks. ved hjelp av simuleringer. Alle nøkkelindikatorerne beregnes med timesopløsning eller lavere. Alle effektnøkkelindikatorer vurderes på systemgrensenivå for områdevurdering.

### Beskrivelse av ZEN-pilotområdet (Z) og referanseprosjektet (R) med og uten optimal kontroll

Referanseprosjektet (R) representerer «business-as-usual» og er basert på gjeldende byggtekniske forskrifter (TEK) for nye bygninger (43) og gjeldende historiske byggeforskrifter for eksisterende bygninger, mens ZEN-pilotområdet (Z) representerer området som bygget / som planlagt. Nøkkelindikatorerne i dette kapitlet presenteres under vurderingskriteriet «lastfleksibilitet» for å vurdere i hvor stor grad området utveksler energi med det omkringliggende energisystemet på en fleksibel måte. For disse indikatorerne må en definere ytterligere to scenarier/referanser. Det første er ZEN-pilotområdet uten optimal kontroll (Z-nO). Det andre er referanseprosjektet med optimal kontroll (R-O). I disse scenarioene konstrueres området på samme måte som i ZEN-pilotområdet (Z) og referanseprosjektet (R), men R-O gir ikke lastfleksibilitet. Ved å introdusere disse scenarioene er det mulig å beskrive om ulikhetene i utveksling mellom området og energinettene skyldes energieffektivitet eller fleksibel drift / optimal kontroll, se Tabell .

Tabell 22 Beskrivelse av ZEN-pilotområdet (Z) og referanseprosjektet (R) med og uten optimal kontroll.

	ZEN pilotområde		Referanseprosjekt	
Optimal kontroll	Ja, optimal kontroll	Nei, ikke optimal kontroll	Ja, optimal kontroll	Nei, ikke optimal kontroll
Forkortelse	Z	Z-nO	R-O	R

### Nødvendig dokumentasjon for beregning av effektnøkkelindikatorer

En forutsetning for nøkkelindikatorerne for effekt er at dokumenteringskravene for energikategorien og nøkkelindikatorer er oppfylt. Dokumenteringskravene for effektkategorien bygger på dokumenteringskravene og nøkkelindikatorerne for energikategorien. I Tabell 20 er det en liste over nødvendig dokumentasjon for beregning av effektnøkkelindikatorer.

Tabell 20. Liste over dokumentasjon for beregning av effektnøkkelindikatorer.

KPI	Beskrivelse	Datatype	Enhet	Vurderingsnivå	Scenarioer
<i>Error! Reference source not found.</i>	Maksimal last (import)	Maksimal verdi fra netto lastvarighetskurve	kWh/t*	N	Z og R
<i>Error! Reference source not found.</i>	Maksimal eksport	Maksimal verdi fra netto lastvarighetskurve	kWh/t*	N	Z og R
EFF3.3 <i>Energibelastning</i>	Energi-belastning	Netto levert energi i timer med høy belastning i nettet	kWh/år*	N	Z og R
EFF3.4 <i>representative dager</i>	Represen-tative dager	Daglige lastprofiler	kWh/t*	N	Z, Z-nO**, R, R-O**
EFF3.5 <i>Endring i levert energi</i>	Endring i levert energi	Endring i levert energi i scenarioene Z og Z-nO og R og R-O	kWh/år*	N	Z, Z-nO**, R, R-O**
EFF3.6 <i>Endring i driftskostnader</i>	Endring i drifts-kostnader	Endring i driftskostnader i scenarioene Z og Z-nO og R og R-O	NOK/år*	N	Z, Z-nO**, R, R-O**
EFF3.7 <i>Endring i energibelastning</i>	Endring i energi-belastning	Endring i levert energi i scenarioene Z og Z-nO og R og R-O	kWh/år*	N	Z, Z-nO**, R, R-O**
EFF3.8 <i>Endring i maksimal last</i>	Endring i maksimal last	Endring i levert energi i scenarioene Z og Z-nO og R og R-O	kWh/t*	N	Z, Z-nO**, R, R-O**

\* For elektrisitet og fjernvarme

\*\* Kun til beregning av nøkkelindikatorenes lastfleksibilitet (EFF3.4 - EFF3.8)

## Vurderingskriterier

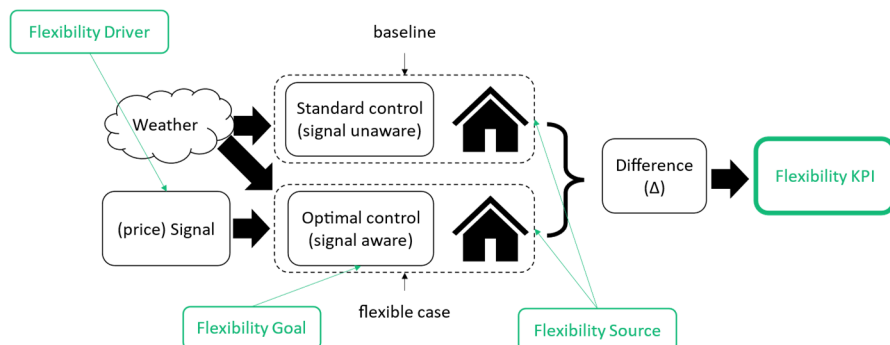
Effektkategorien er delt inn i to vurderingskriterier: «effektytelse» og «lastfleksibilitet».

*Effektytelse:* Dette vurderingskriteriet vurderer effektytelse og belastning av området på elektrisitetsnettet og fjernvarmenettet. Nøkkelindikatorerne inkluderer EFF3.1–EFF3.4. For alle disse nøkkelindikatorerne måles ytelsen som differensen mellom ZEN-pilotområdet (Z) og referanseprosjektet (R).

*Lastfleksibilitet:* Dette vurderingskriteriet viser om området utveksler energi med det omkringliggende energisystemet (elektrisitet og fjernvarme) på en fleksibel måte. Nøkkelindikatorerne inkluderer EFF3.5–EFF3.8. Nøkkelindikatorerne er utviklet gjennom arbeid i ZEN-forskningscenteret da det er nyttig for nullutslippsområder å evaluere rollen til sluttbrukerfleksibilitet og -kontroll.









Energifleksibilitet defineres som en bygnings eller et områdes evne til å styre den eller dets behov, lagring og lokale produksjon for å respondere på eksterne signaler, samtidig som brukerens behov og komfort ivaretas (52). Det resulterer i lastprofiler (dvs. timesverdier eller mindre for netto energibehov) i strømmnett som avviker fra typiske nett. Metodikken for å beregne nøkkelindikatorer for lastfleksibilitet er basert på en sammenligning mellom to scenarioer: ett fleksibelt scenario der fleksibilitetskildene aktiveres for å oppnå et mål som svar på en drivfaktor og et referansescenario som er upåvirket av drivfaktoren. Lastfleksibilitetsindikatorerne vil reflektere differansen i lastprofiler i ZEN-pilotområdet som bygget/som planlagt (Z) og i samme område, men der det er lite kontroll og behovsstyring (Z-nO),

eller i noen tilfeller mellom referanseprosjektet med og uten optimal kontroll (R og R-O). Dette er forklart skjematisk i Figur 22.



Figur 22 Skjematisk fremstilling av metodikken for å beregne nøkkelindikatorer for fleksibilitet (52).

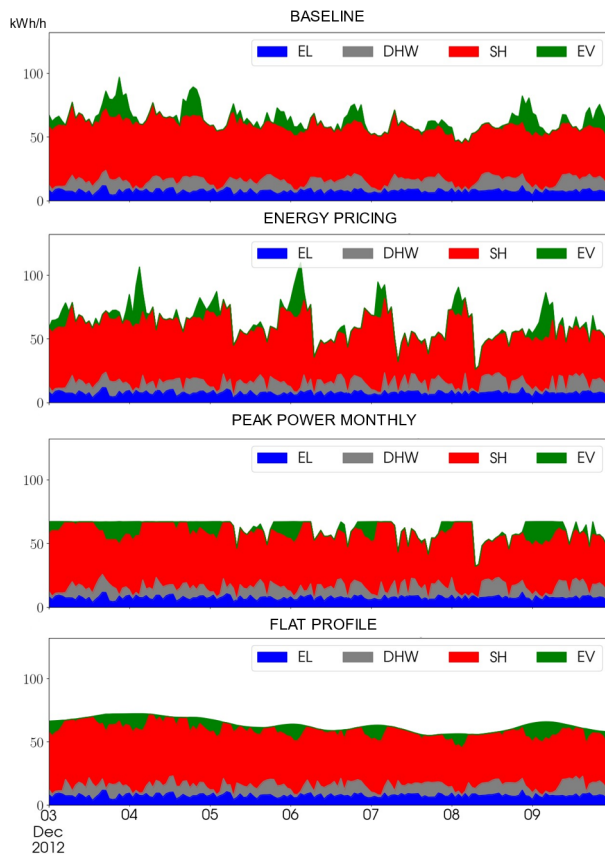
Fleksibilitetsindikatorer kan beregnes for kombinasjoner av tre elementer: fleksibilitetskilde, drivfaktor for fleksibilitet og fleksibilitetsmål. I Figur 23 er det et visuelt sammendrag av de ulike kombinasjonene.

<b>Flexibility Source</b>	Domestic Hot Water (DHW) 	Space Heating (SH) 	Electric Vehicle (EV) 	All together 
<b>Flexibility Driver</b>	Energy price Spot Price 		+	Grid tariff Time of Use 
<b>Flexibility Goal</b>	(operational) Cost minimization (for the user) 		Flat profile (as possible, containing losses) 	

Figur 23 Visuelt sammendrag av drivfaktorer og mål for fleksibilitet i kombinasjon med ulike fleksibilitetskilder (52).

Nøkkelindikatorene under vurderingskriteriet «lastfleksibilitet» kan brukes til å evaluere effektene av kortsiktig lastflytting<sup>3</sup> og lagringsløsninger og hvor godt de responderer på signaler fra smarte nett. Slike signaler kan være prissignaler, informasjon om CO<sub>2</sub>-innholdet i den produserte energien på ulike tidspunkt i løpet av dagen, samt informasjon om problemer forbundet med flaskehals i nettet, f.eks. topplasttimer i (distribusjons-)nettet. Målet med dette vurderingskriteriet er å vurdere kortsiktige variasjoner og kortsiktig lagring, både termisk og elektrisk, da det er vanlige alternativer i et område. Med lagring mener vi både fysisk lagring, som lagring av varmtvann i beholdere og batterier (inkl. i elektriske kjøretøy), og virtuell lagring, som omlegging av et byggs varmemønstre til andre formål samt respons på nettsignaler utover termostatisk kontroll. Det innebærer en kombinasjon av fysisk varmelagring i byggets termiske masse og endring i temperaturprofilen innendørs. Fysisk og virtuell lagring kan også styres på ulike måter, noe som fører til ulike strategier for «smart styring» med ulike formål. Figur 24 gir et eksempel på en enkelt bygning med solcellepaneler og batteri, der målet er å begrense netto elektrisitetseksport til nettet.

<sup>3</sup>) Flexibilitet bør legge til rette for overgang til et utslippsfritt energisystem og reduksjon av effekt- og varmebehov.



Figur 24 Boligblokk med panelovner, vinteruke. Referansescenario (øverst) og fleksible scenarier med ulike drivfaktorer/mål for fleksibilitet. EL = elektrisk-spesifikt VV = varmtvann RO = romoppvarming EK = elektrisk kjøretøy (52).

### EFF3.1 Maksimal last

Nøkkellindikatoren Maksimal last (EFF3.1) og *EFF3.2 Maksimal eksport* er ekstremverdiene for netto lastvarighetskurven som vist i Figur 15. Nøkkellindikatoren Maksimal last refererer til den maksimale positive timesverdien for elektrisitet og fjernvarme som leveres til området i løpet av et år i drift, se Tabell 21. Maksimal last skal beregnes for ZEN-pilotområdet og for referanseprosjektet.

Tabell 21. Oppsummering for beregning av KPI EFF3.1

<b>EFF3.1</b>	<b>Maksimal last</b>
Formål	Formålet er å redusere maksimal last for elektrisitet og fjernvarme og dermed belastningen på energinettet. Ved å redusere effekttoppene i energinettet kan området redusere behovet for nettinvesteringer og de klimagassutslipp det medfører.
Beskrivelse	Maksimal last per time eller mindre for elektrisitet og fjernvarme på systemgrensenivå for områdevurdering beregnes for ZEN-pilotområdet og referanseprosjektet.
Metode	IEA EBC Annex 67, Engineering practices in the ZEN research centre
Oppnåelige poeng	6 poeng
ZEN KPI-vurdering	Nøkkellindikatoren vurderes ut ifra prosentvis (%) reduksjon i maksimal last i ZEN-pilotområdet sammenlignet med referanseområdet. Grense- og målverdier vil bli videreutviklet i det fremtidige ZEN-arbeidet.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Et energieffektivt bygg kan redusere behovet for energi i de kaldeste timene i året.</li> <li>- Bruk av varmpumper og/eller ikke-elektrisk oppvarming kan redusere den elektriske topplasten (sammenlignet med direkte elektrisk oppvarming).</li> <li>- Solcellepaneler reduserer behovet for å importere elektrisk strøm.</li> <li>- Lagringsløsninger (oppvarming og elektrisitet) kan flytte behovet for energiimport i topplasttimer.</li> <li>- Optimal kontroll kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i nettet og skape en flatere profil.</li> </ul>

### EFF3.2 Maksimal eksport

Nøkkellindikatoren Maksimal eksport referer til den maksimale netto timesverdien av elektrisitet (dvs. når produsert elektrisitet er større enn elektrisitetsbruken) som eksporteres fra området i løpet av et år i drift, se Tabell 22. Hvis det ikke er nettoeksport, er maksimal eksport lik null. Eksport av fjernvarme beregnes ikke i denne nøkkellindikatoren på nåværende tidspunkt, ettersom eksport av varme er mer avansert enn eksport av elektrisitet, men dette kan bli relevant i fremtidige versjoner av ZEN-definisjonen.

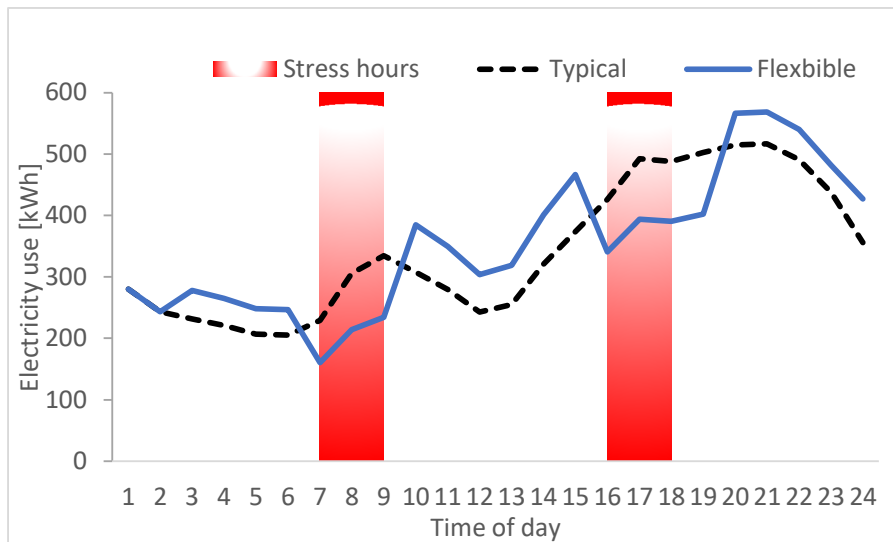
Tabell 22. Oppsummering for beregning av KPI EFF3.2

<b>EFF3.2</b>	<b>Maksimal eksport</b>
Formål	Maksimal eksport bør ikke overskride maksimal last (import) og bør ikke være en dimensjonerende faktor for elektrisitetsnettet. Ved å redusere effekttoppene i energinettet kan området redusere behovet for nettinvesteringer og de klimagassutslipp det medfører.
Beskrivelse	Maksimal eksport per time eller mindre på systemgrensenivå for område-vurdering i ZEN-pilotområdet over en periode på ett år.
Metode	IEA EBC Annex 67, Engineering practices in the ZEN research centre
Oppnåelige poeng	2 poeng
ZEN KPI-vurdering	2 poeng tildeles hvis: Maksimal eksport av elektrisitet < Maksimal last av elektrisitet i ZEN-pilotområdet
Beste praksis	Lagringsløsninger (elektrisitet) og optimal kontroll kan øke egenforbruket ved å flytte elektrisitetsbruken til timer med elektrisitetsproduksjon.

EFF3.3 Energibelastning

Det vil være høyere kraftetterspørsel i energinettet noen timer på dagen. I Norge er det vanligvis tidlig på morgenen (07.00–09.00) og sent på ettermiddagen på arbeidsdager (16.00–18.00), se

Tabell 23. Disse timene kalles timer med høy belastning, og hvis området kan redusere kraftetterspørselen i disse timene, vil energibelastningen i nettet reduseres. I Figur 25 bruker et ZEN-pilotområde optimal kontroll til å redusere lasten i timer med høy belastning. Ved å redusere belastningen i energinettet kan området redusere behovet for nettinvesteringer og de klimagassutslipp det medfører.



Figur 25 Alternative lastprofiler i et område med (fleksibel) og uten optimal kontroll (typisk) for å redusere energibruken i timer med høy belastning.



Tabell 23 Oppsummering av beregning av KPI EFF3.3.

