



Research Centre on
ZERO EMISSION
NEIGHBOURHOODS
IN SMART CITIES



ZEN-DEFINISJON – VEILEDER FOR ZEN-PILOTOMRÅDER

Versjon 4.0. Norsk

ZEN-RAPPORT NR. 63 – 2024





Research Centre on
ZERO EMISSION
NEIGHBOURHOODS
IN SMART CITIES

ZEN Rapport Nr. 63

Marianne Kjendseth Wiik¹⁾, Shabnam Homaei¹⁾, Synne Krekling Lien¹⁾, Igor Sartori¹⁾, Solveig Meland¹⁾, Hampus Karlsson¹⁾, Anandasivakumar Ekambaram¹⁾

¹⁾ SINTEF Community

ZEN-DEFINISJONEN – EN VEILEDER FOR ZEN-PILOTOMRÅDER. Versjon 4.0. Norsk

Nøkkelord: Klimagassutslipp, energi, effekt, mobilitet, økonomi, byform og arealbruk
ISBN 978-82-536-1843-2

Norwegian University of Science and Technology (NTNU) | www.ntnu.no
SINTEF Community | 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, AFRY, Asplan Viak, Multiconsult, Civitas, FutureBuilt, Heidelberg Materials, Skanska, GK, 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.

I 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 m² 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, Mære landbruksskole i Steinkjer, Ydalir i Elverum, Campus Evenstad, NyBy-Ny Flyplass 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 brukerpårtnerne fra privat og offentlig sektor. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) er vertsinstitusjon 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-Marin (NTNU), Juudit Ottelin (NTNU).

Energi og effekt: Synne Krekling Lien (SINTEF), Igor Sartori (SINTEF), Benjamín Manrique Delgado (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), Anandasivakumar Ekambaram (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, kildedata og type data som ble brukt til å evaluere og dokumentere de syv ZEN-kategoriene (klimagassutslipp, energi, effekt, mobilitet, stedskvaliteter, 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 bygget på v1.0 av ZEN-definisjonsveilederen, samt på en rekke andre ZEN-definisjonsrapporter. Veilederen ga 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 bygget på v.1.0 og v.2.0 av ZEN-definisjonsveilederne, samt på en rekke andre ZEN-definisjonsrapporter. Veilederen gir en nærmere beskrivelse av ZEN KPI-verktøy og ZEN KPI-referanser, grense-, og målverdier. En stor endring innebært å løfte prosessnøkkelindikatorer ut av kategorien stedskvaliteter 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 stedskvaliteter heter nå byform og arealbruk, og flere nøkkelindikatorer er lagt til.
Versjon 4.0	2024	Denne fjerde og siste utgaven (versjon 4.0) av ZEN-definisjonsveilederen bygger på v.1.0, v.2.0 og v.3.0 av ZEN-definisjonsveilederne, samt en rekke andre ZEN-definisjonsrapporter. Denne veilederen fremhever at en netto nullutslippsbalanse er krevd istedenfor poengallokering i klimagassutslippskategorien. Referanse-, grense-, og målverdier er lagt til i energi og effekt kategoriene. Mobilitet og økonomi KPI og poengsystemer er revidert basert på testing på Ydalir, og mindre endringer er gjort på byform og arealbruk KPI. Prosesskapitlet er flyttet til en annen prosessveileder rapport.

Abstract

This fourth and final version (version 4.0) of the ZEN definition guideline report builds upon V1.0, V2.0 and V3.0 of the ZEN definition guideline reports and series of ZEN definition reports. This report highlights that an nZEN balance is required instead of point allocation in the GHG emissions category. Reference, limit, and target values have been added to the energy and power categories. The mobility and economy KPIs and point system have been reviewed based on testing in the pilot project Ydalir, and minor adjustments have been made to the urban form and land use KPIs. The process chapter has been moved to a separate process guideline report.

Sammendrag

Denne fjerde og siste utgaven (versjon 4.0) av ZEN-definisjonsveilederen bygger på v.1.0, v.2.0 og v.3.0 av ZEN-definisjonsveilederne, samt en rekke andre ZEN-definisjonsrapporter. Denne veilederen fremnever at en netto nullutslippsbalanse er krevd istedenfor poengallokering i klimagassutslippskategorien. Referanse-, grense-, og målverdier er lagt til i energi og effekt kategoriene. Mobilitet og økonomi KPI og poengsystemer er revidert basert på testing på pilotområdet Ydalir, og mindre endringer er gjort på byform og arealbruk KPI. Prosesskapitlet er flyttet til en annen prosessveileder rapport.

Innhold

1	Bakgrunn.....	9
1.2	ZEN-definisjonen	10
1.3	ZEN definisjonsveileder	10
2	Klimagassutslipp.....	12
2.1	Vurderingskriterier	16
2.1.1	KGU1.1 Materialer (A1–A3, B4)	16
2.1.2	KGU1.2 Byggefase (A4–A5).....	17
2.1.3	KGU1.3 Bruk (B1-B3, B5).....	19
2.1.4	KGU1.4 Energibruk i drift (B6).....	20
2.1.5	KGU1.5 Transport i drift (B8)	21
2.1.6	KGU1.6 Sluttfasen (C1–C4).....	21
2.1.7	KGU1.7 Fordeler og konsekvenser (D)	23
3	Energi.....	24
3.1	Vurderingskriterier	29
3.1.1	ENE2.1 Energibehov i bygg	30
3.1.2	ENE2.2 Levert energi.....	32
3.1.3	ENE2.3 Egenforbruk.....	33
3.1.4	ENE2.4 Netto lastprofiler.....	35
3.1.5	ENE2.5 Fargekodete teppeplott	36
4	Effekt.....	39
4.1	Vurderingskriterier	40
4.1.1	EFF3.1 Maksimal last	42
4.1.2	EFF3.2 Maksimal eksport	43
4.1.3	EFF3.3 Energibelastning.....	44
4.1.4	EFF3.4 Representative dager	45
4.1.5	EFF3.5 Endring i levert energi.....	47
4.1.6	EFF3.6 Endring i driftskostnader	47
4.1.7	EFF3.7 Endring i energibelastning.....	48
4.1.8	EFF3.8 Endring i maksimal last.....	48
5	Byform og arealbruk	51
5.1	Vurderingskriterier	51
5.1.1	BYF4.1 Befolkningstetthet	51
5.1.2	BYF4.2 Tomteutnyttelse	52
5.1.3	BYF4.3 Arealbruksmiks	54
5.1.4	BYF4.4 Tilgang til mangfold av fasiliteter	55
5.1.5	BYF4.5 Boligtype	57
5.1.6	BYF4.6 Flerbruks bygningstak.....	58
5.1.7	BYF4.7 Aktive fasader.....	60

5.1.8	BYF4.8 Gatetilkoblinger.....	61
5.1.9	BYF4.9 Gatekrysthetthet.....	63
5.1.10	BYF4.10 Sykle- og gangbare gater.....	64
5.1.11	BYF4.11 Andel grønt åpent rom.....	66
5.1.12	BYF4.12 Andel grønt permeabelt areal.....	68
5.1.13	BYF4.13 Bevaring og planting av trær.....	69
6	Mobilitet.....	71
6.1	Vurderingskriterier.....	71
6.1.1	MOB5.1 Tilgang til kollektivtransport.....	71
6.1.2	MOB5.2 Reisetidsforhold.....	73
6.1.3	MOB5.3 Parkeringstilbud.....	74
7	Økonomi.....	76
7.1	Vurderingskriterier.....	76
7.1.1	ØKO6.1 Investeringskostnader.....	77
7.1.2	ØKO6.2 Driftskostnader.....	79
7.1.3	ØKO6.3 Restverdi.....	79
7.1.4	ØKO6.4 Delingsøkonomi.....	80
7.1.5	ØKO6.5 Bærekraftige materialer.....	81
7.1.6	ØKO6.6 Sirkularitet.....	82
7.1.7	ØKO6.7 Miljøbevissthet.....	83
7.1.8	ØKO6.8 Kostnad av klimagassutslipp spart.....	84
8	Referanser.....	87

1 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 driftsfasene 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 nøkkelindikatorerne er utviklet i AP1 og publisert i separate rapportserier (1–4). Definisjonsarbeidet er en pågående prosess gjennom prosjektperioden (2017–2024). Målet med ZEN-definisjonsveilederne utviklet under AP6, er å beskrive hvordan nøkkelindikatorerne kan gjennomføres i ulike ZEN-pilotprosjekter. Dette er en gjentakende prosess hvor nøkkelindikatorerne har vært kontinuerlig 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.

1.2 ZEN-definisjonen

Forskningscenter for nullutslippsområder i smarte byer (ZEN) definerer et «område» som en samling bygninger med tilhørende infrastruktur¹, lokalisert innenfor et avgrenset geografisk område². 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:

- 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.
- Oppnåelse av høy **energieffektivitet** og en høy andel av **ny fornybar energi** i områdets forsyningssystem for energi.
- 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.
- Fremme **bærekraftige transportmønstre** og smarte mobilitetssystemer.
- 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.
- Arealplanlegging som sikrer god **byform og arealbruk** og stimulerer til **bærekraftig atferd**.

1.3 ZEN definisjonsveileder

Denne fjerde utgaven av ZEN- definisjonsveilederen bygger på tidligere ZEN- definisjonsveiledere (5–7) og en rekke ZEN-definisjonsrapporter (1–4). 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 vurderingskriterier og nøkkelindikatorer. Det inneholder en oppsummeringstabell som forklarer hvordan hver nøkkelindikator skal beregnes. Alle ZEN KPI er obligatoriske. Hver ZEN-kategori, bortsett fra klimagass-kategorien (KGU), har 20 poeng tilgjengelig. KGU-kategorien krever en netto nullutslippsbalanse. Mer informasjon finnes i ZEN kategorikapitlene og ZEN definisjonsrapport.