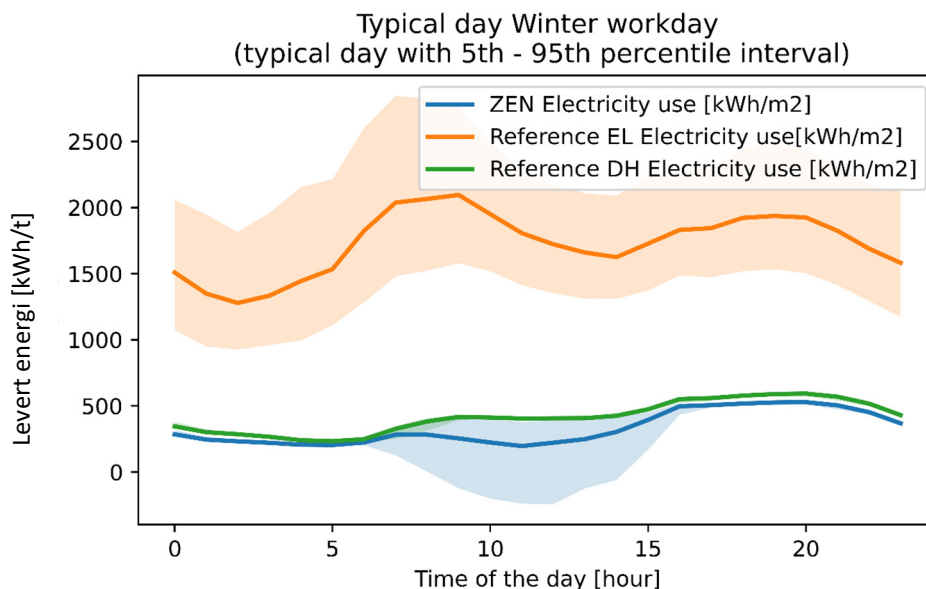
<b>EFF3.3</b>	<b>Energibelastning</b>
Formål	Det vil være høyere kraftteterspørsel i energinettet noen timer på dagen, vanligvis på morgenen og kvelden. Disse timene kan kalles timer med høy belastning, og hvis området kan redusere kraftteterspørselen i disse timene, vil energibelastningen i nettet reduseres.
Beskrivelse	Forskjellen i energibruk som er forhåndsdefinert som timer med høy belastning i energisystemet, f.eks. toppplastimer i nettet. I Norge er det vanligvis tidlig på morgenen (07.00–09.00) og sent på ettermiddagen på arbeidsdager (16.00–18.00), når lastprofilen for elektrisitet og fjernvarme beregnes per time eller mindre på systemgrensenivå for områdevurdering i ZEN-pilotområdet over en periode på ett år.
Metode	IEA EBC Annex 67, Engineering practices in the ZEN research centre
Oppnåelige poeng	6 poeng
ZEN KPI-vurdering	Nøkkellindikatoren vurderes ut ifra en prosentvis reduksjon i levert energi i timer med høy belastning i ZEN-pilotområdet sammenlignet med levert energi i timer med høy belastning i referanseprosjektet (R). Grense- og målverdier vil bli videreutviklet i det fremtidige ZEN-arbeidet.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieffektive bygninger kan redusere behovet for energi når etterspørselen er høyest.</li> <li>- Ved å bruke pumper og/eller ikke-elektrisk oppvarming kan en redusere elektrisitetsbruken når etterspørselen er høyest (sammenlignet med direkte elektrisk oppvarming).</li> <li>- Solcellepaneler reduserer behovet for å importere elektrisk strøm.</li> <li>- Lagringsløsninger (oppvarming og elektrisitet) kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i energinettet.</li> <li>- Optimal kontroll kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i nettet og skape en flatere profil.</li> </ul>

#### EFF3.4 representative dager

Diagram over representative dager viser gjennomsnittlig netto import av elektrisitet og fjernvarme i et område for ulike scenarioer, se Tabell 24. De kan vise netto gjennomsnittsimpport for hele året eller for forskjellige årstider og separate dager. I Figur 26 er det et eksempel på en representativ daglig profil for netto levert elektrisitet (elektrisitetsbruk minus elektrisitetsproduksjon) for arbeidsdager om vinteren i ulike scenarioer i ett av pilotområdene. figuren viser representativt elektrisitetsbruk for ZEN-pilotområdet med fjernvarme (ZEN) og referanseområdet (R) med fjernvarme og elektrisk oppvarming. Linjene i figuren viser gjennomsnittlig netto elektrisitetsprofil på en arbeidsdag om vinteren. Det skraverte feltet rundt linjene viser variasjon i elektrisitetsbruk (arbeidsdag om vinteren) fra 5.–95. persentilintervall.

Figuren viser at representativ netto levert elektrisitet på en arbeidsdag om vinteren når en topp på morgenen og ettermiddagen. Det er fordi det er mange boliger i dette pilotområdet. Det betyr at det er en topp i energibruken på morgenen før beboerne går på jobb, og igjen på ettermiddagen på grunn av matlaging, belysning, utstyr, lading av elektriske kjøretøy og oppvarming (i referansescenarioet EL). Referanseområdet med elektrisk oppvarming viser at bruk av elektrisitet på arbeidsdager om vinteren er mye høyere enn i andre scenarioer. Det er fordi elektrisiteten brukes til oppvarming i dette scenarioet. Det er også større variasjon i daglig bruk av elektrisitet i dette scenarioet på grunn av sammenhengen

mellom utendørstemperatur og elektrisitet som brukes til oppvarming. Pilot- og referanseområdet med fjernvarme har en liknende representativ elektrisitetsbruksprofil på hverdager om vinteren, men netto levert elektrisitet er lavere i ZEN-scenariet midt på dagen. Det skyldes elektrisitetsproduksjon fra solcellepaneler. Noen dager er det til og med eksport av elektrisitet på arbeidsdager om vinteren i ZEN-scenariet.



Figur 26. Representativ netto levert elektrisitet i et av pilotområdene på arbeidsdager om vinteren.

Tabell 24. Oppsummering for beregning av KPI EFF3.4

EFF3.4	Representativ dag
Formål	Få bedre forståelse av energiflyten mellom energinettet og området.
Beskrivelse	Representative daglige lastprofiler for hver time på en gjennomsnittsdag med netto import av elektrisitet og fjernvarme fra nettet til området.
Metode	IEA EBC Annex 67, Engineering practices in the ZEN research centre
Oppnåelige poeng	2 poeng
ZEN KPI-vurdering	1 poeng for én graf for Z og R. 2 poeng for forskjellige årstider/hverdager for Z, R og/eller Z-nO og R-O.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Et energieffektivt bygg kan redusere behovet for energi i de kaldeste timene i året.</li> <li>- Bruk av pumper og/eller ikke-elektrisk oppvarming vil redusere topplasttimer i nettet (sammenlignet med direkte elektrisk oppvarming).</li> <li>- Solcellepaneler reduserer behovet for å importere elektrisitet.</li> <li>- Lagringsløsninger (oppvarming og elektrisitet) kan flytte behovet for energiimport i topplasttimer.</li> <li>- Optimal kontroll kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i nettet og skape en flatere profil.</li> </ul>

### EFF3.5 Endring i levert energi

Endring i levert energi fokuserer på forskjellen i total energibruk mellom ZEN-pilotområdet med/uten optimal kontroll (Z/Z-nO) og/eller referanseprosjektet med/uten optimal kontroll (R/R-O). Det gjør at en tydelig kan kvantifisere innvirkningen av lastfleksibilitet, se Tabell .

Tabell 28 Oppsummering for beregning av KPI EFF3.5.

<b>EFF3.5</b>	<b>Endring i levert energi</b>
Formål	Området utveksler energi med det omkringliggende energisystemet på en fleksibel måte som reduserer områdets totale energibruk. Redusert levert energi kan bidra til å minske klimagassutslippene fra <i>KGU1.4 Energibruk i drift (B6)</i> .
Beskrivelse	Forskjellen mellom energibruk i ZEN-pilotområdet (Z) og referanseprosjektet (R) er beregnet i <i>ENE2.2 Levert energi</i> . Denne indikatoren ser på forskjellen mellom ZEN-pilotområdet med og uten optimal kontroll (Z og Z-nO). Forskjellen i netto levert elektrisitetsbruk ved beregning av lastprofil for elektrisitet og fjernvarme per time eller mindre, beregnes på systemgrensenivå for områdevurdering for ZEN-pilotområdet og referanseprosjektet (Z) og det ikke-optimaliserte ZEN-pilotområde (Z-no) over ett år.
Metode	IEA EBC Annex 67, Engineering practices in the ZEN research centre
Oppnåelige poeng	1 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poenget tildeles for å dokumentere endring i energibruk (kWh/år) for Z og Z-nO og/eller R og R-O for elektrisitet og fjernvarme.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lagringsløsninger (oppvarming og elektrisitet) kan flytte behovet for energiimport i topplasttimer.</li> <li>- Optimal kontroll kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i nettet og skape en flatere profil.</li> </ul>

### EFF3.6 Endring i driftskostnader

Endring i driftskostnader fokuserer på forskjellen i driftskostnader som følge av energibruk mellom ZEN-pilotområdet med/uten optimal kontroll (Z/Z-nO) og/eller referanseprosjektet med/uten optimal kontroll (R/R-O). Det gjør at en tydelig kan kvantifisere innvirkningen av lastfleksibilitet, se Tabell 25.

Tabell 25 Oppsummering av beregning av KPI EFF3.6.

<b>EFF3.6</b>	<b>Endring i driftskostnader</b>
Formål	Området utveksler energi med det omkringliggende energisystemet på en fleksibel måte som reduserer områdets driftskostnader for energi.
Beskrivelse	Driftskostnadene for ZEN-pilotområdet (Z) beregnes i <i>ØKO6.2 Driftskostnader</i> . Denne indikatoren ser på forskjellen mellom driftskostnader for energi mellom ZEN-pilotområdet med og uten optimal kontroll (Z og Z-nO). Forskjellen i driftskostnader for energibruk ved beregning av lastprofil per time eller mindre, beregnes på systemgrensenivå for bygnings- eller områdevurdering for ZEN-pilotområdet og referanseprosjektet (Z) og det ikke-optimaliserte ZEN-pilotområde (Z-no) over ett år.
Metode	IEA EBC Annex 67, Engineering practices in the ZEN research centre
Oppnåelige poeng	1 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poenget tildeles for å dokumentere endring i kostnader (NOK/år) for Z og Z-nO og/eller R og R-O for elektrisitet og fjernvarme.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lagringsløsninger (oppvarming og elektrisitet) kan flytte behovet for import av energi til timer med lavere energikostnader og/eller redusere energibruken for noen laster (belastningsfrakopling).</li> </ul>

EFF3.6	Endring i driftskostnader
	- Optimal kontroll kan endre/frakoble behovet for energiimport i timer med høye energikostnader

### EFF3.7 Endring i energibelastning

Endring i energibelastning ser på forskjellen i energibelastning mellom ZEN-pilotområdet med/uten optimal kontroll (Z/Z-nO) og/eller referanseprosjektet med/uten optimal kontroll (R/R-O). Det gjør det mulig å tydelig kvantifisere innvirkningen av lastfleksibilitet, se Tabell 26.

Tabell 26 Oppsummering av beregning av KPI EFF3.7.

EFF3.7	Endring i energibelastning
Formål	Området utveksler energi med det omkringliggende energisystemet på en fleksibel måte som reduserer energibruk i timer som er forhåndsdefinert som timer med høy belastning i energisystemet, f.eks. topplasttimer i nettet. I Norge er det vanligvis tidlig på morgenen og sent på ettermiddagen på arbeidsdager. Ved å redusere belastningen i energinettet kan området redusere behovet for nettinvesteringer og de klimagassutslipp det medfører.
Beskrivelse	Endringen i energibelastning mellom ZEN-pilotområde (Z) og referanseprosjektet (R) beregnes i <i>EFF3.3 Energibelastning</i> . Denne indikatoren ser på endringen i energibelastning mellom ZEN-pilotområdet med og uten optimal kontroll (Z og Z-nO). Endringen i energibruk i timer som er forhåndsdefinert som timer med høy belastning i energisystemet, dvs. topplasttimer i nettet. I Norge er det vanligvis tidlig på morgenen og sent på ettermiddagen på arbeidsdager når lastprofilen for elektrisitet og fjernvarme per time eller mindre beregnes på systemgrensenivå for områdevurdering for ZEN-pilotområdet og referanseprosjektet over ett år.
Metode	IEA EBC Annex 67, Engineering practices in the ZEN research centre
Oppnåelige poeng	1 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poenget tildeles for å dokumentere endring i energibelastning (kWh/år) for Z og Z-nO og/eller R og R-O for elektrisitet og fjernvarme.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lagringsløsninger (oppvarming og elektrisitet) kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i energinettet.</li> <li>- Optimal kontroll kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i nettet og skape en flatere profil.</li> </ul>

### EFF3.8 Endring i maksimal last

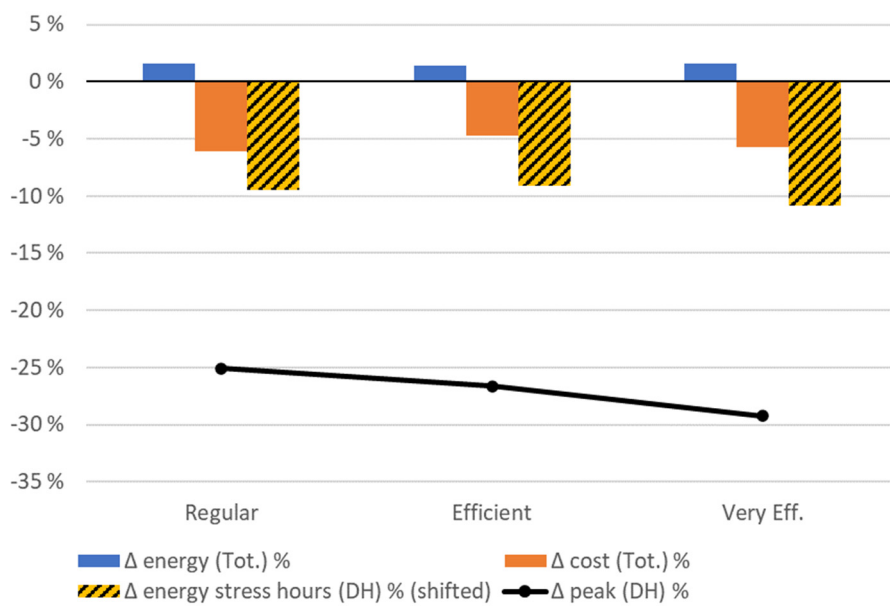
Endring maksimal last fokuserer på forskjellen i maksimal last mellom ZEN-pilotområdet med/uten optimal kontroll (Z/Z-nO) og/eller referanseprosjektet med/uten optimal kontroll (R/R-O). Det gjør det mulig å tydelig kvantifisere innvirkningen av lastfleksibilitet, se

Tabell 27.

Tabell 27 Oppsummering av beregning av KPI EFF3.8.

<i>EFF3.8</i>	<i>Endring i maksimal last</i>
Formål	Området utveksler energi med det omkringliggende energisystemet på en fleksibel måte som reduserer maksimal last i området (vanligvis importert energi, men det kan også være eksportert energi). Ved å redusere belastningen i energinettet kan området redusere behovet for nettinvesteringer og de klimagassutslipp det medfører.
Beskrivelse	Endringen i maksimal last mellom ZEN-pilotområde (Z) og referanseprosjektet (R) beregnes i <i>EFF3.1 Maksimal last</i> og <i>EFF3.2 Maksimal eksport</i> . Denne indikatoren ser på forskjellen mellom maksimal last mellom ZEN-pilotområdet med og uten optimal kontroll (Z og Z-nO). Den prosentvise forskjellen i maksimal last (maksimal import og maksimal eksport) ved beregning av lastprofil for elektrisitet og fjernvarme per time eller mindre, beregnes på systemgrensenivå for områdevurdering for ZEN-pilotområdet og referanseprosjektet (Z) og det ikke-optimaliserte ZEN-pilotområde (Z-no) over ett år.
Metode	1 poeng
Oppnåelige poeng	Poenget tildeles for å dokumentere endring i maksimal last for Z og Z-nO og/eller R og R-O for elektrisitet og fjernvarme.
ZEN KPI-vurdering	Denne nøkkelindikatoren vil bli vurdert ut ifra den prosentvise (%) reduksjonen i maksimal last (kWh/t) i ZEN-pilotområdet (Z) sammenlignet med maksimal last i det ikke-optimaliserte ZEN-pilotområdet (Z-nO)
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lagringsløsninger (oppvarming og elektrisitet) kan flytte behovet for energiimport i topplasttimer.</li> <li>- Optimal kontroll kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i nettet og skape en flatere profil.</li> </ul>

Nøkkelindikatorene for lastfleksibilitet kan oppsummeres i en graf som viser effektene av alle fleksibilitetsindikatorerne samlet, som vist i Figur 27. Dette eksempelet viser beregnede fleksibilitetsindikatorer for tre ulike skolebygg (ett vanlig, ett energieffektivt og ett svært energieffektivt). Eksempelet viser at mens endring i driftskostnader ( $\Delta$ kostnad), endring i energibelastning ( $\Delta$ energibelastning) og endring i maksimal last ( $\Delta$ maksimal last) er redusert, øker endring i levert energi ( $\Delta$ energi) ved innføring av optimal kontroll.



Figur 27 Eksempel på resultater fra energifleksibilitetsindikatorer i tre ulike skolebygg.

## Byform og arealbruk

Under planlegging av nullutslippsområder vil hver lokal kontekst ha sine egne utfordringer og muligheter. Forskning har vist at noen egenskaper knyttet til byform og arealbruk gir bedre forhold for å kunne kompensere for klimagassutslipp enn andre, selv innenfor samme kommunegrense. FNs klimapanel (IPCC) (53), har vist at kompakt byutvikling med høy tetthet og arealbruksmiks kombinert med god tilgang til fasiliteter, gangbare gater og nok grøntarealer, er spesielt viktig for lavt energibruk pr. innbygger, særlig i transport- og byggebransjen. Indirekte vil disse byformegenskapene også spare verdifulle ressurser og bedre opptaket av karbon gjennom bedre arealbruk og flere åpne, grønne områder.

Byform og arealbruk refererer til romlig struktur, arealbruksmønstre, formen på bygninger, gatenettverk og åpne offentlige rom. Følgende nøkkelindikatorer for byform og arealbruk er valgt fordi de bidrar til å redusere klimagassutslippene, men også fordi de har tilleggsfordeler som bedre livskvalitet, klimatilpasning, biologisk mangfold, helse og sosial rettferdighet. Byform og arealbruk bruker nøkkelindikatorer som fokuserer på steder innenfor byregioner. De kan være mindre egnet for områder utenfor bygrenser. Nøkkelindikatorene byform og arealbruk gjelder for systemgrensenivå for områdevurdering.

### Vurderingskriterier

Vurderingskriteriene for byform og arealbruk kan ses på som en oppsummering av ZEN Forsknings-senters arbeid med stedsindikatorer. De belyser de viktigste sidene ved byform og arealbruk (54–56). Stedsindikatorene er utviklet i nært samarbeid med Zen-pilotprosjekter i Trondheim, Bærum og Bodø. Alle beregninger som er anvendt kan måles med geografisk informasjonssystem-programvare (GIS) med åpen kildekode. Nødvendige bakgrunnsdata kan vanligvis innhentes fra kommunene enten i den tidlige planleggingsfasen (kommuneplan) eller i den sene planleggingsfasen (reguleringsplan). Disse nøkkelindikatorene gjelder for den strategiske planleggingsfasen. Til utarbeiding av nøkkelindikatorene trengs det grunnleggende kunnskap om GIS. Betegnelsen «planområde» er definert som den geografiske systemgrensen til ZEN-pilotområdet og brukes for alle BYF-nøkkelindikatorer. Nøkkelindikatorene er delt inn i fire vurderingskriterier: Tetthet og arealbruksmiks, bygningsslayout, gatenettverk og grønt åpent rom.

#### Tetthet og arealbruksmiks

Vurderingskriteriene tetthet og arealbruksmiks inneholder fire nøkkelindikatorer: BYF4.1 Befolkningstetthet, BYF4.2 Blokketetthet, BYF4.3 Arealbruksmiks, og BYF4.4 Tilgang til mangfold av fasiliteter.

#### BYF4.1 Befolkningstetthet

Høy tetthet av både beboere og arbeidsplasser innen gåavstand øker tjenestetilbudet og gir bedre forhold for delt mobilitet, som kollektivtransport og bildelingsløsninger, noe som kan bidra til lavere klimagassutslipp fra transport, inkludert produksjon av kjøretøy, se Tabell 28. Færre biler per husstand kan også bidra til å redusere klimagassutslippene fra byggebransjen da det vil bli bygget færre parkeringsplasser (57). Befolkningstetthet måles som det totale antall foreslåtte beboere og arbeidsplasser i planområdet med omkringliggende områder innen en avstand på 1000 meter, se Figur 28. Verdien kan enten måles fra en sentral lokasjon i planområdet eller ved å regne ut gjennomsnittet for hver blokk. Avstandsterskelen bør være innen gåavstand målt langs beleilige og trygge ruter (ikke luftlinjeavstand). Hvis en bare vet bygningens gulvareal (og ikke estimert antall beboere), kan en bruke



50 kvadratmeter bruttoareal per person for beboere og tjenester og 20 kvadratmeter bruttoareal for kontorplasser. Den oppsummerte verdien for planområdet kan enten måles fra en sentral lokasjon i planområdet eller ved å regne ut gjennomsnittet for hver bygning.



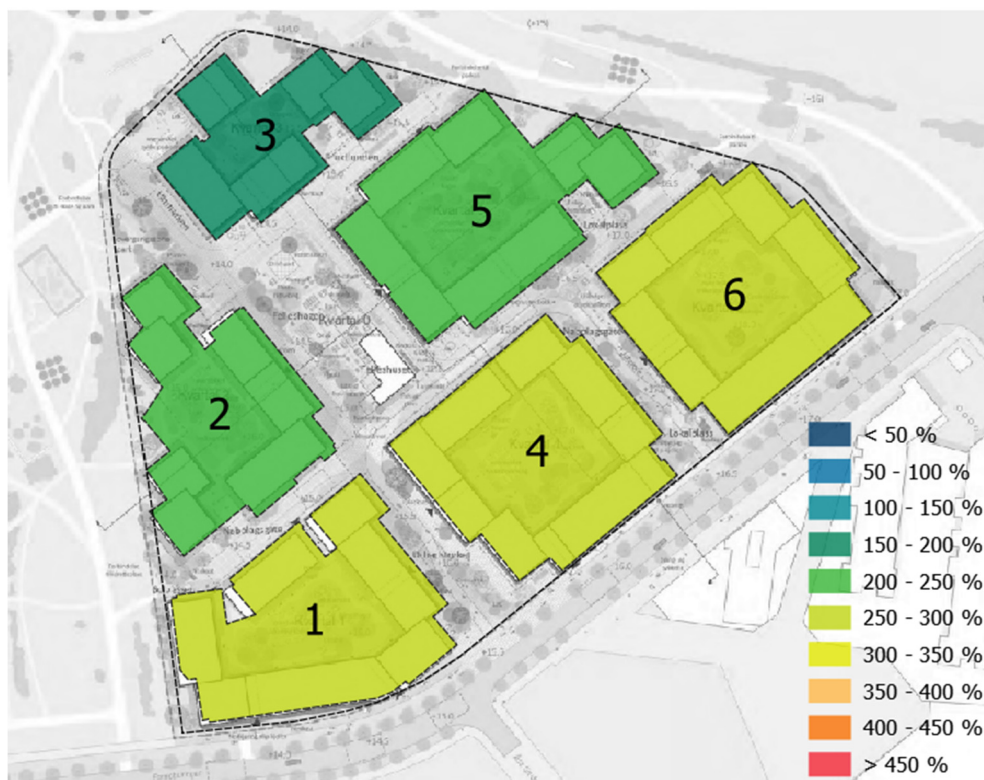
Figur 28. Kart over foreslått befolkningstetthet fra ZEN-pilotområdet ved Fornebu(56).

Tabell 28. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.1

BYF4.1	Befolkningstetthet
Formål	Støtte kollektivtransport, tilrettelegge for et marked for lokale tjenester som er viktige for innbyggernes dagligliv og trivsel samt for bedre muligheter til å gå og sykle. Befolkningstetthet er også viktig for tjenester innen delingsøkonomien som bildeling, smartlading og smarte nett.
Beskrivelse	Samlet antall beboere og arbeidsplasser innen en gåavstand på 1 km.
Metode	GIS-kartlegging med Place Syntax Tool (58).
Oppnåelige poeng	2 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poeng tildeles for befolkningstetthet (beboere + ansatte) innen en gåavstand på 1 km. 2 poeng: >10 000 1 poeng: 5 000–10 000 0 poeng: <5 000
Beste praksis	

#### BYF4.2 Blokketthet

Høy tetthet på blokknivå gir effektiv arealbruk i kombinasjon med fortetting på harde flater. Det minsker behovet for å utnytte nye grøntområder eller dyrkbar jord. Høy blokketthet og god balanse mellom bolig- og kontorareal gir gode forhold for smarte energiløsninger som reduserer klimagassutslippene pr. innbygger fra energisektoren, se Tabell 29. Høy blokketthet er en forutsetning for effektive fjernvarme- og kjølingsnettverk med smarte varmenett og gjør det lettere å oppnå elektrisitetsbalanse i nettet, inkludert elektrisk kollektivtransport (53). En finner blokkettheten ved å dele prosent bruttoareal på tomtearealet, se eksempel i Figur 29. Prosent bruttoareal finnes i planforslaget. Dersom tomteareal ikke er angitt, kan en definere arealet som et sted for bygging av bygninger som er separert fra andre tomter eller offentlige steder av gatemønsteret.



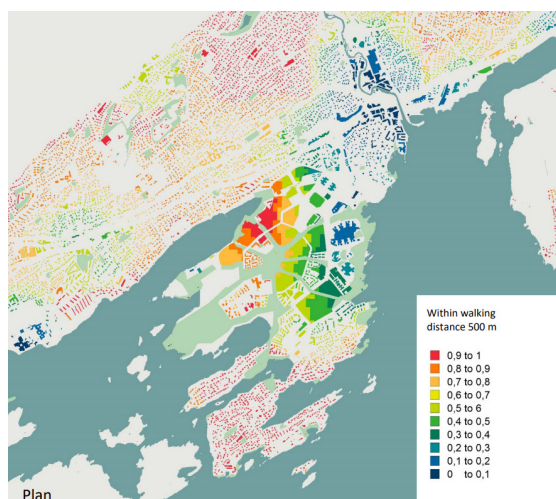
Figur 29. Kart over beregnet blokketthet på Nansenløkka i Fornebu pilotområde(59).

Tabell 29. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.2

BYF4.2	Blokketthet
Formål	Legge til rette for lavere klimagassutslipp ved å bevare grøntområder og redusere materialforbruket innen bygninger og infrastruktur per innbygger. En viss tetthet er nødvendig både for tilgang til et mangfold av fasiliteter og for å sikre at fasilitetene har en kundebase.
Beskrivelse	Poeng tildeles for bytomter med boliger. Merk at det er en viktig kontrast mellom tetthet og boligkvalitet.
Metode	GIS-kartlegging.
Oppnåelige poeng	1 poeng
ZEN KPI-vurdering	Det gis poeng for blokketthet: 1 poeng: 150–250 % 0 poeng: mindre enn 150 eller mer enn 250 %
Beste praksis	

### BYF4.3 Arealbruksmiks

Arealbruksmiks ser på balansen mellom beboere og arbeidere innenfor området og en gåavstand på 500 meter, se Tabell 31. FNs bosetningsprogram (UN-Habitat) legger vekt på å ha en viss blanding beboere og arbeidere(60). En god balanse er viktig for sambruk, tjenestenivå, sosial sikkerhet og økt mulighet for bærekraftig transport. En balanse på 40–60 prosent er svært bra, mens en balanse under 10–90 prosent, er ikke bra. Figur 30 viser antall beboere og arbeidere innen en gåavstand på 500 meter fra ZEN-pilotområdet på Fornebu, og Tabell 30 viser andelen beboere og arbeidere.



Figur 30. Kart over arealbruksmiks innen en gåavstand på 500 meter fra ZEN-pilotområdet på Fornebu. (56).

Tabell 30. Eksisterende og planlagt andel beboere og arbeidere innenfor ZEN-pilotområdet på Fornebu (56).

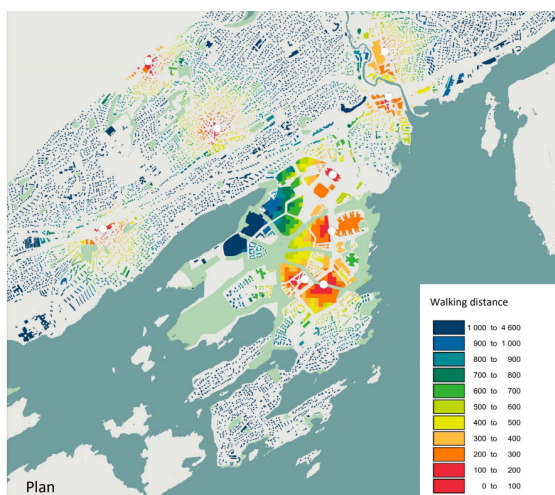
Type bruker	Eksisterende		Planlagt	
	Sum	Andel	Sum	Andel
Beboere	2 741	22 %	13 685	48 %
Arbeidere	9 718	78 %	14 825	52 %
SUM	12 459	100 %	28 510	100 %

Tabell 31. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.3

BYF4.3	Arealbruksmiks
Formål	For å få til en god blanding beboere og arbeidere er det viktig å tilrettelegge for sambruk, adekvat mengde og nivå av tjenester og fasiliteter, sosial sikkerhet og økt mulighet for bærekraftig transport, noe som igjen vil redusere klimagassutslippene fra delingstjenester og transport. I henhold til anbefalinger fra FNs bosetningsprogram bør bruttoarealet som ikke brukes av beboere ligge på mellom 40 og 60 prosent (60).
Beskrivelse	Samlet antall beboere og arbeidere eller andel bruttoareal for beboere innenfor en gåavstand på 500 meter.
Metode	GIS-kartlegging med Place Syntax Tool (58). Beregnet som andel beboere sammenlignet med det samlede antall beboere og arbeidsplasser innenfor en gåavstand på 500 meter. Avstandsterskelen bør beregnes som gåavstanden målt langs beleilige og trygge ruter (ikke luftavstand). Den oppsummerte verdien for planområdet kan enten måles fra en sentral lokasjon i planområdet eller ved å regne ut gjennomsnittet for hver bygning.
Oppnåelige poeng	2 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poeng gis for balansen mellom beboere og arbeidere: 2 poeng: 40–60 % beboere 1 poeng: 20–40 eller 60–80 % beboere 0 poeng: færre enn 20 eller mer enn 80 % beboere
Beste praksis	

#### BYF4.4 Tilgang til mangfold av fasiliteter

Nøkkelindikatoren tilgang til mangfold av fasiliteter deler fasiliteter inn i fem grupper: lokal kollektivtransport, rask regional transport, opplæringsinstitusjoner, lokale serviceklynger og grønt åpent offentlig rom, se Tabell 33. Lokal kollektivtransport er definert som transport med minst én avgang hvert 15. minutt på dagtid. Rask kollektivtransport er definert som transittransport på skinner eller metabuss (Bus Rapid Transport – BRT). Opplæringsinstitusjoner er identifisert som videregående skoler, barne- og ungdomsskoler og barnehager. For lokale serviceklynger er tjenester identifisert i prosessveilederen. De befinner seg ofte langs en gate eller i lokale bysentrum. Tjenester kan for eksempel være dagligvarebutikker, apoteker, kaféer eller restauranter, helsetjenester eller hentesteder for pakker/post. De bør inkludere minst tre typer lokale tjenester. Grønt åpent offentlig rom er definert i *BYF4.11 Andel grønt åpent rom*. Tilgang til lokale tjenester er viktig for sosial likestilling og urban attraktivitet. Figur 31 gir et eksempel på hvordan urbane attraksjoner kan kartlegges innenfor 1 km fra ZEN-pilotområdet og Tabell 32 gir et eksempel på gåavstander til hver kategori urbane attraksjoner. Denne nøkkelindikatoren skal vurderes i den tidlige planleggingsfasen, mens *MOB5.1 Tilgang til kollektivtransport* ser på tilgang til kollektivtransport i implementerings- og bruksfasen.



Figur 31. Nærhet til lokale bysentrum fra ZEN-pilotområdet på Fornebu (56).

Tabell 32. Gåavstand til hver kategori urbane attraksjoner. Eksempelet er tatt fra Fornebu (56).

Urban attraksjon	Gåavstand – nåværende (meter)	Gåavstand – planlagt (meter)
Lokal kollektivtransport	497	277
Rask regional kollektivtransport	2418	436
Opplæringsinstitusjoner	1107	588
Lokal serviceklynge	924	433
Grønt åpent offentlig rom	158	105

Tabell 33. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.4

<b>BYF4.4</b>	<b>Tilgang til mangfold av fasiliteter</b>
Formål	Det har vist seg at tilgang til et mangfold av fasiliteter innen gåavstand er viktig for sosial likestilling og urban attraktivitet (61). Det er også viktig for å øke andelen bærekraftige transportmønstre (60), noe som igjen vil minske klimagassutslippene fra transport.
Beskrivelse	Tilgang til følgende fem kategorier urbane attraksjoner innen en gåavstand på 1 km for minst 90 prosent av beboerne og arbeiderne i et område: 1. lokal kollektivtransport 2. rask regional kollektivtransport 3. opplæringsinstitusjoner 4. lokal serviceklynge 5. grønt åpent offentlig rom
Metode	GIS-kartlegging med Place Syntax Tool og andre GIS-applikasjoner som kan måle gåavstanden (alternativt kan gåavstanden måles manuelt i Google Maps eller andre karttjenester og rapporteres i tabellformat) (58). GIS-kart som viser hvilke fasiliteter som befinner seg innen en gåavstand på 1 km.
Oppnåelige poeng	2 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poeng tildeles for antall tilgjengelige fasiliteter: 2 poeng: >4 tilgjengelige kategorier 1 poeng: 3 tilgjengelige kategorier 0 poeng: 0–2 tilgjengelige kategorier
Beste praksis	

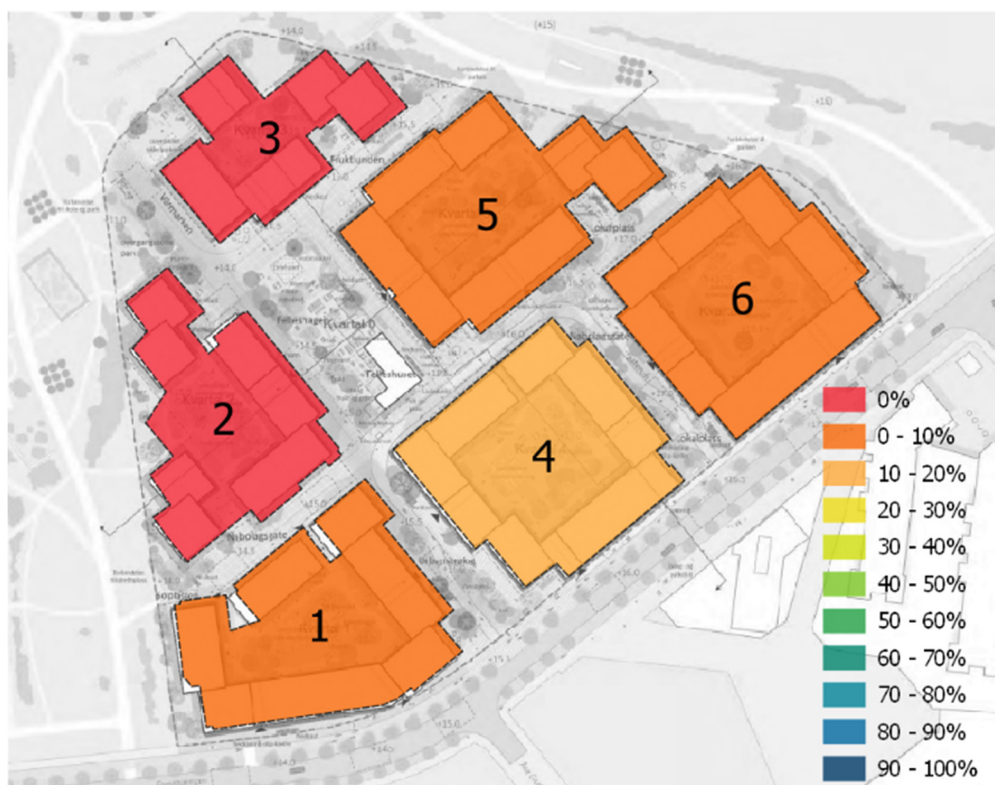
### Bygningslayout

Vurderingskriteriene for bygningslayout inneholder tre nøkkelindikatorer. BYF4.5 Boligtype, BYF4.6 Flerbruks og BYF4.7 Aktive fasader.