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

Kategori	Vurderingskriterier	KPI	Poeng
KGU	Utslippsreduksjon	<i>KGU1.1 Materialer (A1–A3, B4)</i>	netto nullutslippsområde
		<i>KGU1.2 Byggefåsen (A4–A5)</i>	
		<i>KGU1.3 Bruk (B1–B3, B5)</i>	
		<i>KGU1.4 Energibruk i drift (B6)</i>	
		<i>KGU1.5 Transport i drift (B8)</i>	
	<i>KGU1.6 Sluttfåsen (C1–C4)</i>		
	Kompensasjon	<i>KGU1.7 Fordeler og konsekvenser (D)</i>	
ENE	Energieffektivitet i bygninger	<i>ENE2.1 Energibehov i bygg</i>	8

¹ 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.

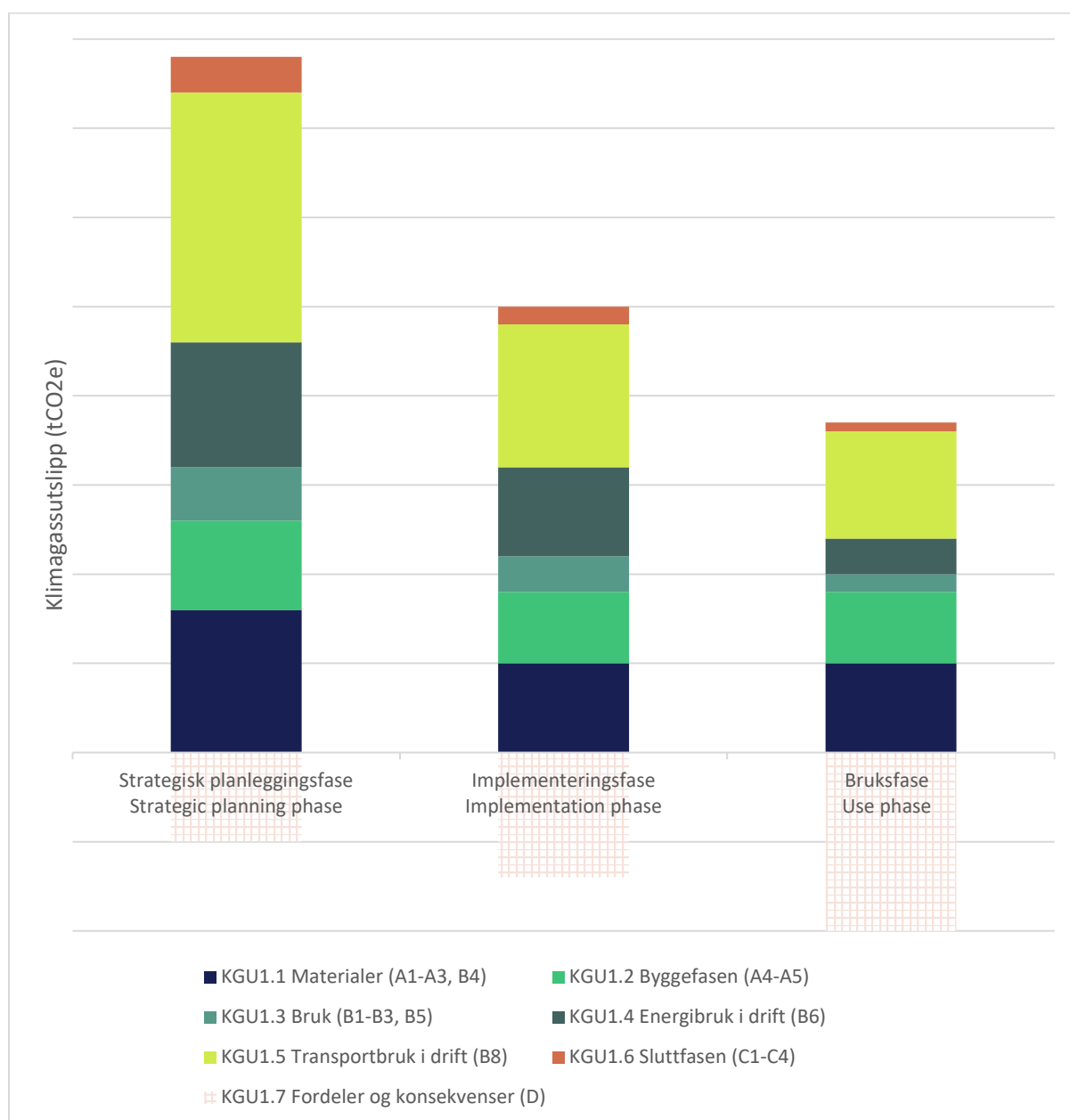
² Området har en definert fysisk grense til eksterne nettverk (elektrisitet, varme og mobilitet). Systemgrensen for vurdering av energianlegg som betjener området, er derimot ikke nødvendigvis lik den geografiske områdeavgrensningen.

Kategori	Vurderingskriterier	KPI	Poeng
	Energibærer	<i>ENE2.2 Levert energi</i>	8
		<i>ENE2.3 Egenforbruk</i>	2
		<i>ENE2.4 Netto lastprofiler</i>	1
		<i>ENE2.5 Fargekodede teppeplott</i>	1
EFF	Effektytelse	<i>EFF3.1 Maksimal last</i>	6
		<i>EFF3.2 Maksimal 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>	1
		<i>EFF3.6 Endring i driftskostnader</i>	1
		<i>EFF3.7 Endring i energibelastning</i>	1
		<i>EFF3.8 Endring i maksimal last</i>	1
BYF	Tetthet og arealbruksmiks	<i>BYF4.1 Befolkningstetthet</i>	2
		<i>BYF4.2 Tomteutnyttelse</i>	1
		<i>BYF4.3 Arealbruksmiks</i>	2
		<i>BYF4.4 Tilgang 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</i>	2
	Gatenettverk	<i>BYF4.8 Gatetilkoblinger</i>	2
		<i>BYF4.9 Gatekrysstetthet</i>	1
		<i>BYF4.10 Sykle- og gangbare gater</i>	1
	Grønt åpent rom	<i>BYF4.11 Andel grønt åpent rom</i>	2
		<i>BYF4.12 Andel grønt permeabelt areal</i>	2
		<i>BYF4.13 Bevaring og planting av trær</i>	1
MOB	Tilgang	<i>MOB5.1 Tilgang til kollektivtransport</i>	5
		<i>MOB5.2 Reisetidsforhold</i>	8
		<i>MOB5.3 Parkeringstilbud</i>	7
ØKO	Sosio-økonomisk	<i>ØKO6.1 Investeringskostnader</i>	1
		<i>ØKO6.2 Driftskostnader</i>	1
		<i>ØKO6.3 Restverdi</i>	1
	Sosio-miljø	<i>ØKO6.4 Delingsøkonomi</i>	3
		<i>ØKO6.5 Bærekraftige materialer</i>	2
		<i>ØKO6.6 Sirkularitet</i>	2
		<i>ØKO6.7 Miljøbevissthet</i>	2
	Miljø-økonomisk	<i>ØKO6.8 Kostnad av klimagassutslipp spart</i>	8

Til tross for ulike kategorier innenfor ZEN-definisjonen, er det mange synergier mellom kategoriene og nøkkelindikatorerne, som alle bidrar direkte eller indirekte til hovedformålet med nullutslippsområdene (nZEN). For eksempel brukes resultater fra *ENE2.2 Levert energi* til å beregne *KGU1.4 Energibruk i drift (B6)*, og samme materialbeholdning kan brukes til å beregne klimagassutslipp i *KGU-nøkkelindikatorer* og kostnader i *ØKO-nøkkelindikatorer*.

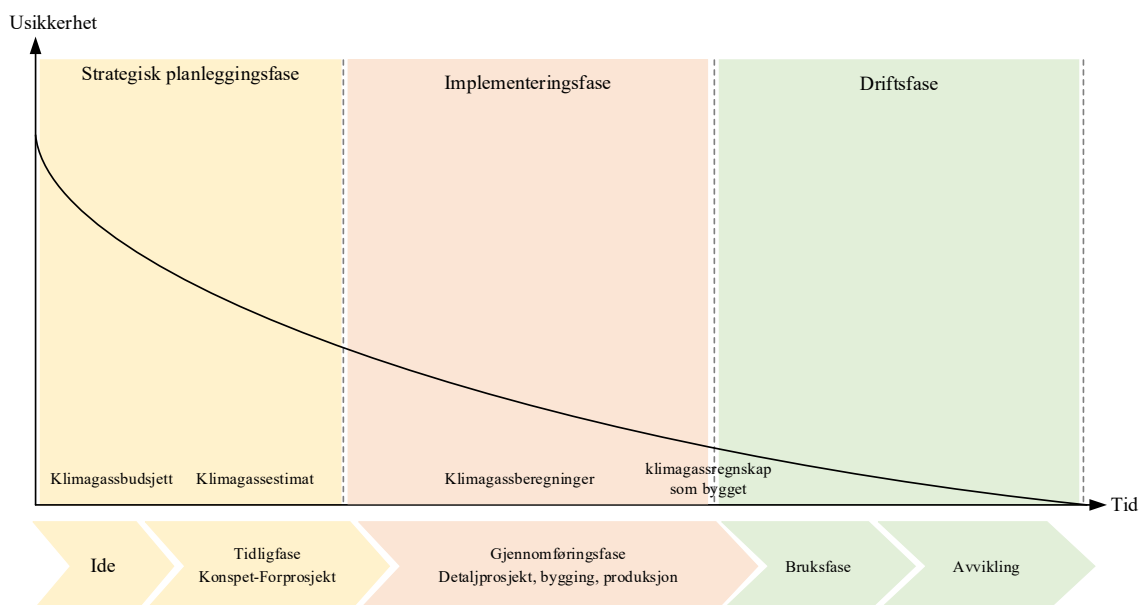
2 Klimagassutslipp

Hovedformålet i ZEN-definisjonen er å oppnå nullutslippsområder (nZEN). Hovedprinsippet for å oppnå netto nullutslippsområder er å først redusere klimagassutslippene mot null og deretter kompensere for de gjenværende utslippene, se Figur 2. 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 nøkkelindikatorne i ZEN-definisjonen bidrar til å nå dette målet. Et nullutslippsområde har som målsetning å redusere dets direkte og indirekte klimagassutslipp i løpet av analyseperioden. Se (8) for mer informasjon om valg av metodikk for klimagassberegninger.