### BYF4.5 Boligtype

Layout og bruk av bygninger har stor innvirkning på liv og levesett (62). Bygningstyper har nær sammenheng med tomtedisposisjoner, noe som igjen har innvirkning på bærekraft, for eksempel antall grøntområder i forhold til antall betongkonstruksjoner og andelen privatbilkjøring, se Tabell 34. Ifølge Naturskyddsföreningen tar parkeringsplasser i Sverige større plass enn faktisk boareal(57). Figur 32 gir et eksempel på beregning av andel eneboliger og vertikaldelte tomannsboliger.





Figur 32. Kart over beregnet andel eneboliger og vertikaldelte tomannsboliger på Nansenløkka i Fornebu pilotområde (59).

Tabell 34. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.5

BYF4.5	Boligtype
Formål	Boligtype innvirker på gulvareal per person og bygningskroppområde per gulvareal og dermed også på klimagassutslippene per person i bygge- og driftsfasen. En høy andel eneboliger øker andelen privatbilkjøring.
Beskrivelse	Andel eneboliger og vertikaldelte tomannsboliger av alle boligtyper, inkludert leiligheter.
Metode	Antall eneboliger og vertikaldelte tomannsboliger delt på alle boligenheter, inkludert leiligheter i planområdet.
Oppnåelige poeng	1 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poeng tildeles for andel eneboliger og vertikaldelte tomannsboliger: 1 poeng: <30 % 0 poeng: >30 %
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimalisere bygningens gulvareal.</li> <li>- Prioritere hjem for flere familier fremfor bygninger for én familie.</li> <li>- Fellesromløsninger for å redusere totalt gulvareal per bolig.</li> <li>- Færre parkeringsplasser per husstand eller arbeidsplass.</li> </ul>

#### BYF4.6 Flerbruks bygningstak

Bygningstak kan omfatte bygningsintegriert fornybar energiproduksjon, sosiale områder og grøntområder, se Tabell 35. Fornybar energiproduksjon som er innlemmet i bygningstak kan inkludere, men er ikke begrenset til, solfangere og solcellesystemer. Sosiale områder anses som fellesområder. Grønne tak kan kompensere for klimautslipp direkte gjennom opptak av karbon og indirekte ved at de har en

kjølede effekt som reduserer energibehovet i bygninger og behovet for vannbehandling (53). Figur 33 viser takområdene for sosiale funksjoner og grøntområder på Nansenløkka, Fornebu.



Figur 33. Kart over takområdene for sosiale funksjoner og grøntområder på Nansenløkka i pilotområdet på Fornebu (59).

Tabell 35. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.6

BYF4.6	Flerbruks bygningstak
Formål	Takområder kan utformes for fornybar energiproduksjon, karbonlagring fra planter og/eller brukes som utendørsområder for sosiale aktiviteter og rekreasjon.
Beskrivelse	Den andelen av bygningstaket som brukes til enten energiproduksjon, sosiale funksjoner eller grøntområde.
Metode	Andel av bygningstaket som brukes til disse formålene av det totale området til bygningens fotavtrykk.
Oppnåelige poeng	1 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poeng tildeles for andel av bygningstak (samlet for alle funksjoner): 1 poeng: >50 % 0 poeng: <50 %
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planlegge for fornybar energiproduksjon på bygningstaket</li> <li>- Planlegge for sosiale funksjoner</li> <li>- Planlegge for grøntområder, se <i>BYF4.11 Andel grønt åpent rom</i>, <i>BYF4.12 Andel grønt permeabelt areal</i> <i>BYF4.13 Konservering og planting av trær</i></li> </ul>

#### BYF4.7 Aktive fasader

Bygningslayoutet kan fremme gateliv og sosial trygghet for fotgjengere ved å tilrettelegge for aktive bygningsfasader (63), se figur 34

Tabell 37. For å beregne aktive bygningsfasader defineres hver bygningsfasade i første etasje i kategoriene A–E i overensstemmelse med tabell 40 Tabell 36. Denne klassifiseringen er basert på inngangstetthet, funksjonsmiks og fasadetransparens. En funksjon er definert som en type bolig, fasilitet eller kontor. Kun fasader som vender ut mot hovedveier er kartlagt. En hovedvei er definert som en viktig, sterk trafikkert vei. En fasade må oppfylle alle de tre kravene i Tabell 36 for å bli klassifisert i denne kategorien. Blinde og passive fasader er definert som fasader uten innganger eller vinduer. I Figur 34 er det et eksempel på hvordan en kan beregne aktive fasader.



Figur 34. Kart over kategoriserte bygningsfasader i Bryggerikvartalet i Bodø (59).

Tabell 36. Bygningsfasadekategorier ut fra inngangstetthet, funksjonsmiks og fasadetransparens, tilrettelagt fra (63).

<b>Kriterier for aktive bygningsfasader</b>		
Kategori A		
15–20 innganger per 100 m	>3 typer funksjoner	Ingen blinde eller passive fasader
Kategori B		
10–14 innganger per 100 m	>2 typer funksjoner	Få blinde eller passive fasader (<20 %)
Kategori C		
6–9 innganger per 100 m	>1 type funksjon	Noen blinde eller passive fasader (<40 %)
Kategori D		
2–5 innganger per 100 m	Ingen funksjonsmiks	For det meste blinde eller passive fasader (<80 %)
Kategori E		
0–2 innganger per 100 m	Ingen funksjonsmiks	100 % blinde eller passive fasader





Tabell 37. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.7

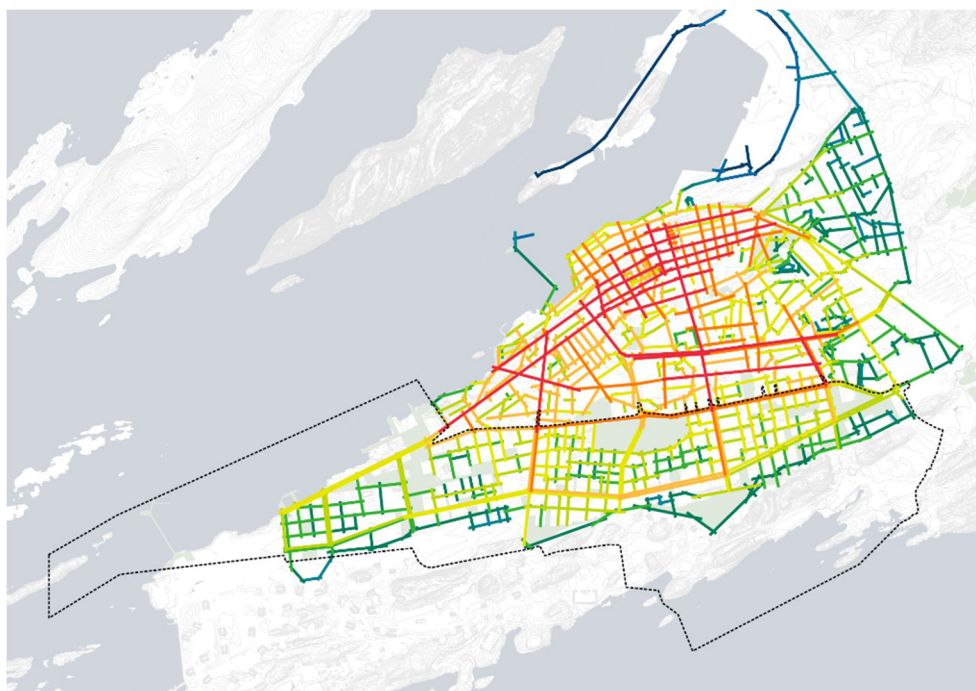
<b>BYF4.7</b>	<b>Aktive fasader</b>
Formål	Aktive bygningsfasader i første etasje med inngang fra gaten er viktig for å tilrettelegge for BYF4.3 Arealbruksmiks, BYF4.4 Tilgang til mangfold av fasiliteter, for den lokale økonomien, og for sosialt trygge og attraktive gater.
Beskrivelse	Andelen aktive bygningsfasader som følge av inngangstetthet, funksjonsmiks og fasadetransparens langs hovedgater gjennom eller i et område.
Metode	GIS-kartlegging eller målt manuelt i Google Maps eller andre karttjenester og rapportert i tabellformat. Hver fasadelinje er definert i kategoriene A–E i henhold til Tabell 36 basert på inngangstetthet, funksjonsmiks og fasadetransparens. Kun fasader mot hovedveier er kartlagt.
Oppnåelige poeng	2 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poeng tildeles for andel fasader: 2 poeng: >80 % av fasader i kategori A, B, eller C 1 poeng: 40 % av fasader i kategori A, B, eller C 0 poeng: <40 % av fasader i kategori A, B, eller C
Beste praksis	

### Gatenettverk

Vurderingskriteriene gatenettverk inneholder tre nøkkelindikatorer: BYF4.8 Gatetilkoblinger, BYF4.9 Gatekrysstetthet og BYF4.10 Sykle- og gangbare gater.

### BYF4.8 Gatetilkoblinger

Utformingen av gatenettverk og hvordan de fremmer opplevelsen av nærhet og naturlig bevegelse mellom områdene innvirker på den langsiktige utviklingen av tetthets- og fasilitetsmønstre (64). Gatetilkobling måler hvor god forbindelse det er mellom områdene basert på siktelinjer langs gatenettverket, se tabell 43 Tabell 39. Denne indikatoren har betydelig innvirkning på sosial segregering (65), naturlig fotgjengerbevegelse (66) og opplevelsen av nærhet i bystrukturen. Områder der det ikke er god forbindelse mellom gater til omkringliggende områder, kan oppleves som adskilte enklaver. I figur 35 Figur 35 og tabell 42 er det eksempel på et kart over gatenettverk i ZEN-pilotområdet og Tabell 38 viser andelen godt integrerte gater.



Figur 35. Kart over gatenettverket i ZEN-pilotområdet i Bodø. (56)

Tabell 38. Andel relevante omkringliggende områder som har god forbindelse til planområdet

Samlet antall aktuelle omkringliggende områder	Antall aktuelle omkringliggende områder som har god forbindelse til planområdet
3	2

Tabell 39. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.8

BYF4.8	Gatetilkobling
	Fremme gangbarhet og sosial og økonomisk utveksling med omkringliggende områder for å øke andelen aktiv mobilitet (se <i>MOB5.5 Mobilitetsmønster</i> ) og dermed redusere klimagassutslippene fra <i>KGU1.5 Transport i drift (B8)</i> .
Beskrivelse	Kartlegge hvor god forbindelse prosjektet har til omkringliggende områder via direkte ruter, særlig for gange og sykling. Gatetilkobling vurderer avstanden til omkringliggende områder samt antall gater som har forbindelse til området, se Tabell 39.–Gatetilkobling defineres av antall gater med god forbindelse til omkringliggende områder (langs området distriktsgrense). En gate med gode forbindelser kjennetegnes av visuell oversikt og kort gåavstand fra et lokalt, sentralt sted (for eksempel en hovedgate eller plass) til et annet lokalt, sentralt sted i et omkringliggende område.
Metode	Studere kart og merke av uavbrutte ruter fra sentrale/godt integrerte gater innenfor planområdet til sentrale/godt integrerte gater i omkringliggende områder innenfor en avstand på 1 km i luftlinje.
Oppnåelige poeng	2 poeng

BYF4.8	Gatetil kobling
ZEN KPI-vurdering	2 poeng: Alle aktuelle omkringliggende områder som har god forbindelse til planområdet. 1 poeng: >50 prosent av aktuelle omkringliggende områder som har god forbindelse til planområdet. 0 poeng: Aktuelle omkringliggende områder som har ikke god forbindelse til planområdet.
Beste praksis	

#### BYF4.9 Gatekrysstetthet

Gatekrysstetthet er også en av de viktigste faktorene for trafikksikkerhet med tanke på gateutforming(67), se tabell 44 Tabell 40. Et gatenettverk med gode forbindelser fremmer gangbarhet og sosial og økonomisk utveksling med omkringliggende områder. I tillegg til stedlig integrering kan gatekrysstetthet fremme frivillig overgang til gange, sykling og metrobuss ved omlegging eller utvidelse av gatenettverket (53). Se figur 36 Figur 36 for et eksempel på hvordan en beregner gatekrysstetthet.



Figur 36. Beregnet gatekrysstetthet for to planforslag i Sluppen pilotområdet(55).

Tabell 40. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.9

BYF4.9	Gatekrysstetthet
Formål	Tilrettelegge for gange og sykling samt bedre trafikksikkerheten gjennom trafikkdempende tiltak. Gatekrysstetthet er et mål på «nettverk-gatenettstørrelse». Det har innvirkning på opprinnelsessted–destinasjonsavstander for reiser/turer med flere formål, og er derfor viktig for å skape områder med korte avstander.
Beskrivelse	Avstand mellom fotgjengeroverganger langs gater med biltrafikk (ikke gågater eller gangveier).
Metode	Bygger på kart over gatenettverk. Strekninger mellom fotgjengerkryss måles innenfor planområdet og inkluderer nærmeste kryss på alle ruter ut av planområdet. Gatekrysstetthet beregnes som målet på gjennomsnittlig gatestrekning mellom gatekryss i planområdet.
Oppnåelige poeng	1 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poeng tildeles for gjennomsnittsavstand mellom gatekryss: 1 poeng: <150 meter 0 poeng: >150 meter

Beste praksis	- Tilrettelegge for blandet trafikk som gjør det lettere å gå og sykle.
---------------	---

#### BYF4.10 Sykle- og gangbare gater

Sykle- og gangbare gater er mest vanlig i kompakt byutvikling med god forbindelse mellom gatene på grunn av at det er flere fotgjengere og bedre fremkommelighet for sykler, se tabell 46 Tabell 42. De beste sykkelbyene i verden har ofte gode, kontinuerlige sykkelruter (68). For å fremme tilgjengelig og konkurransedyktig kollektivtransport bør en prioritere transittkjøretøy (metrobus) fremfor privatbiltrafikk. Gater som prioriterer plass til gange, sykling og transitt er altså mer transporteffektive ettersom flere personer per time kan bevege seg i rushtrafikk enn i gater der bilbruk blir prioritert (69). Kriterier for sykle- og gangbare gater er gitt i figur 37 Tabell 41, og i Figur 37 tabell 45 er det et eksempel på sykle- og gangbare gater på Nansenløkka, Fornebu.



Figur 37. Sykle- og gangbare gater på Nansenløkka i Fornebu pilotområde (1).

Tabell 41. Kriterier for sykle- og gangbare gater (69).

<b>Gangbar gate</b>	<b>Gangbart veikryss</b>
Gågate eller gater med lav tillatt hastighet som er prioritert for fotgjengere (gågate på samme høyde som gater for kjøretøy).	Klart prioriterte gatekryss for fotgjengere. Oversikt over trafikken er ikke blokkert av hindringer.
<i>Eller</i>	<i>Eller</i>
Gater med en fartsgrense på 30 km/t eller mer: Gangsti med en bredde på minst 2,5 meter. Gangstien er på et annet nivå enn kjøretøy og er adskilt fra sykkelstier med skillelinje.	Veikryss med trafikklys der krysset er mindre enn 4 meter bredt. Trafikkoversikten er ikke blokkert av hindringer.
<b>Syklebar gate</b>	<b>Syklebart veikryss</b>
Sykler i blandet trafikk i gater med høyeste fartsgrense på 30 km/t og færre enn 1 500 kjøretøy per dag.	Blandet trafikk i gater med høyeste fartsgrense på 30 km/t og færre enn 1 500 kjøretøy per dag. Trafikkoversikten er ikke blokkert av hindringer.
<i>Eller</i>	<i>Eller</i>
Gater med en fartsgrense på 30 km/t eller mer: Sykkelsti som er minst 2 meter bred. Sykkelstien er klart adskilt fra kjøretøy og fra gangstier med skillelinje og har et bufferområde mot parkerte biler på minst 1 meter.	Veikryss med oppmerket sykkelsti. Trafikkoversikten er ikke blokkert av hindringer.
<b>Felt for fotgjengere og syklister</b>	
Minst 50 prosent av gatefeltet bør være prioritert fotgjengere, syklister og kollektivtransport (trikk- eller bussfelt) eller ha grøntareal. Hvis en gate eller et gatekryss har mer enn én gang- eller sykkelsti (fortau) eller mer enn ett veikryss for fotgjengere eller syklister, skal den laveste standarden kartlegges.	

Tabell 42. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.10

<b>BYF4.10</b>	<b>Sykle- og gangbare gater</b>
Formål	Legge til rette for mer gange og sykling og samtidig øke muligheten for et mer arealeffektivt transportsystem.
Beskrivelse	Andel gatenettverk som er sykle- eller gangbart.
Metode	Basert på kart over planområdet, alle gatestrekninger og andel gater som egner seg og er trygge for gange og sykling ut ifra kriteriene i Tabell 41.
Oppnåelige poeng	1 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poeng tildelt for sykle- og gangbare gater: 1 poeng: 100 % av gatene i området 0 poeng: <100 % av gatene i området
Beste praksis	Sykle- og gangbare gater har (i tillegg til <i>BYF4.9 Gatekrysstetthet</i> ) (69): - Tiltak for å hindre høy fart. - Brede fortauer. - Brede og separate sykkelstier (ved stor biltrafikk). - Trygge veikryss - Egne bussfelt og/eller overbygde bussholdeplasser.

### Grønt åpent rom

Vurderingskriteriene for grønt åpent rom består av tre nøkkelindikatorer: *BYF4.11 Andel grønt åpent rom*, *BYF4.12 Andel grønt permeabelt areal* og *BYF4.13 Konservering og planting av trær*.  
BYF4.13 Konservering og planting av trær.

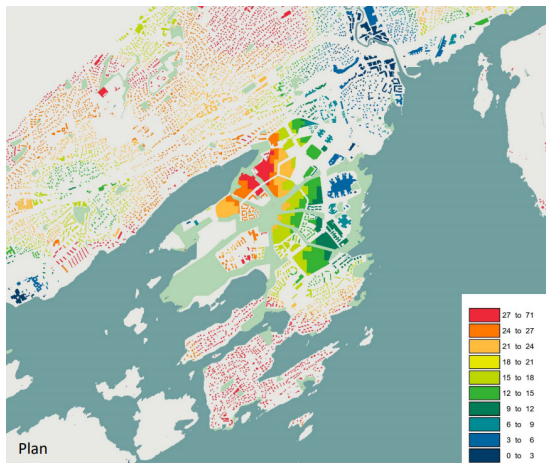
### BYF4.11 Andel grønt åpent rom

Grønn infrastruktur øker karbonopptaket og kan også minske klimagassutslippene ved å redusere energibehovet i byggebransjen (53). Det har vist seg at grønne tak er flomdempende og at de også kan redusere energibehovet for bygninger (53). I stor nok skala har Grønt åpent rom også flere andre fordeler: De bevarer og fremmer biologisk mangfold, vannkvalitet og vannforsyning, luftkvalitet, næring til jord, mat- og tømmerikkerhet, livsopphold, motstand mot tørke, varmpåkjenning, flom og andre naturkatastrofer. Grønt åpent rom bidrar også til rekreasjonskvaliteter, bedre luftkvalitet, økosystemhelse og trivsel (53).

Andelen grønt åpent offentlig rom måles som det totale landarealet på terrengnivå innenfor en luftlinjeavstand på 500 (tydelig offentlig, kvalitativt grøntområde på minst 0,2 hektar (2000 m<sup>2</sup>), se tabell 48



Tabell 44. Grønt åpent offentlig rom er definert som et grønt utendørsareal som er tydelig offentlig (fysisk og psykisk tilgjengelig for alle), permeabelt (der vann kan trenge gjennom jorden) og større enn 0,2 hektar. Grøntområder under 0,2 hektar og grøntområder med uklare grenser (som privateide gårdsplasser med uklare grenser mellom privat og offentlig eide og forvaltede grøntområder), er ikke inkludert. Skolegårder kan anses som grønt åpent offentlig rom hvis de er tilgjengelige for alle etter skoletid og har et permeabelt grøntområde på mer enn 50 prosent. Grønne tak og fasader er ikke inkludert. Figur 38 og tabell 47 Figur 38 viser et grønt åpent offentlig rom innenfor 500 meter av hver bygning i ZEN-pilotområdet, og Tabell 43 viser gjennomsnittlig andel grønt åpent offentlig rom slik som ZEN-pilotområdet er nå og slik det planlegges.



Figur 38. Grønt åpent offentlig rom innenfor 500 meter av pilotområdet på Fornebu (56).

Tabell 43. Andel grønt åpent offentlig rom innen en luftavstand på 500 meter, gjennomsnittlig verdi for planområdet.

Type areal	Nåværende – Areal (m <sup>2</sup> )	Planlagt – Areal (m <sup>2</sup> )
Andel grønt åpent offentlig rom	19 %	20 %



Tabell 44. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.11

<b>BYF4.11</b>	<b>Andel grønt åpent offentlig rom</b>
Formål	Grønne og permeable, åpne offentlige rom skaper gode forhold for naturlig karbonopptak og klimatilpasning og har i tillegg positiv innvirkning på helse og trivsel.
Beskrivelse	Andelen Grønt åpent offentlig rom måles av alt landområde innenfor området og et bufferområde på 500 meter i luftlinjeavstand fra hver bygning, se Tabell 43.
Metode	Grønt åpent offentlig rom beregnes av andelen Grønt åpent offentlig rom innenfor et bufferområde på 500 meter i luftlinjeavstand fra hver bygning/blokk i området. Grønne tak og fasader tas ikke med i denne nøkkelindikatoren BYF4.6 Flerbruks.
Oppnåelige poeng	2 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poeng tildeles for andel grønt åpent offentlig rom 2 poeng: >15 % 1 poeng: 10–15 % 0 poeng: <10 %
Beste praksis	Grønt åpent offentlig rom inkluderer ulike områder: <ul style="list-style-type: none"> <li>- lyngheier og skoger</li> <li>- parker</li> <li>- lekeområder</li> </ul>

BYF4.12 Andel grønt permeabelt areal

Grønne permeable areal bidrar til karbonopptak og bevaring og fremming av biologisk mangfold, vannkvalitet og vannforsyning, luftkvalitet, næring til jord, motstand mot tørke, varmpåkjønning, flom og andre naturkatastrofer. Bedre luftkvalitet fremmer også økosystemhelse og helse og trivsel for mennesker(53), se figur 39 Tabell 45. I tabell 49 Figur 39 er det et eksempel på hvordan en regner ut grønt permeabelt areal for Nansenløkka, Fornebu.



Figur 39. Grønt permeabelt areal på Nansenløkka i Fornebu pilotområde(59).

Tabell 45. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.12

BYF4.12	Andel grønt permeabelt areal
Formål	Grønne og permeable areal skaper gode forhold for naturlig karbonopptak og klimatilpasning og har i tillegg positiv innvirkning på helse og trivsel.
Beskrivelse	Andelen grønne og permeable arealer, utenom kunstig bygde overflater med grønne planter som for eksempel grønne tak, men ikke begrenset til områder som er tilgjengelige for mennesker, av det totale planområdet.
Metode	GIS-kartlegging eller målt manuelt i Google Maps eller andre karttjenester og rapportert i tabellformat. Andel grønt permeabelt område i planområdet.
Oppnåelige poeng	2 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poeng tildeles for en rekke kategorier: 2 poeng: >30 % 1 poeng: 15–30 % 0 poeng: <15 %
Beste praksis	

#### BYF4.13 Konservering og planting av trær

Konservering, forvaltning og utvidelse av skoger og parker er viktige tiltak for å kompensere for klimaendringer i byer. Det er fordi trær kan lagre store mengder karbon på små områder og over lang tid, se tabell 50 **TABELL 46**. Gatetrær har særlig positiv innvirkning på luftkvaliteten. I tillegg skygger de for solen og kan bidra til bedre byklima. Gatetrær kan også brukes som tiltak for å redusere kjørehastigheten (53). Se **FIGUR 40** figur 40 for et eksempel på rapportering av antall trær på Nansenløkka, Fornebu.



Figur 40. Antall trær på Nansenløkka i Fornebu pilotområde(1).

Tabell 46. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.13

<b>BYF4.13</b>	<b>Konservering og planting av trær</b>
Formål	Trær øker karbonopptaket samtidig som de gir mange andre fordeler som bedre luftkvalitet, temperaturregulering, rekreasjonsverdier, biologisk mangfold og trafikkdemping.
Beskrivelse	Planting av nye trær og bevaring av eksisterende trær bør utgjøre en sentral del av prosjektet. Overordnet plan for bevaring av eksisterende trær og instruksjoner for planting av nye trær.
Metode	Kartlegge eksisterende trær i GIS eller ved manuell måling i Google Maps eller andre karttjenester.
Oppnåelige poeng	1 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poeng tildeles for planlagte strategier for bevaring av eksisterende trær og planting av nye trær. 1 poeng: Prosjektet inneholder en plan for bevaring av eksisterende trær og instruksjoner for planting av nye trær 0 poeng: Ingen plan for bevaring av eksisterende trær og planting av nye trær
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bevare eksisterende trær</li> <li>- Plante naturlig hjemmehørende trær</li> </ul>

## Mobilitet

Reisevaner knyttet til et prosjekt er et kombinert resultat av en rekke faktorer. Noen av disse kan fanges opp i beregninger/vurderinger i prosjektets planleggingsfaser, mens andre ikke vil bli oppfanget. For eksempel: Beboerdemografi som for eksempel alder/yrke og sammensetning av husholdninger (f.eks. med små barn) vil innvirke på hvor mange og hvilke nødvendige aktiviteter som utføres utenfor hjemmet, mens sted og avstand mellom boliger og aktivitetsrelaterte destinasjoner, kombinert med tilgjengelige og realistiske reisealternativer for disse relasjonene, vil danne grunnlaget for beboernes daglige reisevaner. En annen kompliserende faktor er den teknologiske utviklingen som har gitt mange muligheten til å jobbe helt eller delvis hjemmefra. I tillegg er det variasjoner mellom regioner og byområder når det gjelder klima og topografi, bilhold og kvalitet på tilgjengelige transporttjenester. For å fange opp disse faktorene og for å kunne angi en referanseverdi som kan brukes til å vurdere virkningen av mobilitetsrelaterte ZEN-tiltak, skal følgende nøkkelindikatorer innen mobilitets-kategorien være basert på spesifikke prosjektegenskaper og, hvis mulig, kombineres med data om reisevaner som representerer lokale forhold (f.eks. lokalt datamateriale fra Den nasjonale reisevaneundersøkelsen (NRVU), se ZEN Memo nr. 37 (70)), i stedet for å bruke data som beskriver gjennomsnitt på landsbasis.

ZEN-definisjonsveilederen fokuserer på å fremme bærekraftige transportmønstre og smarte mobilitetssystemer både lokalt og regionalt. Dette kan oppnås gjennom god fysisk planlegging og god logistikk. Nøkkelindikatorer for mobilitet beregnes i henhold til systemgrense for områdevurdering, og inkluderer ikke transport inne i bygninger (f.eks. heiser, rulletrapper). Transport med luftfartøy og skip er ikke tatt med. Faktorer som har stor innvirkning på reisevaner, som sosialøkonomiske faktorer (f.eks. inntekt og yrke), demografiske faktorer (f.eks. kjønn og alder), reisepreferanser, holdninger og andre kontekstuelle faktorer (f.eks. været), er ikke tatt med for seg, men kan til en viss grad være innlemmet i områdespesifikke reiseundersøkellesdata som brukes til å beregne nøkkelindikatorer. En bør merke seg at grunnleggende forhold for byform og arealbruk som relaterer til bærekraftige transportmønstre og smarte mobilitetssystemer, er vurdert i kategorien byform.

### Vurderingskriterier

Mobilitetskategorien er delt inn i tre vurderingskriterier: «tilgang», «reisevaner» og «logistikk». Vurderingskriteriene for tilgang omfatter *MOB5.1 Tilgang til kollektivtransport*, *MOB5.2 Reisetidsforhold*, *MOB5.3 Parkeringstilbud* og *MOB5.4 Bilhold*. Vurderingskriteriene for reisevaner omfatter *MOB5.5 Mobilitetsmønster* og *MOB5.6 Transportarbeid* mens vurderingskriteriene for logistikk omfatter *MOB5.7 Vare- og nyttetransport*. Som utgangspunkt for beregning av *MOB5.4 Bilhold*, *MOB5.5 Mobilitetsmønster* og *MOB5.6 Transportarbeid* bør en bruke resultater fra prosessveilederen for demografiske analyser for parametere som samlet innbyggertall, aldersfordeling og størrelse på husstand.

#### MOB5.1 Tilgang til kollektivtransport

Nøkkelindikatoren tilgang til kollektivtransport vurderer koblinger til eksisterende og planlagte transportnoder (som tog, buss, trikk eller metro), samt koblinger til lokale bysentre, se Tabell 48 tabell 52. Avstanden fra en bygning innenfor ZEN-pilotområdet til nærmeste transportnode, samt transportfrekvensen i topp- og lavtider i urbane og landlige områder, som angitt i BREEAM Communities tekniske manual, kan brukes som referanse (9). I NRVU inngår spørsmål om avstand fra bolig til transportstasjoner eller holdeplass og frekvens på avganger fra transportstasjonen eller holdeplassen.

Basert på disse to forholdene beregnes en kvalitativ variabel som beskriver kollektivtilgangen på en femtrinns skala fra svært dårlig til svært god. I den tidlige strategiske planleggingsfasen kan kollektivtilgang være basert på dagens kollektivtilbud i det foreslåtte planområdet, og avstander kan beregnes fra et estimert tyngdepunkt i planområdet. Resultatene fra den tidlige planleggingsfasen kan også brukes i *BYF4.4 Tilgang til mangfold av fasiliteter*. Dersom lokale data fra NRVU er tilgjengelige for ZEN-pilotområdet, kan disse benyttes direkte i implementerings- og bruksfasen. Dersom slike data ikke finnes, kan fremgangsmåten som er beskrevet nedenfor benyttes for å beregne tilgang til kollektivtransport for eksisterende eller planlagte holdeplasser og tjenester.

Tilgang til kollektivtransport er klassifisert i henhold til metoden som benyttes i NRVU (nøkkelrapporten for NRVU 2018/19 (71)) der en kombinerer antall avganger per time på hverdager og distansen fra hjemmet til stasjonen eller holdeplassen som vanligvis benyttes, se tabell 51 Tabell 47. Nedenfor følger en forklaring på femtrinnskalaen:

1. *Svært dårlig eller ingen tilgang*: Ikke noe kollektivtilbud innen 1,5 km fra boligen, eller avganger sjeldnere enn hver annen time og 1–1,5 km til stasjonen eller holdeplassen.
2. *Dårlig tilgang*: Avgang hver annen time eller sjeldnere og under 1 km til stasjonen eller holdeplassen, eller 1 avgang pr. time og 1–1,5 km til stasjonen eller holdeplassen
3. *Middels god tilgang*: 1 avgang pr. time og under 1 km til stasjonen eller holdeplassen, eller 2–3 avganger pr. time og 1–1,5 km til stasjonen eller holdeplassen
4. *God tilgang*: 2–3 avganger pr. time og under 1 km til stasjonen eller holdeplassen, eller minst 4 avganger pr. time og 1–1,5 km til stasjonen eller holdeplassen
5. *Svært god tilgang*: Minst 4 avganger pr. time og under 1 km til stasjonen eller holdeplassen

Tabell 47. Tilgang til kollektivtransport

Avstand til holde plassen	<1 km	1–1,5 km	>1,5 km
Hyppighet			
Minst 4 i timen	3	3	3
2–3 i timen	3	3	2
1 i timen	3	2	1
Sjeldnere	2	1	1

Tabell 48. Oppsummering av beregning av KPI MOB5.1

MOB5.1	Tilgang til kollektivtransport
Formål	Tilrettelegge for hyppig og lett tilgjengelig offentlig transport, som et klimaeffektivt transportvalg i ZEN-pilotområdene, og redusere klimagassutslippene fra <i>KGU1.5 Transport i drift (B8)</i> .
Beskrivelse	En kvalitativ variabel beregnes basert på tilgang til kollektivtransport på en femtrinns skala fra svært dårlig til svært god, basert på avstand fra området til stasjonen eller holdeplassen som vanligvis brukes og frekvensen på avganger fra stasjonen eller holdeplassen.
Metode	BREEAM Communities, NRVU
Oppnåelige poeng	3 poeng
ZEN KPI-vurdering	Se Tabell 47 Tabell 47



<b>MOB5.1</b>	<b>Tilgang til kollektivtransport</b>
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prosjekt lokalisert innen kort avstand fra holdeplasser med hyppige kollektivavganger.</li> <li>• Bygging av ny(e) holdeplass(er) med hyppige kollektivavganger innen kort avstand fra området.</li> </ul>

### MOB5.2 Reisetidsforhold

Denne indikatoren ser på konkurranseforholdet mellom private motoriserte, kollektive og aktive transportalternativ for fra-til-forflytninger mellom pilotområdet og f.eks. bysentrum og/eller nærmere lokale sentra og transportknutepunkt, som vist i figur 41

Start ZVB****	Light Rail stop (Birkelandsskiftet)	Kokstad (Kokstaddalen)	Sandsli (Sandslivegen)	Bergen city centre (Byparken)
Car*	1,0 11 min	1,0 12 min	1,0 13 min	1,0 29 min
Publ.transp. Basis**	1,1 12 min	1,9 23 min 1 change	1,5 19 min 1 change	1,7 49 min 1 change
Publ.transp. ZVB***	1,1 12 min	1,4 17 min	1,3 17 min	1,7 49 min 1 change
Bicycles*	0,8 9 min	1,1 13 min	1,2 16 min	2,1 60 min
Walk*	2,8 31 min	3,8 46 min	4,4 57 min	-

\* Travel times for car, bicycle and walk from bus stop Kartveitskiftet are fetched from Google Maps.