Figur 2. Hovedprinsipp for netto nullutslippsområder – reduksjon og deretter kompensasjon. Klimagassutslippene rapporteres for strategisk planleggings-, implementerings-, og bruksfase.

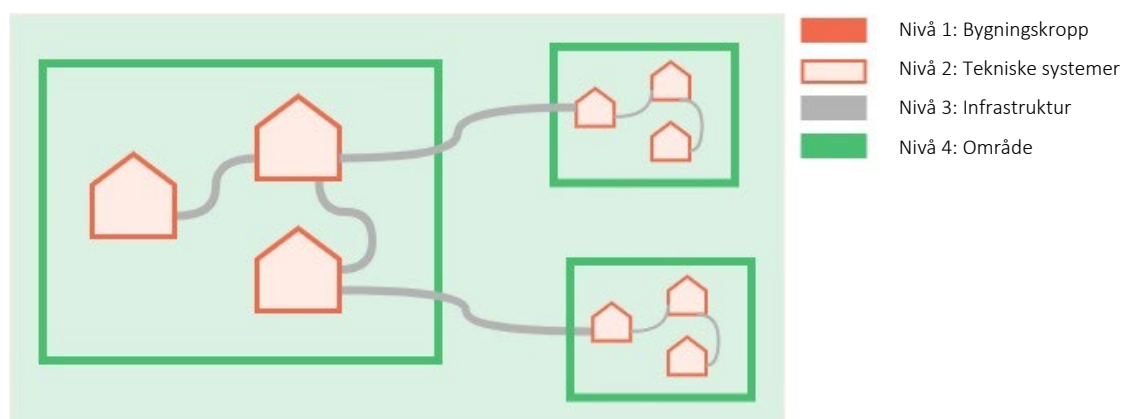
Det er anbefalt å bruke klimagassberegninger som et aktivt verktøy gjennom alle prosjektfaser i en generell byggeprosess for å redusere klimagasser og optimalisere tiltak. Prinsippet er illustrert i Figur 3 hvor av man begynner med et klimagassestimat i starten av prosjektet, etterfulgt av klimagassbudsjett i strategisk planleggingsfase, klimagassberegninger er videreutviklet gjennom implementeringsfasen, og klimagassregnskap 'som bygget' ved overlevering eller i driftsfasen. Usikkerheten og muligheten for å påvirke klimagassutslipp er størst i tidligfasen.



Figur 3. Forholdet mellom klimagassberegninger og prosjektfaser i en generell byggeprosess.

Omfang

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



Figur 4. De fire vurderingsnivåene for klimagassutslippskategorien i ZEN-definisjonen.

Nivå 1 – bygningskropp inkluderer bygningsdeler 21 grunn og fundamenter, 22 bærekonstruksjon, 23 yttervegger, 24 innevegger, 25 dekker, 26 ytre tak, 27 fastinventar, 28 trapper og balkonger og 29 andre bygningsmessige deler fra NS 3451 Bygningsdeltabellen (9). Nivå 2 - tekniske systemer inkluderer bygningsdeler 31–69. Nivå 3 - Infrastruktur inkluderer bygningsdeler 71–79. Nivå 4 - Område består av de første tre nivåene og inkluderer bygningsdeler 21–79. Det tilsvarer systemgrensnivå for

områdevurdering (N). Hvert vurderingsnivå tilsvarer en rapporteringsenhet, som beskrevet nedenfor. Områdenivået inkluderer også klimagassutslipp knyttet til energi og mobilitet og tilsvarer B6: Energibruk i drift og B8: Transport i drift (dvs. brukermobilitet i området og til/fra området). De fire ZEN-vurderingsnivåene for klimagassutslipp vises i Tabell 2.

Tabell 2. Vurderingsnivåer i ZEN-kategorien for klimagassutslipp, relaterte bygningsdeler og rapporteringsenheter.

ZEN vurderingsnivå klimagassutslipp	Inkludert bygningsdeler (som definert i NS 3451)	Rapporteringsenhet
Nivå 1: Bygningskropp	21–29	kgCO _{2e} /m ² _{BTA} /år
Nivå 2: Tekniske systemer	31–69	kgCO _{2e} /m ² _{BTA} /år
Nivå 3: Infrastruktur	71–79	kgCO _{2e} /m ² _{BTA} /år
Nivå 4: Område	21–79 B6 B8	tCO _{2e}

Rapportering

De ulike bygningstypene og infrastruktur i et ZEN bør beskrives til minst et tosfret nivå i henhold til klassifikasjon av bygninger i NS 3457-3 (10). Bygningsareal, antall brukere, referanseperiode, systemgrenser, scenariobeskrivelser, materialmengder, kilder for utslippsdata og resultater bør rapporteres per ZEN vurderingsnivå for klimagassutslipp og for hver livsløpsmodul og bygningsdel. Alle klimagassresultater fra de fire vurderingsnivåene, dvs. bygningskropp, tekniske systemer, infrastruktur og område (Tabell 2), bør rapporteres i en rapporteringsmatrise for hver bygningsdel og livsløpsmodul. Resultatet av vurderingen av klimagassutslipp forbundet med ZEN skal rapporteres i følgende enheter:

1. tCO_{2e}
2. kgCO_{2e}/m²_{BTA} (bruttoareal)/år

Den første enheten uttrykker de samlede klimagassutslippene i tonn karbondioksidenheter (tCO_{2e}). Denne enheten gjelder for områdevurderingsnivået. Den andre enheten uttrykker samlede klimagassutslipp i bygninger per kvadratmeter bruttoareal (m²_{BTA}). 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 (11).

Referansestudieperiode og estimert levetid

Referansestudieperioden (RSP) til bygningen, infrastruktur og område er 50 år. Dette er i henhold til Byggteknisk forskrifts (TEK) veiledning om beregning av klimagassutslipp, EUs taksonomi og Level(s) (12–14). Estimert levetid (ESL) på bygninger, infrastruktur, og område er 50 år. Estimert levetid på materialer, komponenter og produkter er avhengig av bruksområde. Referansestudieperioden for mobilitet er ett år.

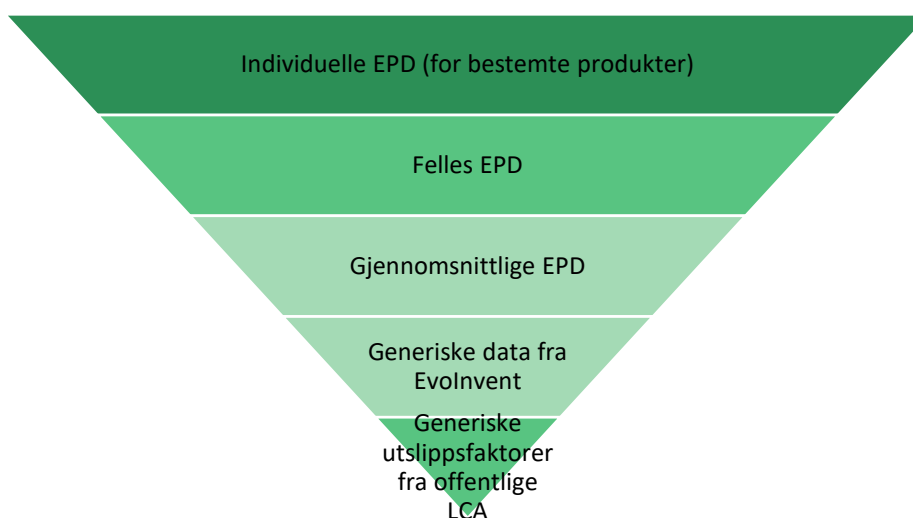
Tildeling av materiale og energiflyt utover nullutslippsområdet

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* (15). Når det gjelder gjenbruk av materialer på områdenivå, kan fire typer materialgjennbruk finne sted. Den første typen materialgjennbruk 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 ut av et område. Den fjerde typen materialgjennbruk er når eksterne materialer importeres inn til et område.

Konsekvensutredning

Alle klimagassutslipp skal beregnes i henhold til metodikken for livsløpsanalyse som er beskrevet i *NS 3720* (16). 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, i denne rekkefølgen. Dette utslippsdatahierarkiet er illustrert i Figur 5. En kan 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 5. Rekkefølge for innhenting av utslippsdata i implementerings- og driftsfasen (ovenfor-ned). Utslippsdata skal bare innhentes fra lavere rangerte kilder dersom en høyere rangert kilde ikke er tilgjengelig.