\*\* Travel times for Public transport Basis from bus stop Kartveitskiftet are fetched from Skyss.no.

\*\*\* Travel times for Public transport ZVB, with shuttlebuss to/from ZVB, are based on Public transport Basis, adjusted for feeder time and that there will be no need for change en-route to Kokstad and Sandsli. Travel times to Kokstad og Sandsli assumes separate lines/departures for the respective destinations.

\*\*\*\* Access time from ZVB to bus stop Kartveitskiftet are fetched from Google Maps, and are estimated to 7 minutes for car, Public transport Basis, Public transport ZVB and walk, and 2 minutes for bicycle.

Figur 41. Estimert reisetid og reisetidsforhold (uthevet) med bil versus hhv. kollektivtransport, sykling og gange for ZEN ZVB (70).

Informasjon om reisetider kan hentes fra reiseplanleggere som EnTur og tilsvarende som tilbys av de ulike lokale kollektivselskapene, evt. i kombinasjon med informasjon fra kart-baserte tjenester som Google Maps. Reisetidene og reise-tidsforholdene kan beregnes/hentes ut for både rush- og lavtrafikkperioder, for å fange opp ev. køproblematikk, og bør inkludere gangtider til/fra holdeplass/-parkeringsplass. Nøkkellindikatoren bør primært være basert på reisetid til sentrum i rushtiden på morgenen. Nøkkellindikatoren reisetid beregnes for implementerings- og driftsfasen, der lavt reisetidsforhold er ønskelig, ved hjelp av følgende formel:

$\text{reisetid}_{\text{kollektivt}} / \text{reisetid}_{\text{privat motorisert}}$  [3]

$\text{reisetid}_{\text{aktiv}} / \text{reisetid}_{\text{privat motorisert}}$  [4]

Tabell 49. Oppsummering av beregning av KPI MOB5.2

<b>MOB5.2</b>	<b>Reisetidsforhold</b>
Formål	Øke andelen kollektive og aktive transportmidler fremfor privat motorisert transport og redusere klimagassutslippene knyttet til <i>KGU1.5 Transport i drift (B8)</i> .
Beskrivelse	Denne nøkkelindikatoren ser på konkurranseforholdet mellom aktive transportmidler (sykkel er mest relevant), kollektivtransport og bruk av privatbil i hverdagen med tidsbegrensninger.
Metode	Informasjon om reisetider til bysentrum eller lokale sentra med hhv. privatbil, kollektivtransport og aktive transportmidler kan hentes fra nasjonale eller lokale reiseplanleggere som EnTur og tilsvarende, evt. fra kart-baserte tjenester som Google Maps. Nøkkelindikatoren beregnes ved hjelp av formel [3] og [4].
Oppnåelige poeng	3 poeng
ZEN KPI-vurdering	Målverdiene bygger på forholdsforhold og vil bli videre utviklet i neste versjon av ZEN definisjonsveilederen.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dess kortere den generelle avstanden er, dess bedre forventes forholdene å være for at aktive transportmidler (sykkel er mest relevant) kan konkurrere med reisetid med private motoriserte alternativer.</li> <li>• En kombinasjon av korte avstander til stoppesteder for kollektivtransport, hyppige avganger og høy hastighet på kollektive transportmidler, uten at passasjerene må bytte fremkomstmiddel underveis, gir de beste forholdene for at kollektive transportmidler kan konkurrere med private motoriserte kjøretøy når det gjelder reisetid.</li> <li>• Reisetiden for private motoriserte kjøretøy til og fra bestemmelsesstedet vil bli lengre dersom føreren må finne parkeringsplass. I et ZEN-perspektiv vil det innvirke positivt på reisetidsforholdene.</li> </ul>

### MOB5.3 Parkeringstilbud

Denne nøkkelindikatoren ser på fysisk tilrettelegging av beboernes bilhold eller det å kjøre bil til og fra et område med fokus på tilgang til parkeringstilbud for kjøretøyet når det ikke er i bruk, se tabell 54

Tabell 50. Kommunens parkeringsnorm angir lokale bestemmelser for hvor mange parkeringsplasser som skal og kan tilbys beboere eller arbeidsplasser. Normen kan fungere som referanseverdi. I områder med lav parkeringskapasitet og/eller høye kostnader knyttet til parkering, vil dette kunne legge begrensninger på beboernes mulighet for å eie bil selv.

Parkeringsstilbud kan angis som antall parkeringsplasser som er tilgjengelige per boenhet, og type parkeringsplasser som er tilgjengelige (handikapparkering, gjesteparkering privat parkeringsplass, delt parkeringsplass, bil- eller sykkelparkering. Denne nøkkelindikatoren vil bli videre utviklet i neste versjon av ZEN-definisjonsveilederen, og kan eventuelt også inkludere temaer som lademuligheter for elbiler, samt trygge sykkelparkeringstilbud og lademuligheter for elsykkel. Formålet er å redusere klimagassutslippene fra privat mobilitet (overgang fra fossilt brensel til elektrisk) og å oppmuntre til mer aktiv mobilitet (elsykkel og vanlig sykkel).



Tabell 50. Oppsummering for beregning av KPI MOB 5.3

<b>MOB5.3</b>	<b>Parkeringstilbud</b>
Formål	Redusere privat bilhold og legge til rette for overgang fra fossilt brensel til elektrisk privat mobilitet, samt oppmuntre til mer aktive former for mobilitet (elsykkel og vanlig sykkel).
Beskrivelse	Parkeringstilbud kan spesifiseres som antall parkeringsplasser for hver boenhet.
Metode	Dokumentasjon av parkeringsnorm og planlagt parkeringstilbud.
Oppnåelige poeng	3 poeng
ZEN KPI-vurdering	Målvordier er basert på prosentvis reduksjon i antall parkeringsplasser i forhold til parkeringsnormer (referanse), prosent parkeringsplasser for elkjøretøy og trygge sykkelparkeringer. Vil bli videre utviklet i neste versjon av ZEN-definisjonsveilederen.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unngå å bygge parkeringsanlegg under jorden for privatbiler, da bygging under jorden ofte har høyere klimagassutslipp fra materialer som brukes til grunnarbeid og fundamenter.</li> <li>- Redusere antallet parkeringsplasser for privatkjøretøyer. Tilrettelegge for <i>BYF4.4 Tilgang til mangfold av fasiliteter</i>, <i>MOB5.1 Tilgang til kollektivtransport</i> og <i>MOB5.2 Reisetidsforhold</i> slik at offentlig og aktiv mobilitet er reelle alternativer.</li> <li>- Installere ladestasjoner for biler og sykler.</li> <li>- Bygge trygge sykkelparkeringsanlegg.</li> </ul>

#### MOB5.4 Bilhold

Disponering av bil er en vesentlig faktor for både omfang av reiseaktivitet og transportmiddelbruk, se tabell 55 Tabell 51. NRVU gir informasjon om bilhold i husstander, og kan benyttes alene eller i kombinasjon med informasjon om parkeringstilbud og sammenheng mellom parkeringstilbud og bilhold for å beregne forventet bilhold per husstand i pilotområdet. NRVU gir også informasjon om energibærere (f.eks. bensin, diesel, elektrisk og ulike hybrid-varianter) for bilparken. I NRVU defineres bilhold på husstands nivå. Denne nøkkelindikatoren vil bli videreutviklet i neste versjon av ZEN-definisjonsveilederen, og kan også inkludere tilgang til kjøretøy som inngår i bildelingsordninger, samt sykkelhold.

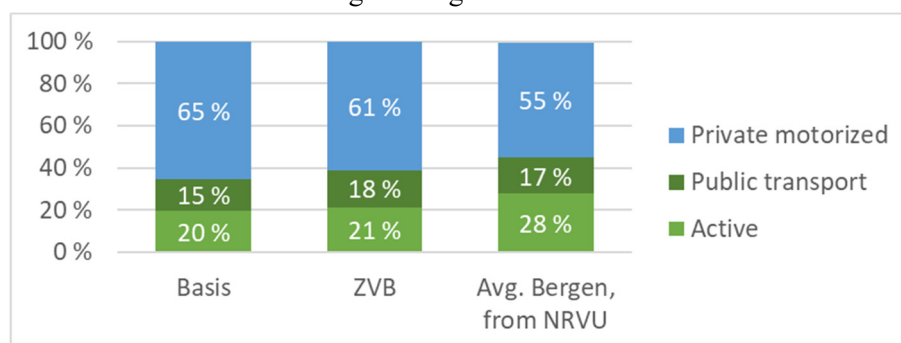
Tabell 51. Oppsummering for beregning av KPI MOB 5.4

<b>MOB5.4</b>	<b>Bilhold</b>
Formål	Redusere brukernes behov for privat bilhold. Det vil øke bruken av kollektive og aktive transportmidler og redusere klimagassutslippene fra <i>KGUI.5 Transport i drift (B8)</i> .
Beskrivelse	Denne nøkkelindikatoren beskriver brukernes tilgang til å eie private kjøretøy. Nøkkelindikatoren kan uttrykkes som gjennomsnittlig bilhold per husstand, og/eller fordeling av hushold på linje med bilhold, fra null til flere kjøretøy. Indikatoren kan igjen deles inn i kategorier basert på type energibærere (f.eks. fossilt (diesel, bensin), lavutslipp (HVO) og nullutslipp (elektrisk, hydrogen)).
Metode	NRVU
Oppnåelige poeng	3 poeng

MOB5.4	Bilhold
ZEN KPI-vurdering	Poeng tildeles for reduksjon i forholdet biler per husstand og økning i andel biler med lave eller ingen utslipp. Vil bli videre utviklet i neste versjon av ZEN-definisjonsveilederen.
Beste praksis	Prosjekter som oppmuntrer til høy andel husstand som ikke eier egen bil samt høy andel utslippsfrie kjøretøy blant privateide kjøretøy.

### MOB5.5 Mobilitetsmønster

Formålet med denne nøkkelindikatoren er å beregne samlet turproduksjon (antall daglige turer per person) for brukere, og hvordan disse turene fordeler seg på hhv. aktive reisemåter (f.eks. til fots og sykkel), kollektivtransport (f.eks. buss, trikk, båt, tog og bane) og private motoriserte transportmidler (f.eks. privatbil), se tabell 56 Tabell 52. NRVU kan benyttes direkte eller i kombinasjon med informasjon om MOB5.3 Parkeringstilbud og MOB5.4 Bilhold for å beregne forventet turproduksjon og fordeling på transportmiddel tilpasset ZEN-pilotområdene. Nøkkelindikatoren inkluderer samlet antall turer/person /dag, antall turer/person/dag fordelt på transportmiddel, og prosentandel av turene for hvert transportmiddel. Et eksempel på estimert fordeling av turer iht. transportmiddel, referanse og ZEN-scenario er tatt med i figur 42 Figur 42.



Figur 42. Estimert fordeling av turer iht. transportmiddel, referanse og ZEN-scenario for prosjektet, sammenlignet med gjennomsnittet i Bergen, fra NVRU (70).

Omfanget av reiser er begrenset til hverdagsturer og inkluderer ikke ferie- og fritidsreiser. Mobilitetsmønsteret beregnes for den strategiske planleggingsfasen og implementeringsfasen og brukes som inndata for å beregne MOB5.6 Transportarbeid og prosessveilederen. I bruksfasen brukes faktiske data.

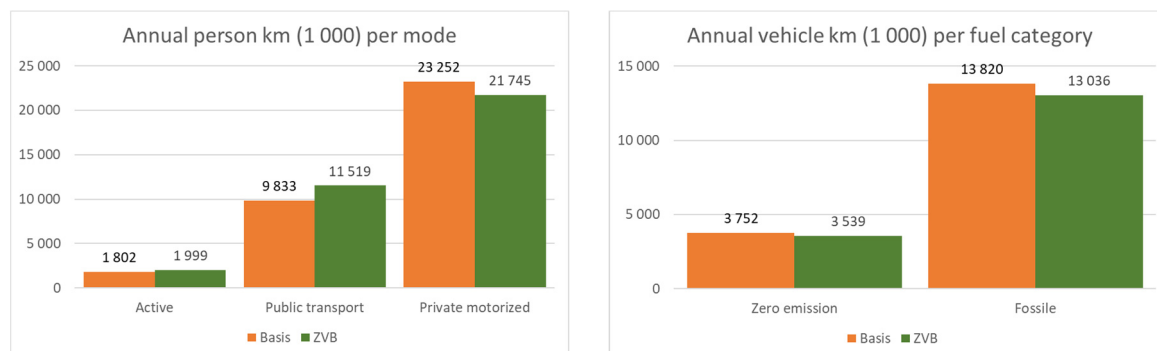
Tabell 52. Oppsummering av beregning av KPI MOB5.5

MOB5.5	Mobilitetsmønstre
Formål	Øke andelen kollektiv og aktiv transport og minske klimagassutslippene fra KGU1.5 Transport i drift (B8).
Beskrivelse	Vurderingen inkluderer samlet antall turer/person/dag, antall turer/person/dag fordelt på transportmiddel, og prosentandel av turene for hvert transportmiddel. Resultatene kan igjen deles inn i kategorier basert på type energibærer (f.eks. fossilt (diesel, bensin), lavutslipp (HVO) og nullutslipp (elektrisk, hydrogen)).
Metode	NRVU
Oppnåelige poeng	3 poeng
ZEN KPI-vurdering	Målverdier for prosentandel kollektiv, privat og aktiv transport. Vil bli videre utviklet i neste versjon av ZEN-definisjonsveilederen.

MOB5.5	Mobilitetsmønstre
Beste praksis	Høy andel turer med aktive transportmidler eller reisealternativer med null eller lave utslipp.

### MOB5.6 Transportarbeid

Sammen med informasjon om gjennomsnittsdistanse for spesifikke kombinasjoner av turformål og reisemåte for daglige reiser, brukes beregnet turproduksjon og fordeling på transportalternativ i MOB5.5 *Mobilitetsmønstre* til å beregne samlet årlig transportarbeid (personkm/år) og trafikkarbeid (kjøretøykm/år) for beboerne, se tabell 57/Tabell 53.



Figur 43. Estimert årlig passasjerkilometer fordelt på reisemåte (venstre) og estimert årlig kjøretøykilometer fordelt på energibærere (høyre), basis- og ZEN-scenario for prosjektet (70).

I Figur 43 er det et eksempel på estimert resulterende transportarbeid. Reiselengder per transportmiddel kan hentes fra NRVU. Trafikkarbeid med bil kan deles inn i hhv. kjøretøykilometer med fossile energibærere (diesel, bensin), lavutslippsalternativer (HVO) og nullutslippsalternativer (elektrisk, hydrogen) basert på (lokale) data fra NRVU. Resultatene fra denne nøkkelindikatoren kan brukes i *KGU1.5 Transport i drift (B8)* og i prosessveilederen.

Tabell 53. Oppsummering av beregning av KPI MOB5.6

MOB5.6	Transportarbeid
Formål	Beregne samlet årlig transportarbeid og kjøretøykilometer med hhv. fossile energibærere (diesel, bensin), lavutslippsalternativer (HVO) og nullutslippsalternativer (elektrisk, hydrogen).
Beskrivelse	Denne nøkkelindikatoren kan uttrykkes som samlet årlig transportarbeid (personkm/år) og trafikkarbeid (kjøretøykm/år) for beboerne, med videre inndeling i kjøretøykilometer med fossile energibærere og nullutslippsalternativer. Resultatene fra denne nøkkelindikatoren kan brukes i <i>KGU1.5 Transport i drift (B8)</i> .
Metode	NRVU
Oppnåelige poeng	3 poeng
ZEN KPI-vurdering	Målverdier for prosentandel utslippsfrie passasjerkilometer (pkm) og utslippsfrie kjøretøykilometer (tkm). Vil bli videre utviklet i neste versjon av ZEN-definisjonsveilederen.
Beste praksis	Lavt antall passasjer- og kjøretøykilometer med fossilt brensel.

MOB5.7 Vare- og nyttetransport

Denne nøkkelindikatoren vil bli videre utviklet i neste versjon av ZEN-definisjonsveilederen og kan eventuelt inkludere temaer som avfallstransport, sentraliserte pakketerminaler (f.eks., post i butikk, matkasse), hjemmekontor og fellesfasiliteter, se Tabell 54.

Tabell 54. Oppsummering av beregning av KPI MOB5.7

<b>MOB4.7</b>	<b>Vare- og nyttetransport</b>
Formål	
Beskrivelse	
Metode	
Oppnåelige poeng	2 poeng
ZEN KPI-vurdering	
Beste praksis	

## Økonomi

Økonomisk bærekraft er en viktig faktor for implementering av ZEN i større skala. Utvikling av en samling bygninger i et ZEN-pilotområde vil mest sannsynlig føre til en økning i kapitalkostnader i implementeringsfasen, men disse vil sannsynligvis balanseres ut med lavere driftskostnader i driftsfasen. Nøkkellindikatorer for økonomi gjelder både for systemgrensenivå for bygningsvurdering og områdevurdering. Nøkkellindikatorer for økonomi er derfor viktige og relevante da de er tatt med i evalueringsrammeverk i områdetilnærminger, som f.eks. Sustainable Positive Energy Neighbourhoods (SPENs) (72) og utvikles i forskningsnettverk som IEA EBC Annex 83 Positive Energy Districts (2020–2024) Subtask C (73) og COST PED EU NET (2020–2024) (74).

### Vurderingskriterier

Kategorien økonomi består av to vurderingskriterier: livsløpskostnader (LCC) og kost-nytte. Livsløpskostnader består av to nøkkellindikatorer: ØKO 6.1 *Kapitalkostnader* og ØKO6.2 *Driftskostnader*, mens kost-nytte består av én nøkkellindikator: ØKO6.3 *Overordnet ytelse*. Det er kjent at beregninger av livsløpskostnader gir et øyeblikksbilde av kostnader på et visst tidspunkt, og at kostnader er følsomme for både prissvingninger og inflasjon. Målet med nøkkellindikatorer for økonomi er å vurdere lønnsomheten av ulike klimagassreducerende tiltak i forhold til referanseprosjektet (R) for å oppnå nullutslippsområder.

#### Livsløpskostnader

Beregning av livsløpskostnader er en økonomisk evalueringsmetode for beregning og vurdering av kostnader forbundet med et bygg eller anlegg, over hele livsløpet til bygget eller området. Livsløpskostnader skal beregnes i henhold til *NS 3454: 2013 Livsløpskostnader for byggverk – Prinsipper og klassifikasjon* (75). Ifølge *NS 3454* omfatter livsløpskostnader både anskaffelseskostnader og kostnader gjennom hele bruksperioden. *NS 3454* definerer livsløpskostnader som netto nåverdi (NPV) av LCC og årskostnader som annuiteten av LCC. LCC er nyttig i alle prosjektfaser. I den strategiske planleggingsfasen kan LCC-prognoser benytte sammenligningskostnader («benchmark costs») basert på historiske kostnader for tidligere prosjekter. I tidlige prosjektfaser brukes LCC til å vurdere konsekvenser av ytelseskravene før det tas noen beslutninger. Etter hvert som en kommer videre i projekteringsfasen og får tilgang til mer informasjon bør referanseverdier (benchmarks) byttes ut med prosjektspesifikke estimerte kostnader. Den strategiske planleggingsfasen og implementeringsfasen har størst mulighet til å innvirke på livsløpskostnadene for drift. LCC bør derfor gjennomføres så tidlig som mulig i designfasen for å maksimere utfallet og sikre muligheter for positiv innvirkning på prosjektet (76). Kontinuerlig overvåking og optimalisering av LCC bør fortsette gjennom hele prosjektets livsløp.

For å kunne benytte LCC i beslutningsprosessen trengs det god tilgang til pålitelige inndata. En bør begynne med å innhente generisk informasjon (dvs. statistikk og historiske kostnader) og deretter innhente mer spesifikk informasjon. Kostnadsinformasjon kan innhentes fra produsenter og leverandører, entreprenører, test- og forskningsorganisasjoner, utgivelser, kommersielle databaser, tilbakemeldinger fra anlegg i drift og organisasjoners egne data. Data fra Norsk prisbok (77) kan også benyttes som referanseverdier. LCC på systemgrensenivå for bygningsvurdering og områdevurdering skal minst inneholde «1 Anskaffelses- og restkostnader» og «5 Forsyningskostnader: 51 Energi» fra Tabell 2 av Kostnadsklassifikasjon i *NS 3454: 2013* (75).

Rapporteringsenhetene for LCC er i tråd med rapporteringsenhetene i kapitlet om *Klimagassutslipp* og er som følger: Sum kroner, kroner per kvadratmeter bruttoareal (BTA) per år (NOK/m<sup>2</sup><sub>BTA</sub>/år) for

bygninger, kroner per kvadratmeter tomteareal (TA) per år (NOK/m<sup>2</sup> TA/år) for infrastruktur med en analyseperiode på 60 år og en beregningsrente på 4 prosent. Det skal opplyses om hvilken tidsperiode LCC-beregningene gjelder for.

#### Kost-nytte-analyse

Vurderingskriteriene kost-nytte er nyttige for ZEN-partnerne for vekting av kostnader og nytte av å innføre nullutslippsstrategier eller -tiltak for å nå ZEN-målet om å redusere direkte og indirekte klimagassutslipp ned mot null. Slike nZEN-tiltak som kan vurderes i en kost-nytte-analyse mellom referanseprosjektet (R) og ZEN-prosjektet (Z) inkluderer blant annet valg av energisystem og valg av byggemetoder og byggematerialer (se eksempler på nZEN-tiltak i kolonnen Beste praksis i KPI-tabellene for de andre ZEN-nøkkelindikatorene. Kost-nytte-analysen kan også ta for seg endringer i kostnads- og tilbakebetalingstider for klimagassreducerende tiltak eller kostnaden av sparte klimagassutslipp.

#### ØKO 6.1 Kapitalkostnader

Denne indikatoren inkluderer kapitalkostnader i overensstemmelse med *NS 3454: 2013 (75)*, se Tabell 56. Kapitalkostnader innebærer utbyggingskostnader og kostnaden av eiendeler eller gjenstander som er kjøpt eller implementert med sikte på å forbedre karbonutslippene i pilotområdet. Kapitalkostnader ses fra utbyggerens perspektiv og skal beregnes i henhold til *NS 3453: 2016 Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt*, se Tabell 55 (78) *NS 3453: 2016 er i tråd med NS 3451: 2022 Tabell over bygningsdeler brukt i LCA-beregninger for ZEN GHG-KPIer*. Det forventes å være høyere investeringer i mer energieffektive bygninger og i nullutslippsbygninger og infrastruktur. Denne nøkkelindikatoren vil vurderes både på bygnings- (02 Bygning) og områdenivå (07 Utendørs) og vil vurdere kostnader knyttet til blant annet energisystemet (03 Oppvarming, ventilasjon og sanitær og 04 Elektrisk kraft) og materialanskaffelser. Rabattavtaler mellom entreprenører og leverandører er ikke inkludert.

Tabell 55. Spesifikasjon av konstruksjonskostnader NS 3453:2016 (78)

	<b>Kostnadstype</b>	<b>Referanseprosjekt (R)</b>	<b>ZEN-prosjekt (Z)</b>
01	Felleskostnader		
02	Bygning		
03	Varme, ventilasjon og sanitær		
04	Elektrisk kraft		
05	Telekommunikasjon og automasjon		
06	Andre installasjoner		
01–06	Byggekostnad		
07	Utendørs		
01–07	Entreprenørkostnader		
08	Generelle kostnader		
01–08	Byggekostnader		
09	Spesielle kostnader		
10	Merverdiavgift (MVA)		
01–10	Grunnleggende kostnader		
11	Forventet tillegg (inkl. MVA)		
01–11	Prosjektkostnad		

12	Usikkerhetsavsetning (inkl. MVA)		
01–12	Kostnadsramme		
13	Prisregulering (inkl. MVA)		
01–13	SUM		

Tabell 56. Oppsummering for beregning av KPI ØKO6.1

ØKO	Kapitalkostnader
Formål	Økonomisk bærekraft vil være viktig når flere ZEN-områder kommer på markedet, hvor byggherrer og investorer må utvikle en forretningssak for å gjøre en samling av bygninger om til et ZEN-pilotområde, som vil kunne føre til høyere forskuddsbetalte kostnader med investeringer i energi, oppvarming, lagringssystemer og materialkostnader. Denne indikatoren omfatter disse kapitalkostnadene.
Beskrivelse	Kapitalkostnader innebærer utbyggingskostnader og kostnaden av eiendeler eller gjenstander som er kjøpt eller implementert med sikte på å forbedre karbonutslippene i området.
Metode	Kapitalkostnadene beregnes i henhold til <i>NS 3454: 2013 Livsløpskostnader for byggverk – Prinsipper og klassifisering(75)</i> og <i>NS 3453:2016 Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt</i> , se Tabell 55. Resultatene oppgis i NOK og NOK/m <sup>2</sup> BTA. Som et minstekrav bør alle bygninger og energisystemer i området tas med. Referanseprosjektet for energisystem kan bygge på referanseprosjektet i kategorien Energi. Det vil ikke være noen kapitalkostnader for eksisterende områder med mindre det blir gjort endringer i disse områdene. I så fall skal kostnadene forbundet med endringene tas med.
Oppnåelige poeng	6 poeng
ZEN KPI-vurdering	Grense- og målverdier vil bli videreutviklet i det fremtidige ZEN-arbeidet.
Beste praksis	

#### ØKO6.2 Driftskostnader

Denne indikatoren inkluderer årlige driftskostnader forbundet med energibruk, se Tabell 57. Driftskostnader ses fra byggherrens perspektiv. Denne nøkkellindikatoren vil vurderes både på bygg- og områdenivå.



Tabell 57. Oppsummering for beregning av KPI ØKO6.2

ØKO 6.2	Driftskostnader
Formål	Økonomisk bærekraft vil være viktig når flere ZEN-områder kommer på markedet, hvor byggherrer må utvikle en forretningssak for å gjøre en samling av bygninger om til et ZEN-pilotområde, som vil kunne føre til høyere forskuddsbetalte kostnader med investeringer i energi, oppvarming, lagrings-systemer og høyere materialkostnader, men disse vil sannsynligvis balanseres ut med lavere driftskostnader i driftsfasen. Denne indikatoren fanger opp disse driftskostnadene.
Beskrivelse	Driftskostnader refererer til kapitalrelaterte årlige kostnader for eiendeler eller gjenstander som er kjøpt eller implementert med sikte på å redusere klimagassutslippene i området.
Metode	Driftskostnadene beregnes i henhold til <i>NS 3454: 2013 Livsløpskostnader for byggverk – Prinsipper og klassifisering (75)</i> . Resultatene oppgis i NOK og NOK/m <sup>2</sup> BTA/år. Referanseprosjektet for energisystem kan bygge på referanseprosjektet i kategorien Energi. Eksisterende områder kan benytte løpende driftskostnader som referanse. Planlagte endringer i det eksisterende området skal tas med i ZEN-prosjektet.
Oppnåelige poeng	6 poeng
ZEN KPI-vurdering	Grense- og målverdier vil bli videreutviklet i det fremtidige ZEN-arbeidet.
Beste praksis	

### ØKO6.3 Overordnet ytelse

Denne nøkkelindikatoren skisserer et sett med indikatorer som evaluerer relative fordeler av visse valgte nullutslippsstrategier eller tiltak for byggherrer og utbyggere, se Tabell 58. Dette settet indikatorer oppsummerer både *ØKO 6.1 Kapitalkostnader* og *ØKO6.2 Driftskostnader* med hensyn til:

- Netto nåverdi (NNV) er summen av nåverdien av de diskonterte fremtidige kontantstrømmene og brukes til å sammenligne alternativer over samme analyseperiode. NNV beregnes ved å diskontere fremtidige kontantstrømmer til sin nåverdi. For å sikre nøyaktighet presenteres LCC som regel som faktiske kostnader uavhengig av når kostnadene oppsto. I Digitaliseringsdirektoratets (DIGDIR) veiledning for offentlige bygg (79) vurderes en forhåndsdefinert diskonteringsrente på 4 prosent.
- **Årlige kostnader (AC) eller årlig tilsvarende verdi (AEV):** er et enhetlig årlig beløp som tilsvarer nettokostnadene i prosjektet der tidsverdien gjennom hele analyseperioden tas i betraktning. De årlige kostnadene beregnes som en annuitet, dvs. at kostnadene utjevnes til samme beløp hvert år. Årlig tilsvarende verdi er den faste årlige kostnaden som tilsvarer netto nåverdien etter diskontering.
- **Tilbakebetalingstid:** er den tiden det tar for å dekke investeringskostnadene. Den anses som et tilleggskriterium og brukes til å vurdere den perioden investeringen er utsatt for risiko. Den beregnes som antall år som har gått før netto nåverdi av akkumulert avkastning overstiger den opprinnelige investeringen. Enkel tilbakebetaling benytter faktiske (ikke-diskonterte) verdier mens diskontert tilbakebetaling benytter nåværende (diskontert) verdi. Kostnader og besparelser etter tilbakebetalingstiden, er ikke vurdert.
- **Kostnad av sparte klimagassutlipp:** Vil bli videreutviklet i det fremtidige ZEN-arbeidet.



Tabell 58. Oppsummering for beregning av KPI ØKO6.3

ØKO 6.3	Overordnet ytelse
Formål	Økonomisk bærekraft vil være viktig når flere ZEN-områder kommer på markedet, hvor byggherrer og investorer må utvikle en forretningssak for å gjøre en samling av bygninger om til et ZEN-pilotområde.
Beskrivelse	Overordnet ytelse basert på LCC.
Metode	Beregne netto nåverdi, årlig kostnad, tilbakebetalingstid og kostnad av sparte klimagassutslipp basert på resultatene fra <i>ØKO 6.1 Kapitalkostnader</i> og <i>ØKO6.2 Driftskostnader</i> .
Oppnåelige poeng	8 poeng
ZEN KPI-vurdering	Grense- og målverdier vil bli videreutviklet i det fremtidige ZEN-arbeidet.
Beste praksis	

## Begrensninger og videre arbeid

Dette er tredje utgave av ZEN-definisjonsveilederen. Den bygger på den tidligere ZEN-definisjonsrapporten og andre ZEN-definisjonsveiledere. Den beskriver ZEN-kategoriene i mer detalj, vurderingskriterier og nøkkelindikatorer som er inkludert i definisjonen, samt aktuelle evalueringsmetoder og kilder til data som kan benyttes til å evaluere ZEN-pilotområdene. I denne rapporten har vi belyst noen begrensninger og omfanget av videre arbeid, som vil bli dekket i fremtidige utgaver av ZEN-definisjonsveilederen. I neste omgang vil arbeidsgruppen for ZEN-definisjonsveilederen fullføre følgende aktiviteter:

- **Testing og evaluering av vurderingskriterier og nøkkelindikatorer i alle ZEN-pilotprosjekter:** Alle ZEN-pilotområder skal velge ZEN-vurderingskriterier og nøkkelindikatorer som skal testes og evalueres. Kunnskap fra slik testing skal benyttes til å evaluere grenseverdier og fastsette grense- og målverdier.
- **Validere referanseprosjekter og referanseverdier** I denne ZEN-definisjonsveilederen har vi brukt grunnleggende bakgrunnsinformasjon for utvikling av referanseprosjekter og tatt med referanseverdier. Referanseprosjekter og referanseverdier skal evaluere og dokumentere i hvilken grad ZEN-pilotområdet har lyktes med å oppfylle nøkkelindikatorkriteriene.
- **Fastsetting av grense- og målverdier, vektning og referansemåling:** Neste trinn i arbeidet med ZEN-definisjonsveilederen blir å videreutvikle fastsetting av grense- og målverdier etter at vurderingskriterier og nøkkelindikatorer er blitt testet og evaluert opp mot referanseprosjekter og referanseverdier.
- **ZEN KPI-verktøy**
  - **Datainnsamling og dokumentasjon:** Utvikle et transparent ZEN-KPI-verktøy til innhenting av data, overvåkning, evaluering og dokumentasjon.

## Referanser

1. Wiik MK, Fufa SM, Krogstie J, Ahlers D, Wyckmans A, Driscoll P, et al. Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities. Definition, Key Performance Indicators and Assessment Criteria: Version 1.0. Bilingual version [Internet]. FME ZEN - The Research Centre on Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities: SINTEF - NTNU; 2018 [cited 2021 Oct 29]. Report No.: 7. Available from: <https://fmezen.no/wp-content/uploads/2018/11/ZEN-Report-no-7-Bilingual.pdf>
2. Wiik MK, Fufa SM, Fjellheim K, Lien SK, Krogstie J, Ahlers D, et al. Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities. Definition, Key Performance Indicators and Assessment Criteria: Version 2.0. Bilingual version [Internet]. FME ZEN - The Research Centre on Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities: SINTEF - NTNU; 2021. Report No.: 32. Available from: <https://fmezen.no/wp-content/uploads/2021/04/ZEN-Report-no-32.pdf>
3. Wiik MK, Fufa SM, Fjellheim K, Lien SK, Krogstie J, Ahlers D, et al. Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities. Definition, Key Performance Indicators and Assessment Criteria: Version 3.0 English. Oslo, Norway: SINTEF Academic Press; 2022. (ZEN report). Report No.: 39.
4. Wiik MK, Bær D, Fufa SM, Andresen I, Sartori I, Uusinoka T. The ZEN Definition. A Guideline for the ZEN Pilot Areas. Version 1.0. [Internet]. The Research Centre on Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities: SINTEF - NTNU; 2018 [cited 2021 Oct 29]. Available from: [https://fmezen.no/wp-content/uploads/2019/03/ZEN-Report-no-11\\_The-ZEN-definition\\_A-guideline-for-the-ZEN-pilot-areas.pdf](https://fmezen.no/wp-content/uploads/2019/03/ZEN-Report-no-11_The-ZEN-definition_A-guideline-for-the-ZEN-pilot-areas.pdf)
5. Wiik MK, Krekling Lien S, Fjellheim K, Vandervaeren C, Fufa SM, Baer D, et al. The ZEN Definition. A Guideline for the ZEN Pilot Areas. Version 2.0 [Internet]. Oslo, Norway: SINTEF Academic Press; 2021 p. 70. Report No.: 40. Available from: [https://www.sintefbok.no/book/index/1335/the\\_zen\\_definition\\_a\\_guideline\\_for\\_the\\_zen\\_pilot\\_areas\\_version\\_20](https://www.sintefbok.no/book/index/1335/the_zen_definition_a_guideline_for_the_zen_pilot_areas_version_20)
6. Nielsen BF, Gohari S, Hauge ÅL, Sørnes K, Walnum HT, Uusinoka T, et al. PISEC: TOOLKIT FOR THE PLANNING OF SMART ENERGY COMMUNITIES. PI-SEC REPORT 2.3: Challenges and best practices from testing of the PI-SEC Planning Wheel. Oslo, Norway; 2019 p. 23. Report No.: 2.3.
7. Nielsen BF, Gohari S, Baer D. PISEC: GUIDELINES. PI-SEC REPORT 2.4: Regulatory and planning implications for municipalities. Trondheim, Norway; 2019 p. 29. Report No.: 2.4.
8. FutureBuilt. Kriterier for sosial bærekraft V2.0 03.05.2021-2. [Internet]. Oslo, Norway: FutureBuilt; 2021 p. 9. Available from: <https://www.futurebuilt.no/content/download/28171/158084>
9. Lovdata. Lov om planlegging og byggsaksbehandling (plan og bygningsloven).
10. Baer D, Loewen B, Cheng C, Thomsen J, Wyckmans A, Temeljotov-Salaj A, et al. Approaches to social innovation in Positive Energy Districts (PEDs) - A comparison of Norwegian projects. Sustainability. 13(13).
11. Montgomery C. Happy City: transforming our lives through urban design. New York; 2013.
12. Baer D, Ekambaram A. Integrating user needs in sustainable neighbourhood transition of the smart city - expanding knowledge and insight among professional stakeholders. In 2021.
13. Baer D. Tools for stakeholder engagement in ZEN developments. Oslo, Norway: SINTEF Academic Press; 2018. Report No.: 13.
14. Regjering. Medvirkning i planlegging. Tilrettelegging for deltakelse [Internet]. 2014. Available from: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/Medvirkning-i-planlegging/id764244/>
15. Garcia JB, Mora MS. D3.2: Delivery of the citizen participation playbook +CityxChange | Work Package 3, Task 3.2 [Internet]. 2020 p. 234. Available from: <https://cityxchange.eu/wp-content/uploads/2020/02/D3.2-Delivery-of-the-citizen-participation-playbook.pdf>
16. Vandervaeren C, Wiik MK, Fjellheim K, Kallaos J, Henke L. GHG EMISSIONS ACCOUNTING. A description of how methodological issues will be handled in zero emission neighbourhoods. SINTEF Academic Press.; forthcoming.
17. NS 3451: 2009. Bygningsdelstabell / table of building elements. Oslo, Norway: Standard Norge; 2009.
18. NS 3457-3: 2013. Klassifikasjon av byggverk – del 3 bygningstyper. Oslo: Standard Norge; 2013.