Biogent karbon, karbonatisering og arealbruk og arealbruksendringer

Siden hele livsløpet til et ZEN skal inkluderes bør biogent karbon fra tre- og trebaserte produkter beregnes i henhold til *NS-EN 16449* (17) og *NS-EN 16485* (18). Tilsvarende må karbonatisering av betong beregnes i henhold til *NS-EN 16757* (19). Effekten fra arealbruk og arealbruksendringer (LULUC) skal også inkluderes. For mer informasjon om biogent karbon, karbonatisering og LULUC, se (8).

2.1 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 (20). Kompensasjonskriteriene vektlegger modul D og er rapportert i KGU1.7 Fordeler og konsekvenser (D). Figur 6 viser sammenhengen mellom KGU nøkkelindikatorer 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: Anlegg-, bygge- og monteringsarbeid	B1: Bruk	B2: Vedlikehold	B3: Reparasjon	B4: Utskifting	B5: Ombygging	B6: Energiebruk i drift	B7: Vannforbruk i drift	B8: Transport i drift	C1: Riving	C2: Transport	C3: Avfallsbehandling	C4: Avhending	D: Konsekvenser utover systemgrensen
KGU1.1			KGU1.2		KGU1.3			KGU1.1	KGU1.2	KGU1.4		KGU1.5	KGU1.6				KGU1.7

Figur 6. Sammenhengen mellom nøkkelindikatorer og livsløpsstadiene definert i *NS 3720* (20).

2.1.1 KGU1.1 Materialer (A1–A3, B4)

Formålet med denne nøkkelindikatoren er å minimere totale bundne klimagassutslipp fra bygninger, infrastruktur og et områdes (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 senere faser 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 scenarier 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* (21) til å fastsette referanselevetiden på bygningsdeler.

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

KGU1.1	Materialer (A1–A3, B4)
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)
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Bruke eksisterende bygninger og infrastruktur der det er mulig i stedet for å rive og bygge nytt. – Bruke gjenbrukte, gjenvunne og resirkulerte byggematerialer. – Velge byggemetoder og materialer med lave bundne klimagassutslipp, f.eks. prefabrikerte deler, tømmer, lavkarbonsement, gjenvunnet stål, o.l. – Be om miljødeklarasjoner (EPD-er).

2.1.2 KGU1.2 Byggefasen (A4–A5)

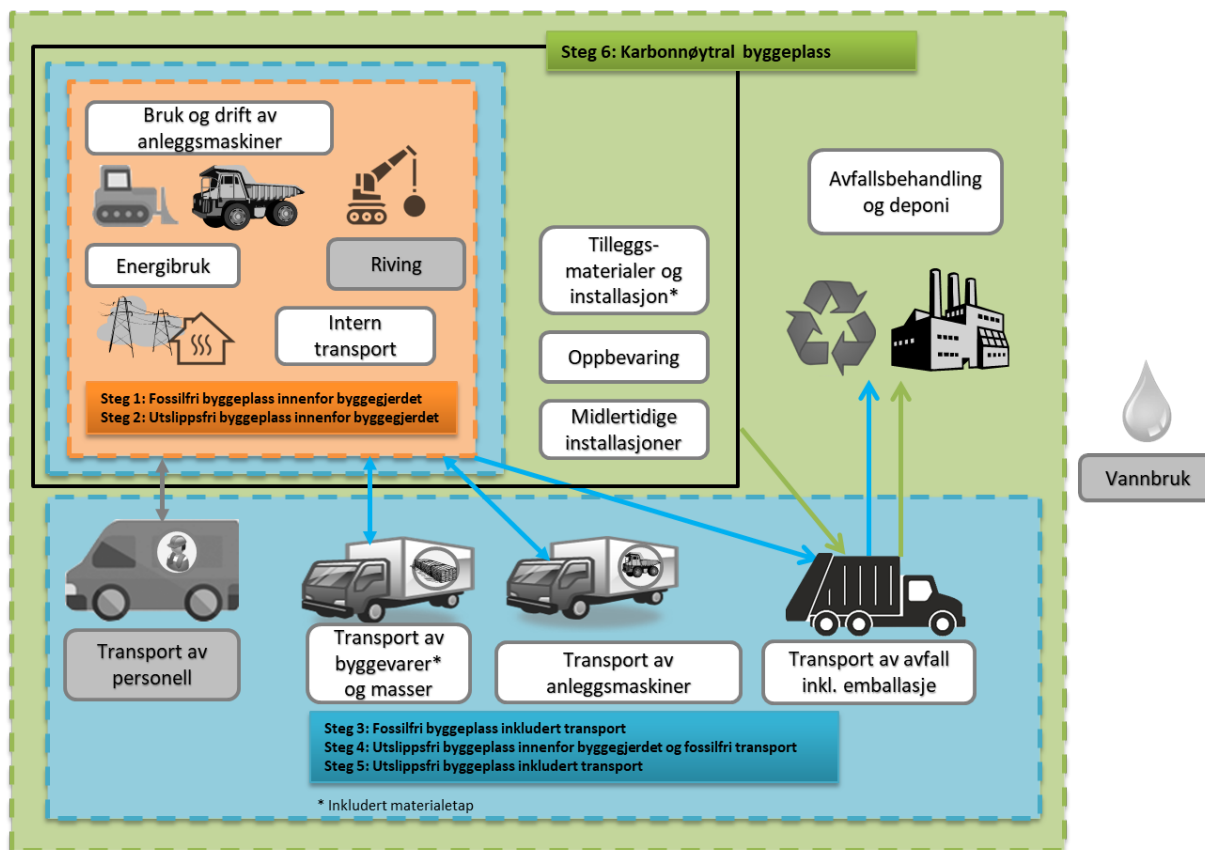
Formålet med denne nøkkelindikatoren er å oppnå en avfallsfri og utslippsfri byggefase. Den fokuserer på livsløpsstadiet A4 (transport av materiale til byggeplassen) og A5 (bygge- og monteringsarbeider), se Tabell 4.

Byggefasen består av en rekke aktiviteter. Byggeaktivitetene i systemgrensene for et ZEN er vist i Figur 7. 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.

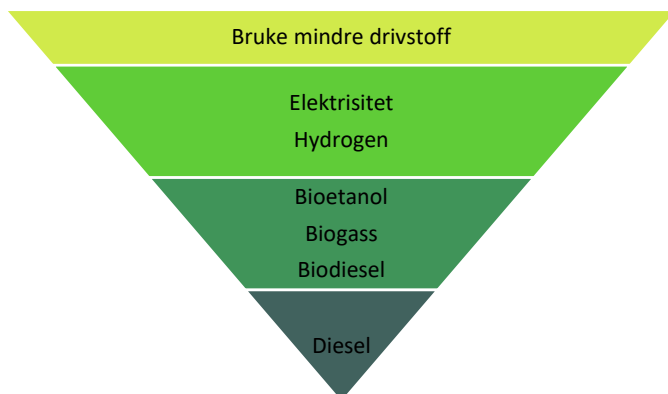
I den strategiske planleggingsfasen kan kunnskap fra tidligere prosjekter brukes til å anslå livsløpsinventar for byggeaktiviteter. I senere prosjektfaser kan livsløpsinventar for byggeaktiviteter innhentes fra logger over anleggsmaskiner og transportlogger på byggeplassen som er utfylt av leverandører 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 (kg/m²) og andel av avfallsfraksjonen som blir gjenvunnet. Avfallsbehandlingsscenarioer kan utarbeides i henhold til gjeldende avfallsbehandlingspraksiser (22).

Tabell 4. Sammendrag av beregning av KPI KGU1.2.

KGU1.2	Byggefase (A4–A5)
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 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 (23).</p>
Metode	<p><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>SN/TS 3770</i> <i>Utslippsfrie bygge- og anleggsplasser</i>.</p>
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Velge kortreiste materialer fra lokale kilder. – 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. – Bruke utslippsfrie anleggsmaskiner og utstyr til anleggsvirksomhet, oppvarming og tørking. – 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. – Sortere og gjenvinne byggavfall. – Følge hierarkiet for brennstoff i Figur 8.



Figur 7. Oversikt over systemgrensen for byggefasen, tilpasset fra (24,25).



Figur 8. Drivstoffhierarki tilpasset fra (26). Elektrisitet og hydrogen anses som utslippsfrie, biodrivstoff anses som fossilfritt på bygge- og anleggsplasser.

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

Nøkkelindikatoren Bruk (B1–B3, B5) håndterer klimagassutslipp fra drift av bygninger og infrastruktur, og inkluderer klimagassutslipp 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 filtre), reparasjon (B3, f.eks. reparere knust glassrute, beholde vinduskarmer) og renovering (B5, f.eks. renovering av kjøkken, bad eller fasade), se Tabell 5. En annen viktig del av denne nøkkelindikatoren innebærer 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 produkt-dokumentasjon, levetider, teknisk ytelse og egenskaper, garantier, miljødeklarasjoner, informasjon om

forvaltning, vedlikehold, reparasjoner, renovering og demonterbarhet av komponenter for fremtidig gjenbruk.

Tabell 5. 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 livsløpsmoduler 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)
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Planlegge og utføre regelmessige vedlikeholdsinspeksjoner av bygningen, infrastruktur og området. – Vedlikeholde og reparere bygningsdeler i området for å unngå hyppigere utskifting og/eller renovering av bygninger og infrastruktur. – Bruke miljøvennlige rengjøringsprodukter. – Velge miljøvennlige materialer som ikke slipper ut klimastoffer fra overflater. – Sikre et høyt nivå av overflateeksponering (der det er hensiktsmessig) ved bruk av betong. – Vurdere å reparere eller skifte ut ødelagte eller slitte materialdeler i stedet for å skifte ut hele delen eller renovere et helt rom.

2.1.4 KGU1.4 Energibruk i drift (B6)

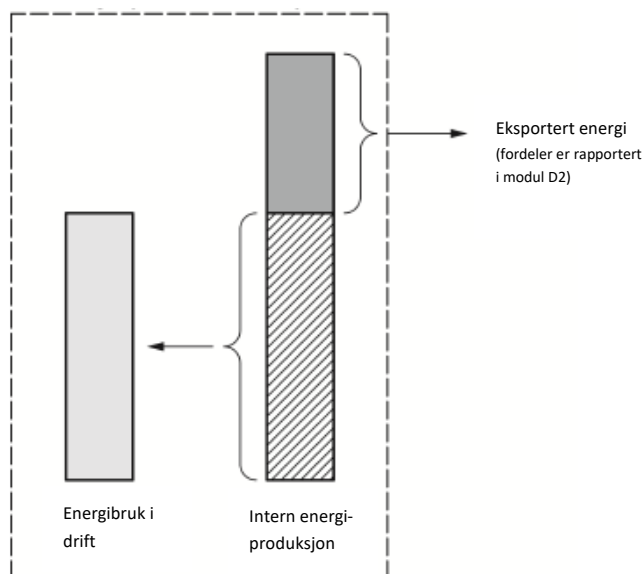
Nøkkelindikatoren Energibruk i drift (B6) har som mål å redusere klimagassutslippene fra energi i driftsfasen av en bygning eller et område og fokuserer på livsløpsmodul B6, se Tabell 6. Beregning av *ENE2.2 Levert energi* er en forutsetning for denne nøkkelindikatoren, og det samlede energibruksresultatet 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 livsløpsmodulen B6. Klimagassreduksjonene fra eksportert energi over bygningens systemgrense bør rapporteres separat under KGU1.7 Fordeler og konsekvenser (D), se Figur 9.

Tabell 6. Sammendrag av beregning av KPI KGU1.4.

KGU1.4	Energibruk i drift (B6)
Formål	Redusere klimagassutslippene fra energi som brukes i bygningens eller områdets driftsfasen.
Beskrivelse	Denne nøkkelindikatoren innebærer beregning av klimagassutslipp fra energibruk i drift. Det er en forutsetning at <i>ENE2.2 Levert energi</i> er fullført.
Metode	NS 3720 (metode for beregning av klimagassutslipp for bygninger), NS 3451 (Tabell over bygningsdeler)
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Velge energibærere med lave bundne klimagassutslipp. – Se <i>ENE2.2 Levert energi</i>

Se (8) for veiledning om utslippsfaktoren for elektrisitet og allokering av fjernvarme. For fjernvarme og kjøling kan en spesifikk utslippsfaktor for et bestemt selskap eller region fra for eksempel

fjernkontrollen kan brukes (27). Energibruk for infrastruktur (f.eks. servere, gatelys, heiser, rulletrapper, industriprosesser og snøsmelting) er inkludert på område nivå, og energibruk til lading av elektriske kjøretøy er inkludert i *KGU1.5 Transport i drift (B8)*.



Figur 9. Diagram som viser fordelingsprinsippet for energibruk i drift og eksportert energi (20).

2.1.5 KGU1.5 Transport i drift (B8)

Nøkkellindikatoren Transport i drift (B8) har som formål å redusere klimagassutslippene knyttet til innbyggernes mobilitetsmønster, se Tabell 7. Beregning av denne nøkkellindikatoren bør gjennomføres i henhold til *NS 3720* for livsløpsmodul B8. Det inkluderer utslippsfaktorer for ulike type kjøretøy gitt i tillegg C av *NS 3720*. SINTEF Energimodul verktøyet (28) kan brukes for å finne avstand og drivstofforbruk for ulike type reiser.

Tabell 7. Sammendrag av beregning av KPI KGU1.5.

KGU1.5	Transport i drift (B8)
Formål	Formålet med denne nøkkellindikatoren er å redusere klimagassutslippene forbundet med transport i drift som definert i <i>NS 3720</i> .
Beskrivelse	Denne nøkkellindikatoren går ut på å beregne klimagassutslippene forbundet med transport i drift (livsløpsmodul B8) i overensstemmelse med <i>NS 3720</i> .
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)
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Velge transportmidler med lave klimagassutslipp. – Se <i>MOB KPI</i>

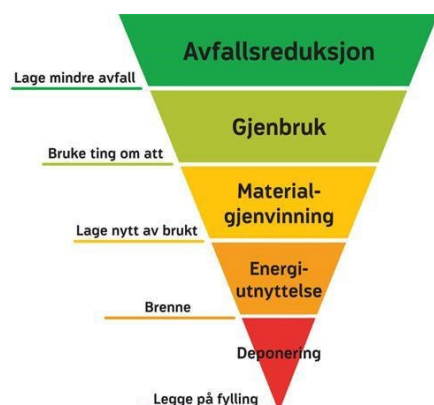
2.1.6 KGU1.6 Sluttfasen (C1–C4)

Formålet med denne nøkkellindikatoren er å øke resurseffektiviteten og redusere klimagassutslipp ved å bevare eksisterende bygninger, infrastruktur, komponenter og materialer, se Tabell 8. Denne nøkkellindikatoren inkluderer utslipp fra riving og avhendingsaktiviteter. Utslippene fra disse aktivitetene er beregnet ved å bruke scenarier for prosentandeler for gjenbruk, gjenvinning, energigjenvinning og/eller deponi samt utslippene som oppstår under hver av disse avfallsbehandlingene. Denne nøkkellindikatoren

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

Tabell 8. 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.
Beskrivelse	Byggenæringen står for 40 prosent av ressursbruken. I Norge rives det rundt 22 000 eksisterende bygninger hvert år, noe som fører til høyere klimagassutslipp og høyere ressursbruk enn å rehabilitere. I tillegg krever EU at 70 prosent av alt byggavfall skal gjenvinnes fra 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	<i>NS 3720</i> (Metode for beregning av klimagassutslipp for bygninger), <i>NS 3451</i> (Tabell over bygningsdeler)
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Følge prinsippene for sirkulær økonomi og avfallshierarki, se Figur 10. – Avfallsreduksjon kan oppnås ved å forlenge den utnyttbare levetiden på komponenter, bygninger og infrastruktur. – Avfallsreduksjon og gjenbruk av avfall kan oppnås ved å renovere og pusse opp eksisterende bygg i stedet for å rive og bygge nytt. – Gjenvinning kan innebære material- og energigjenvinning. – Design for demontering og ombruk (DfD). – Bruke homogene materialer og komponenter, og unngå å bruke komposittmaterialer som er vanskelige å gjenvinne og bruke på nytt. – Bruke digitale tvillinger av området og materialpass. – Renovere i stedet for å rive. – Demontere bygninger og infrastruktur for gjenbruk på stedet eller til andre nærliggende byggeprosjekter.



Figur 10. Avfallshierarkiet (29).

2.1.7 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 2 og Tabell 9. Det er viktig å fremheve at denne nøkkelindikatoren dokumenterer unngåtte utslipp. 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* (15). D1 kan rapporteres for produkter (f.eks., gjenvunnet avfall), bygninger, infrastrukturer, og områder (f.eks., gjenbruk av en bygning). I Tabell 10 er det et eksempel på rapporteringskompensasjon av klimagassutslipp i et område for nZEN-balanse.

Tabell 9. 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>
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Se oppsummering av beste praksis for klimagassutslippskategorien. – Gjenbruke materialer – Resirkulere materialer – Gjenvinne materialer – Produsere og eksportere fornybar energi

Tabell 10. Eksempel på rapporteringskompensasjon for gjenværende klimagassutslipp for nZEN-balanse

Tiltak	Kompensasjon (tCO₂e)
D1a Gjenbrukspotensial	
D1b Resirkuleringspotensial	
D1c Gjenvinningspotensial (forbrenning)	
D2 Eksportert energipotensial	
Totalt	

3 Energi

Et av de viktigste målene for et nullutslippsområde er at det skal være energieffektivt (30), 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** (30). Det betyr at utforming av et nullutslippsområde 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.

Nøkkelindikatorene 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 implementeringsfasen og driftsfasen. I implementeringsfasen bør nøkkelindikatorene estimeres, f.eks. ved hjelp av simuleringer. Energibehovet og energibruken til området bør beregnes/måles over ett år med timesoppløsning. Fullføring av nøkkelindikatorene for energi er en forutsetning for nøkkelindikatorene for effekt.

Systemgrensenivåer

Energinøkkelindikatorer 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 (31). Systemgrensenivået for områdevurdering (N) er en utvidelse av systemgrensenivået for bygningsvurdering. Det omfatter i tillegg 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. Energiflyt fra lading av elektriske kjøretøy bør rapporteres separat fra andre energibruk slik at det kan inkluderes i klimagassberegninger for livsløpsmodul B8: transport i drift. Lokal energiproduksjon som ikke er knyttet til en spesiell bygning, tas også med. Denne bør også rapporteres separat fra energibruk slik at kompensasjon fra lokal, fornybar energiproduksjon kan inkluderes i klimagassberegninger for livsløpsmodul D. Med andre ord inneholder systemgrensen for områdevurdering i prinsippet all energiflyt innenfor området.