19. NS 3940. Areal- og volumberegninger av bygninger / Calculation of areas and volumes of buildings. Standards Norway, Oslo, Norway.; 2012.
20. Direktoratet for byggkvalitet. Byggteknisk forskrift (TEK17) [Internet]. 2017. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>
21. European Commission. Taxonomy regulation delegated act 2021-2800. Annex 1. 2021.
22. Dodd N, Cordella M, Traverso M, Donatello S. Level(s) - A common EU framework of core sustainability indicators for office and residential buildings [Internet]. online: JRC; 2017. (Commission E, editor. JRC Technical reports). Available from: <https://ec.europa.eu/environment/eussd/buildings.htm>
23. EN 15804+A2:2019. Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products. Brussels, Belgium: European Committee for Standardisation; 2019.
24. FutureBuilt kvalitetskriterier [Internet]. FutureBuilt. [cited 2021 Nov 2]. Available from: <https://www.futurebuilt.no/FutureBuilt-kvalitetskriterier#!/FutureBuilt-kvalitetskriterier>
25. Ecoinvent. Ecoinvent database v3.1. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, Switzerland. 2014.
26. NS-EN 16449. Tre og trebaserte produkter - Beregning av biogent karboninnhold i tre og omdanning til karbondioksid / Wood and wood-based products Calculation of the biogenic carbon content of wood and conversion to carbon dioxide. Standard Norge, Oslo, Norway.; 2014.
27. NS-EN 16485. Tømmer og skurlast - Miljødeklarasjoner - Produktkategoriregler for tre og trebaserte produkter til bruk i byggverk / Round and sawn timber-Environmental product declarations-Product category rules for wood and wood-based products for use in construction. Standard Norge, Oslo, Norway.; 2014. (Standard Norge, Oslo, Norway.).
28. NS-EN 16757. Bærekraftige byggverk - Miljødeklarasjoner - Produktkategoriregler for betong og betongelementer / Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Product Category Rules for concrete and concrete elements. Standard Norge, Oslo, Norway.; 2017.
29. NS 3720. Metode for klimagassberegninger for bygninger / Method for greenhouse gas calculations for buildings. 2018;
30. Bks 700.320 intervaller for vedlikehold og utskiftninger av bygningsdeler. Oslo: SINTEF Academic Press; 2010.
31. Wiik MK, Fuglseth M, Resch E, Lausset C, Andresen I, Brattebø H, et al. Klimagasskrav til materialbruk i bygninger - Utvikling av grunnlag for å sette absolutte krav til klimagassutslipp fra materialbruk i norske bygninger [Internet]. FME ZEN; 2020 [cited 2021 Oct 29]. Available from: [https://fmezen.no/wp-content/uploads/2020/05/ZEN-Report-no-24\\_Klimagasskrav-til-materialbruk-i-bygninger.pdf](https://fmezen.no/wp-content/uploads/2020/05/ZEN-Report-no-24_Klimagasskrav-til-materialbruk-i-bygninger.pdf)
32. Norsk Gjenvinning. Avfallstyper [Internet]. online; 2018. Available from: <https://www.norskgjenvinning.no/tjenester/avfallstyper/>
33. Fufa SM et al. Avfallsfri byggeplass og byggeprosess. Definisjon, forslag til merkeordning og nøkkelindikatorer. Versjon 1.0. forthcoming.
34. NS-EN 16258. Metode for beregning av og deklarerer av energiforbruk og klimagassutslipp for transporttjenester (vare- og persontransport) / Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers). 2012;
35. Fufa SM, Wiik MK, Andresen I. Estimated and actual construction inventory data in embodied GHG emission calculations for a Norwegian zero emission building (ZEB) construction site. In 2018.
36. Wiik MK, Sørensen ÅL, Selvig E, Cervenka Z, Fufa SM, Andresen I. ZEB Pilot Campus Evenstad. Administration and educational building. As-built report. The Research Centre on Zero Emission Buildings. ZEB Project report no 36. 2017.
37. ASKO. ASKOs drivstoffhierarkiet. Våre prioriteringer. 2017.
38. Norsk Fjernvarme. Fjernkontrollen [Internet]. 2021. Available from: <https://www.fjernkontrollen.no/>
39. European Commission. Waste Framework Directive [Internet]. Available from: [https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive_en)

40. ISO IWA 42:2022. Net Zero Guidelines. Accelerating the transition to net zero [Internet]. International Organization for Standardization (ISO); 2022 [cited 2022 Nov 16]. Report No.: IWA 42:2022(E). Available from: <https://www.iso.org/netzero>
41. Wiik MK, Vandervaeren C, Fjellheim K, Lien SK, Nordstrom T, Baer D, et al. Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities. Definition, assessment criteria and key performance indicators. Version 3.0 English. SINTEF Building and Infrastructure, Oslo: SINTEF Academic Press; 2022.
42. SN-NSPEK 3031:2021 SN. Bygningers energiytelse — Beregning av energibehov og energiforsyning. 2020.
43. TEK 17. The Norwegian building regulations (Byggteknisk forskrift, TEK 17). <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/9/9-8/>. 2017;
44. NS 3700. Criteria for passive houses and low energy buildings - Residential buildings (in Norwegian). 2013;
45. NS 3701. Criteria for passive houses and low energy buildings - Non-residential buildings (in Norwegian). 2012;
46. Standard Norge SN/K 034. NS-EN ISO 52000:2017 Energy performance of buildings - Overarching EPB assessment. 2017.
47. Andersen CE, Lien SK, Lindberg KB, Walnum HT, Sartori I. Further development and validation of the 'PROFet' energy demand load profiles estimator. Torino, Italy; 2021. (International Building Performance Simulation Association).
48. Miljøverndepartementet. § 8-1. Regional plan [Internet]. regjeringen.no; Apr 27, 2009. Available from: [https://www.regjeringen.no/no/dokument/dep/kmd/veiledninger\\_brosjyrer/2009/lovkommentar-til-plandelen-i-/kapittel-8-regional-plan-og-planbestemme/-8-1-regional-plan/id556768/](https://www.regjeringen.no/no/dokument/dep/kmd/veiledninger_brosjyrer/2009/lovkommentar-til-plandelen-i-/kapittel-8-regional-plan-og-planbestemme/-8-1-regional-plan/id556768/)
49. Miljøverndepartementet. Kommunal planstrategi [Internet]. regjeringen.no; 2011 Dec [cited 2021 Nov 30]. Available from: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/kommunal-planstrategi/id652436/>
50. Salom J, Marszal AJ, Widén J, Candanedo J, Lindberg KB. Analysis of load match and grid interaction indicators in net zero energy buildings with simulated and monitored data. Appl Energy. 2014;136:119–31.
51. Krekling Lien S, Heimar Andersen K, Bottolfsen H, Lolli N, Sartori I, Lekang Sørensen Å, et al. Energy and Power: Essential Key Performance Indicators for Zero Emission Neighbourhoods: An analysis of 6 pilot areas [Internet]. ZEN Research Centre; 2021 [cited 2021 Nov 30]. Report No.: ZEN REPORT No. 36. Available from: [https://fmezen.no/wp-content/uploads/2021/11/ZEN-Report-no-36\\_ENERGY-AND-POWER-ESSENTIAL-KEY-PERFORMANCE-INDICATORS-FOR-ZERO-EMISSON-NEIGHBOURHOODS.pdf](https://fmezen.no/wp-content/uploads/2021/11/ZEN-Report-no-36_ENERGY-AND-POWER-ESSENTIAL-KEY-PERFORMANCE-INDICATORS-FOR-ZERO-EMISSON-NEIGHBOURHOODS.pdf)
52. Sartori I, Lien SK, Bagle M, Walnum HT, Manrique B. Development and testing of load flexibility KPIs in the ZEN definition. In Copenhagen, Denmark; 2022.
53. IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press;
54. Nordström T, Manum B, Rokseth L, Green S. ZEN Spatial Indicators: Evaluation of Bodø-vest. 2020;36.
55. Nordström T, Rokseth L, Green S, Manum B. ZEN Spatial Indicators. Evaluation of parallel assignments for Sluppen. Oslo, Norway: SINTEF Academic Press; 2020 p. 29. (ZEN). Report No.: 20.
56. Nordström T, Manum B, Rokseth L, Green S. ZEN Spatial Indicators: Evaluation of kommunedelplan 3 (KDP 3) for Fornebu. :60.
57. Spacescape, Evidens, Trivector, Theory in Practice. FRAMTIDEN FÖR PARKERING OCH NYA BOSTÄDER. Analyser av bostadsmarknad, markanvändning och miljökonsekvenser [Internet]. Sverige; 2020 p. 36. Available from: <https://www.spacescape.se/wp-content/uploads/2021/03/Framtiden-for-parkering-och-nya-bostader-Slutversion-200925.pdf>
58. Stavroulaki G, Koch D, Legeby A, Marcus L, Ståhle A, Berghauser Pont M. Documentation Place Syntax Tool. 2019.
59. Nordstrom T, Manum B, Rokseth L, Schon P. Urban form and land use characteristics for a Zero Emission Neighbourhood. Oslo, Norway: SINTEF Academic Press; 2022.

60. UN Habitat. A New Strategy of Sustainable Neighbourhood Planning: Five principles - Urban Planning Discussion Note 3 | UN-Habitat [Internet]. 2014 [cited 2022 Jan 15]. Available from: <https://unhabitat.org/a-new-strategy-of-sustainable-neighbourhood-planning-five-principles>
61. Claesson S, Ståhle A, Kleberg HL, Nordström T, Hernbäck J, Rydell M, et al. Värdeskapande Stadsutveckling. Värdering av stadskvaliteter för bostäder, kontor och handel i Göteborgsregionen. 2016.
62. Brand S. How buildings learn : what happens after they're built. Rev. ed. London: Phoenix; 1997.
63. Gehl J, Kaefer L, Reigstad S. Close encounters with buildings. *Urban Int.* 2006;11:29–47.
64. Hillier B. Space is the machine: A configurational theory of architecture. Cambridge: Cambridge University Press; 1996.
65. Legeby A. Patterns of co-presence : Spatial configuration and social segregation [Internet]. [Stockholm]: KTH Royal Institute of Technology; 2013 [cited 2021 Oct 29]. Available from: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-133678>
66. Hillier B. Space is the machine [Internet]. 1996 [cited 2022 Jan 17]. Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Space-is-the-machine-Hillier/8079ac4f0575e9f32a2c3d41b531c3aa4abc1cc8>
67. Stavroulaki I, Berghauser M. A systematic review of multifunctional streets. Sweden: Chalmers University; 2020.
68. CROW. Design manual for bicycle traffic. The Netherlands; 2007.
69. NACTO. Global street design. 2016.
70. Meland S, Karlsson H. ZEN Mobilitetscase ZVB - Sammendrag av utvikling og anvedelse av metodikk for boligprosjekter. Oslo, Norway: SINTEF Academic Press; 2021 p. 22. (ZEN). Report No.: 37.
71. Grue B, Landa-Mata I, Langset Flotve B. Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2018/19 - nøkkelrapport. Oslo: TØI; 2021 p. 198. Report No.: TØI-rapport 1835/2021.
72. Salom J, Tamm M, Andresen I, Cali D, Magyari Á, Bukovszki V, et al. An Evaluation Framework for Sustainable Plus Energy Neighbourhoods: Moving Beyond the Traditional Building Energy Assessment. *Energies.* 2021 Jan;14(14):4314.
73. Subtasks || IEA EBC || Annex 83 [Internet]. [cited 2021 Nov 30]. Available from: <https://annex83.iea-ebc.org/subtasks>
74. COST. Action CA19126 - Positive Energy Districts European Network [Internet]. COST; [cited 2021 Nov 30]. Available from: <https://www.cost.eu/news/>
75. NS 3454: 2013. Life cycle costs for construction works - Principles and classification. Oslo, Norway: Standard Norge; 2013.
76. ISO 15686-5. Building and construction assets - service life planning. Part 5: Life-cycle costing. Switzerland: International Standard Organisation; 2017.
77. Norconsult Informasjonssystemer AS, Bygganalyse AS. Norsk prisbok [Internet]. Sandvika: Norconsult Informasjonssystemer AS; 2017. Available from: <http://www.norskprisbok.no/Home.aspx>
78. Standard Norge. NS 3453: 2016 Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt. Oslo, Norway: Standard Norge; 2016 p. 15. Report No.: NS 3453.
79. Difi. Tidlig LCC <https://tidliglcc.difi.no/>. 2010.

**Vedlegg A: Rapporteringsmatrise for klimagassutslipp.**

	A1-A3: Produktstadium	A4: Transport til anlegg	A5: Installasjon	B1: Bruk	B2: Vedlikehold	B3: Reparasjon	B4: Utskifting	B5: Renovering	B6: Energibruk i drift	B7: Vannbruk i drift	B8: Transport i drift	C1: Demontering	C2: Transport til sluttfasen	C3: Avfallsbehandling	C4: Avhending	D: Gjenbruk, gjenvinning og resirkulering	Sum
20 Bygning, generelt	Nivå 1: Bygningskropp											Nivå 1: Bygningskropp					
21 Grunnarbeid og fundamenter																	
22 Overbygning																	
23 Yttervegger																	
24 Innervegger																	
25 Gulvstruktur																	
26 Utvendig tak																	
27 Fast lagerbeholdning																	
28 Trapper og balkonger																	
29 Annet																	
30 Oppvarming, ventilasjon og sanitær, generelt	Nivå 2: Avansert bygg											Nivå 2: Avansert bygg					
31 Sanitær																	
32 Oppvarming																	
33 Brannsikkerhet																	
34 Gass- og lufttrykk																	
35 Prosesskjøling																	
36 Ventilasjon og luftkondisjonering																	
37 Komfortkjøling																	
38 Vannbehandling																	
39 Annet																	
40 Elektrisk kraft, generelt																	
41 Basisinstallasjon for elkraft																	
42 Høyspenning																	
43 Lavspenning																	
44 Belysning																	
45 Elektrisk oppvarming																	
46 Nødstrømsforsyning																	
49 Annet																	
50 Tele og automasjon																	
51 Basisinstallasjon																	
52 Integrert komm.																	
53 Telefon og personsøk																	
54 Alarm og signal																	
55 Lyd og bilde																	

	A1–A3: Produktstadium	A4: Transport til anlegg	A5: Installasjon	B1: Bruk	B2: Vedlikehold	B3: Reparasjon	B4: Utskifting	B5: Renovering	B6: Energibruk i drift	B7: Vannbruk i drift	B8: Transport i drift	C1: Demontering	C2: Transport til sluttfasen	C3: Avfallsbehandling	C4: Avhending	D: Gjennbruk, gjenvinning og resirkulering	Sum
56 Automasjon																	
57 Instrumentering																	
59 Annet																	
60 Annen installasjon, generelt																	
61 Prefabrikkert enhet																	
62 Passasjer- og varetransport																	
63 Transportmuligheter for småvarer																	
64 Sceneutstyr																	
65 Avfall og støvsuging																	
66 Fast inventar																	
67 Løst inventar																	
69 Annet																	
7 Utendørs, generelt																	Nivå 3: Infrastruktur
71 Tilrettelagt terreng																	
72 Utendørskonstruksjon																	
73 Utendørs oppvarming, ventilasjon og sanitær																	
74 Utendørs elektrisk kraft																	
75 Utendørs tele og automasjon																	
76 Veier og gårdsrom																	
77 Parker og hager																	
78 Utendørs infrastruktur																	
79 Annet																	
Sum	Nivå 4: Område																
Biogent karbon	Skal rapporteres separat for hver livsløpsmodul der karbonavsetning eller karbonutslipp finner sted og separat fra de andre resultatene.																
LULUC																	