Beskrivelse av ZEN (Z) og referanseprosjekt (R)

I energikategorien skal nøkkelindikatorene beregnes for både ZEN (Z) og et referanseprosjekt (R). Referanseprosjektet representerer «business-as-usual» for ZEN og er basert på gjeldende byggt tekniske forskrifter (TEK) for nye bygninger (32) og gjeldende historiske byggeforskrifter for eksisterende bygninger. Et representativt referanseprosjekt bør skreddersys for hver ZEN og ha samme areal og antall brukere. En ny bygning har ofte direkte elektrisk oppvarming. For noen nøkkelindikatorer kan det være nødvendig å beregne et referanseprosjekt med fjernvarme. Tabell 11 gir et eksempel på forutsetninger for et nytt område og dets referanseprosjekt. I Tabell 12 er det en liste over all dokumentasjon som trengs til beregning av kategorinøkkelindikatorer.

Tabell 11. Eksempel på referanseprosjekt med elektrisk oppvarming, opprettet for et ZEN.

	ZEN (Z)	Referanseprosjekt (R)
Bygningsstandard	Passivhus (33,34)	TEK17 minstekrav (32)
Energilagringssystemer	Ingen.	Ingen.
Lokal energiproduksjon	Solcellepaneler (PV) med en årlig energiproduksjon som tilsvarer 10 kWh/ m ² 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 12. Liste over dokumentasjon som trengs til beregning av energinøkkelindikatorer.

KPI	Beskrivelse	Datatype	Enhet	Nivå	Scenarier
<i>ENE2.1 Energibehov i bygg</i>	Netto/brutto energibehov i bygg	Årlige summer og lastkurver	kWh/m ² _{OPPVARMET GULVAREAL} /år	B	Z og R
Inndata for <i>KGU1.4 Energibruk i drift (B6)</i>	Energibruk	Årlige summer og lastkurver	kWh/t* kWh/år*	N	Z og R
Inndata for <i>KGU1.4 Energibruk i drift (B6)</i> og <i>KGU1.7 Fordeler og konsekvenser (D)</i>	Energiproduksjon	Årlige summer og lastkurver	kWh/t* kWh/år*	N	Z og R
<i>ENE2.2 Levert energi</i> Inndata for <i>KGU1.4 Energibruk i drift (B6)</i>	Levert energi (importert)	Årlige summer og lastkurver	kWh/t* kWh/år*	N	Z og R
Inndata for <i>KGU1.4 Energibruk i drift (B6)</i> og <i>KGU1.7 Fordeler og konsekvenser (D)</i>	Eksportert energi	Årlige summer og lastkurver	kWh/t* kWh/år*	N	Z og R
<i>ENE2.4 Netto lastprofiler</i> . Inndata for <i>EFF3.1 Maksimal last</i> og <i>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 nøkkelindikatorer 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.

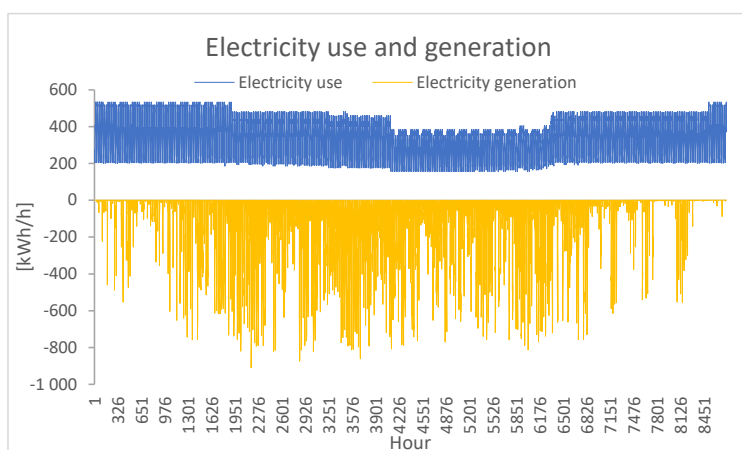
Energibehov i bygg

Energibehovet (eller energietterspørselen) i bygninger er vurdert i *ENE2.1 Energibehov i bygg* og utgjør grunnlaget for andre dokumentkrav og nøkkelindikatorer. Se *ENE2.1 Energibehov i bygg* 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 11. 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.

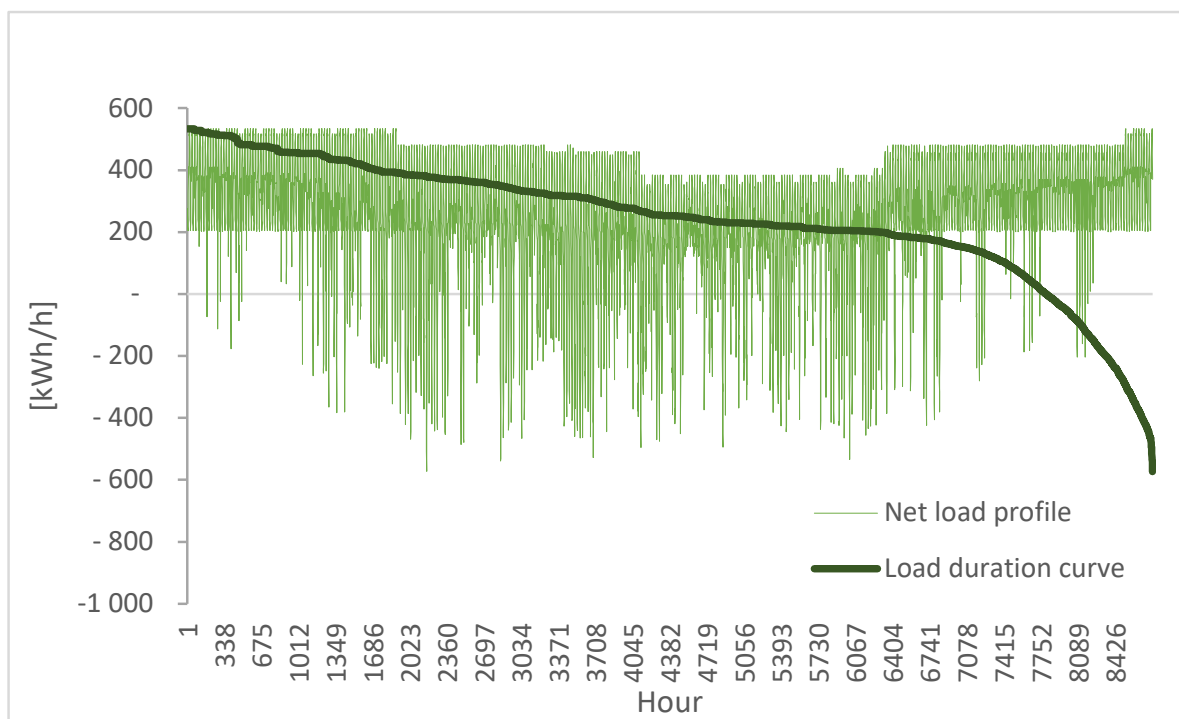
Lastprofilene for energibruk og energiproduksjon per energibærer i bygningene kan beregnes ved hjelp av simuleringsverktøy for energiytelse. Hvis det kun finnes energibehovsimuleringer (som f.eks. ved bruk av PROFet), skal det utarbeides forutsetninger om oppvarmingssystem (energibæreren til systemet 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).



Figur 11. Elektrisitetsbruk per time og energiproduksjon med ikke-elektrisk varme og solceller i ZEN-pilotområdet Ydalir.

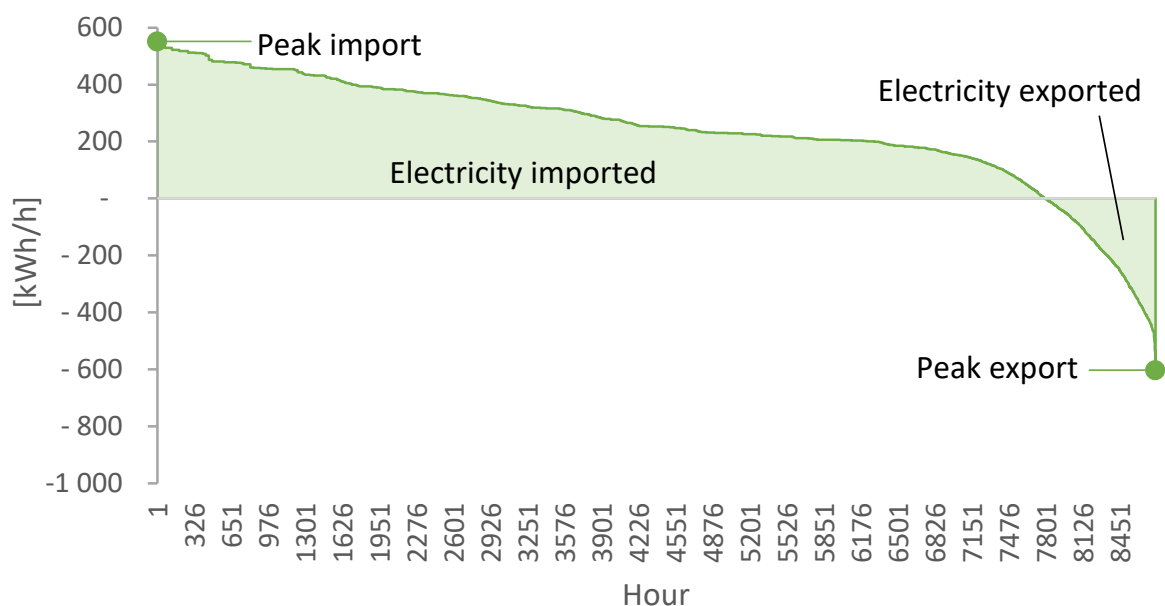
Import og eksport av energi

Leverte og eksporterte mengder energibærere er to sider av samme variabel, se ENE2.2 Levert energi 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 fra energien for hvert tidsintervall. Ved å trekke elektrisiteten som produseres fra elektrisiteten som brukes i Figur 11, får en netto årlig lastprofil som vist i Figur 12. 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.

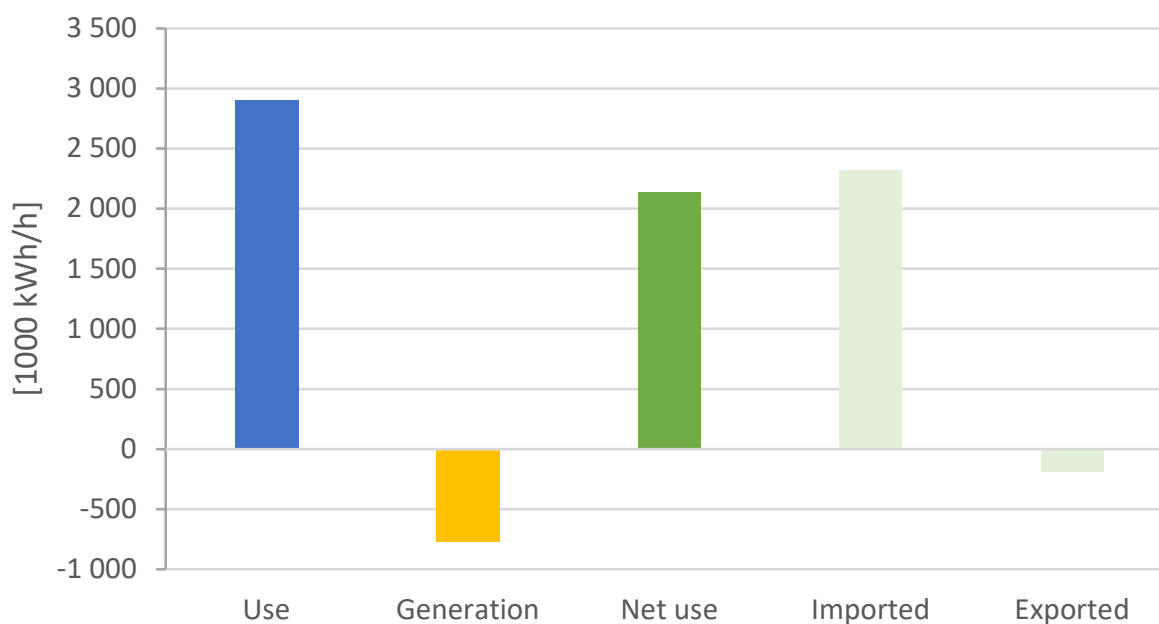


Figur 12. Netto lastprofil per time og lastvarighetskurve for elektrisitet i ZEN-pilotområdet Ydalir.

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 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 og implementering 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 13. I Figur 14 er det en oppsummering av de årlige summene.



Figur 13. Forklaring på lastvarighetskurven for netto elektrisitetsbruk i ZEN-profilområdet Ydalir.



Figur 14. 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 simuleringsverktøy som brukes i 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.

Vektingsfaktorer for energivarer

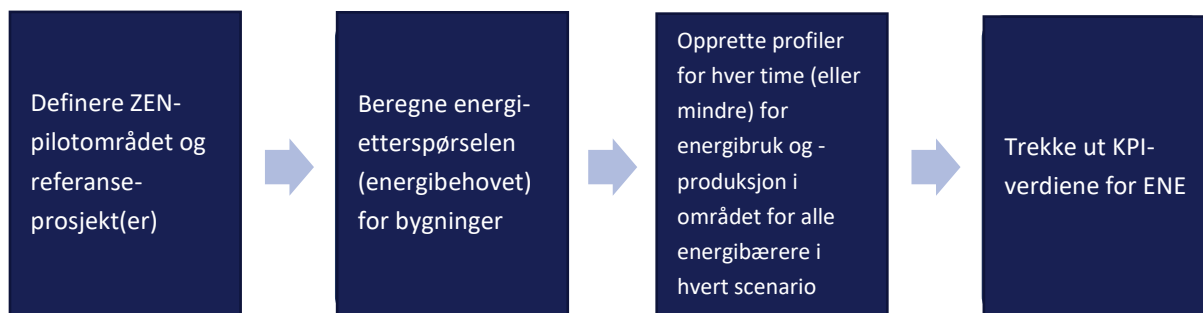
For noen av indikatorene i energi og effektkategoriene vil man bli bedt om å slå sammen flere energivarer (for eksempel elektrisitet, fjernvarme og bioenergi) til samlet energibruk for hele området. Dette gjelder ENE2.2, EFF3.1 og EFF3.3. Ulike energivarer har ulike egenskaper samt fordeler og ulemper. For å reflektere disse ulikhetene benytter vi ulike vektingsfaktorer når vi slår sammen energivarer. Vektingsfaktorene som benyttes til dette er de samme som er foreslått av FutureBuilt i deres kriterier for nær-nullenergibygging (35) som *er framkommet ved en sammenligning med en referanseløsning med lokal luft/væske varmepumpe*:

	Vektingsfaktor
Elektrisitet	1
Fjernvarme	0.43
Biovarme	0.37
Fjernkjøling	0.37

I likhet med FutureBuilts definisjon kan en systemspesifikk vektingsfaktor for fjernvarme anvendes hvis dokumentasjon er fremlagt. For eksempel kan vektingsfaktoren for fjernvarme på 0.43 erstattes med en vektingsfaktor basert på en energimiks og teknologi brukt i det spesifikke systemet området er tilknyttet.

Foreslått arbeidsflyt

Arbeid med energikategorien i ZEN krever innhenting og beregning av detaljert dokumentasjon. Det anbefales å bruke arbeidsflyten i Figur 15 til beregning av nøkkelindikatorer.



Figur 15 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.

3.1 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 implementeringsfasen. Vurderingskriteriet for energibærer vurderer energibruk,

energiproduksjon og energiflyt i ZEN på systemgrensenivå for områdevurdering. Det ser på energiflyt per energibærer.

3.1.1 ENE2.1 Energibehov i bygg

Nøkkellindikatoren Energibehov i bygg viser det totale energibehovet for alle bygninger i et ZEN. Det beregnes per kWh kvadratmeter oppvarmet gulvareal (oppvarmet BRA) per år ($\text{kWh/m}^2_{\text{OPPVARMET BRA/ÅR}}$) på bygningsvurderingsnivå i et ZEN og referanseprosjektet. Formålet med denne nøkkellindikatoren er å redusere energibehovet i byggene så mye som mulig, se Tabell 13. Nøkkellindikatoren vurderes ut ifra reduksjonen i energibehov i ZEN sammenlignet med energibehovet i referanseprosjektet.

Energibehov i bygg er en nøkkellindikator som må simuleres 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 (36) og *SN-NSPEK 3031* (31). Det inkluderer typisk bygningens energibehov for: oppvarming, kjøling, ventilasjon, varmtvann, belysning og pluggbelastning. Bygningene separeres i henhold til *NS 3457-3* (10) og *SN-NSPEK 3031*, som dekker bygningskategorier som boligblokker, skoler og sykehjem. 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 (37) eller andre simuleringsverktøy for energiytelse. Energibehovet må beregnes per energitjeneste, og som et minstekrav deles inn i energibehov for energi til oppvarming og elspesifikke energitjenester, men det kan også rapporteres i mer detalj som beskrevet i Tabell 14. Figur 16 viser beregnet energibehov per time for alle bygninger i Ydalir, som planlagt.

Tabell 13. Oppsummering av beregning av KPI ENE2.1.

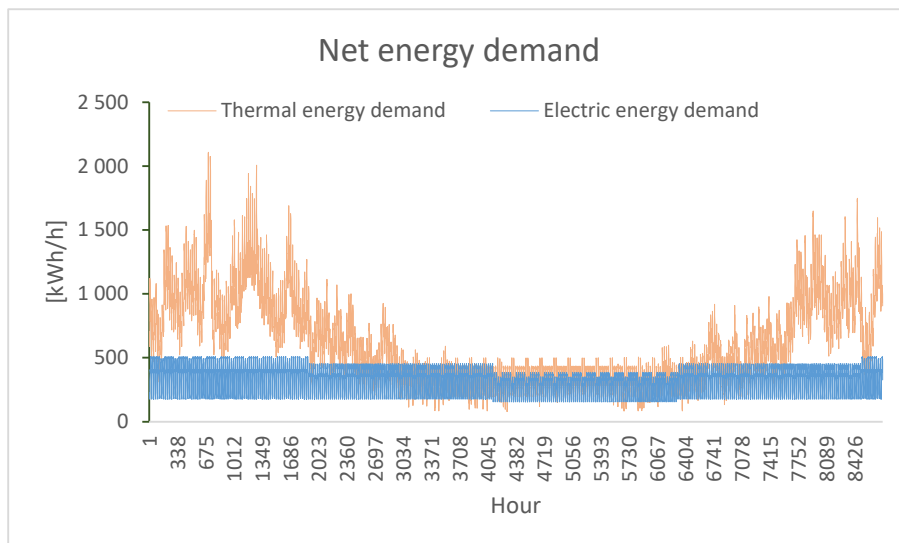
ENE2.1	Energibehov i bygg
Formål	Øke energieffektiviseringen i bygningskroppen ved å redusere energibehovet i bygg så mye som mulig. Mer energieffektive bygg bruker mindre energi og har mindre behov for maksimal last, noe som vil redusere klimagassutslippene fra <i>KGU1.4 Energibruk i drift (B6)</i> . Ved å redusere maksimal last i energinettet kan området redusere behovet for nettinvesteringer og utslippene som det medfører, samt andre miljøbelastninger.
Beskrivelse	Spesifikk totalt energibehov for alle bygg innenfor bygningsvurderingsnivået beregnet per kWh kvadratmeter oppvarmet gulvareal (oppvarmet BRA) per år i ZEN og referanseprosjektet.
Metode	Energibehovet i bygg beregnes på timesnivå over en periode på ett år i henhold til <i>SN-NSPEK 3031:2020</i> . Det kan beregnes ved hjelp av PROFet eller andre simuleringsverktøy for et byggs energiytelse. Energibehovet må beregnes per energitjeneste, og som et minstekrav deles inn i energibehov for energi til oppvarming og elspesifikke energitjenester.
Oppnåelige poeng	8 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poeng gis basert på en reduksjon i energibehov til rom og ventilasjonsoppvarming i byggene ZEN bygninger (Z) sammenlignet med referanserområdet (R). Man oppnår maksimalt poeng hvis reduksjonen i nye bygg er mer

ENE2.1	Energibehov i bygg																																												
	<p>enn 25 % og reduksjonen i eksisterende bygg er mer enn 50 %. Poengskalaen for hele piloten beregnes ved å vekte andel nye og gamle bygg (i areal) som i eksempelet nedenfor. Den vektete poengskalaen må beregnes i hver enkelt pilot.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Minimum reduksjon i energibehov til rom- og ventilasjonsoppvarming</th> </tr> <tr> <th>Poeng</th> <th>Nye bygg (andel av areal = 75 %)</th> <th>Eksisterende bygg (andel av areal = 25 %)</th> <th>Vektet poengskala for piloten</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0 %</td> <td>0 %</td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>3 %</td> <td>6 %</td> <td>4 %</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>6 %</td> <td>13 %</td> <td>8 %</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>9 %</td> <td>19 %</td> <td>12 %</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>13 %</td> <td>25 %</td> <td>16 %</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>16 %</td> <td>31 %</td> <td>20 %</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>19 %</td> <td>38 %</td> <td>23 %</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>22 %</td> <td>44 %</td> <td>27 %</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>25 %</td> <td>50 %</td> <td>31 %</td> </tr> </tbody> </table>	Minimum reduksjon i energibehov til rom- og ventilasjonsoppvarming				Poeng	Nye bygg (andel av areal = 75 %)	Eksisterende bygg (andel av areal = 25 %)	Vektet poengskala for piloten	0	0 %	0 %	0 %	1	3 %	6 %	4 %	2	6 %	13 %	8 %	3	9 %	19 %	12 %	4	13 %	25 %	16 %	5	16 %	31 %	20 %	6	19 %	38 %	23 %	7	22 %	44 %	27 %	8	25 %	50 %	31 %
Minimum reduksjon i energibehov til rom- og ventilasjonsoppvarming																																													
Poeng	Nye bygg (andel av areal = 75 %)	Eksisterende bygg (andel av areal = 25 %)	Vektet poengskala for piloten																																										
0	0 %	0 %	0 %																																										
1	3 %	6 %	4 %																																										
2	6 %	13 %	8 %																																										
3	9 %	19 %	12 %																																										
4	13 %	25 %	16 %																																										
5	16 %	31 %	20 %																																										
6	19 %	38 %	23 %																																										
7	22 %	44 %	27 %																																										
8	25 %	50 %	31 %																																										
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Nybygg bygges som passivhus med lav varmegjennomgangskoeffisient (U-verdier) og lave energibehov. – Eksisterende bygg oppgraderes til gjeldende minstestandarder for bygg (eller bedre). 																																												

Tabell 14. Energitjenester: detaljnivå.

Alle energitjenester	Energitjeneste - øverste nivå	Energitjeneste - nederste nivå	Energitjenester i henhold til SN-NSPEK 3031:2020
Energibehov i bygg	Termisk energibehov	Energibehov for romoppvarming	1a Romoppvarming
		Energibehov varmtvann	B Ventilasjonsoppvarming
	Energibehov kjøling*	Energibehov kjøling	2 Varmtvann
			3a Romkjøling
	Elektrisk energibehov	Elektrisk energibehov	B Ventilasjonskjøling
			4a Vifter
B Pumper			
		5 Belysning	
		6 Teknisk utstyr	

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



Figur 16. Energibehov for termisk energi per time (netto) (romoppvarming og varmtvann) og elektriske tjenester i bygg i ZEN-pilotområdet Ydalir.

3.1.2 ENE2.2 Levert energi

Nøkkelindikatoren Levert energi ser på levert energi for alle energibærere til området innenfor systemgrensen for områdevurdering, se Tabell 15. 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. Resultatene fra denne KPI kan brukes for å beregne klimagassutslipp i *KGU1.4 Energibruk i drift (B6)*.

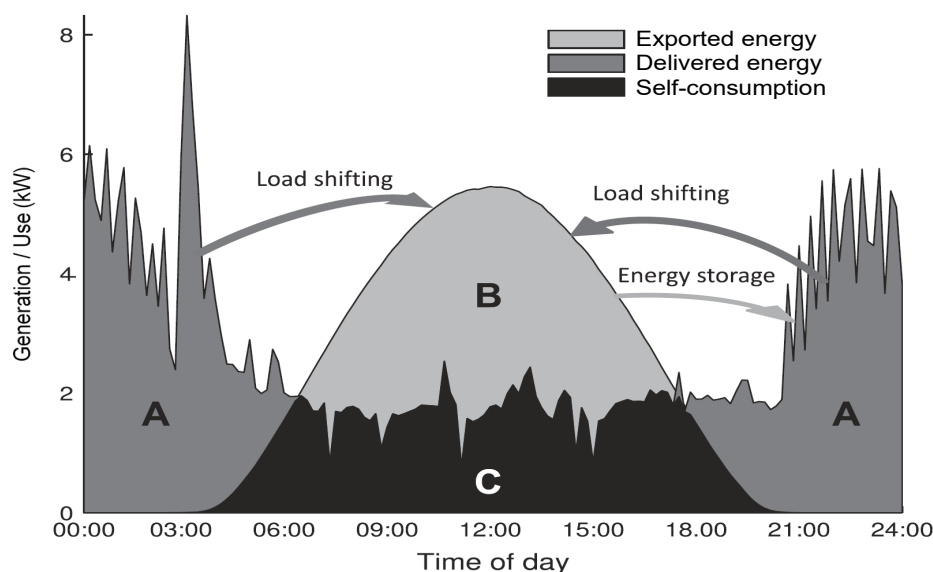
Tabell 15. Oppsummering av beregning av KPI ENE2.2.

ENE2.2	Levert energi
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 som ganges med en vektingsfaktor (beskrevet tidligere i kapittelet). 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 et ZEN og referanseprosjektet.
Metode	Lastvarighetskurven for hver energibærer kan beregnes ved hjelp av for eksempel simuleringstøytøy for bygningsytelse, energiproduksjonstøytøy og PROFet. Det kan være nødvendig å kombinere flere verktøy.
Oppnåelige poeng	8 poeng
ZEN KPI-vurdering	Levert energi beregnes som sum av elektrisitet (netto) + 0.43 * fjernvarme + 0.37 * biovarme + 0.37 * fjernkjøling. Poeng gis basert på endring i årlig levert energi mellom referanseområdet (R) og ZEN (Z). Maksimal score gis hvis reduksjonen

ENE2.2	Levert energi																				
	<p>i levert energi er mer enn 50 %. Piloten gis følgende antall poeng basert på endring i årlig levert energi mellom i scenarioene Z or R:</p> <table border="1" data-bbox="443 389 1394 801"> <thead> <tr> <th data-bbox="443 389 922 427">Poeng</th> <th data-bbox="922 389 1394 427">Poenggrenser</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="443 427 922 472">0</td> <td data-bbox="922 427 1394 472">0</td> </tr> <tr> <td data-bbox="443 472 922 517">1</td> <td data-bbox="922 472 1394 517">6 %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="443 517 922 562">2</td> <td data-bbox="922 517 1394 562">13 %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="443 562 922 607">3</td> <td data-bbox="922 562 1394 607">19 %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="443 607 922 651">4</td> <td data-bbox="922 607 1394 651">25 %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="443 651 922 696">5</td> <td data-bbox="922 651 1394 696">31 %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="443 696 922 741">6</td> <td data-bbox="922 696 1394 741">38 %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="443 741 922 786">7</td> <td data-bbox="922 741 1394 786">44 %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="443 786 922 801">8</td> <td data-bbox="922 786 1394 801">50 %</td> </tr> </tbody> </table>	Poeng	Poenggrenser	0	0	1	6 %	2	13 %	3	19 %	4	25 %	5	31 %	6	38 %	7	44 %	8	50 %
Poeng	Poenggrenser																				
0	0																				
1	6 %																				
2	13 %																				
3	19 %																				
4	25 %																				
5	31 %																				
6	38 %																				
7	44 %																				
8	50 %																				
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Nybygg bygges som passivhus med lav varmegjennomgangskoeffisient (U-verdier) og lave energibehov. – Eksisterende bygg oppgraderes til gjeldende minstestandarder for bygg (eller bedre). – Bruk av varmepumper og/eller annen ikke-elektrisk oppvarming, vil redusere strømforbruket. – Solcellepaneler reduserer behovet for å importere elektrisitet. 																				

3.1.3 ENE2.3 Egenforbruk

Nøkkellindikatoren egenforbruk informerer om forskjellen mellom energi som produseres lokalt og energi som brukes i området, se Tabell 16. 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 (38) for eksempel kalles dette henholdsvis «egenforbruk» og «selvforsynthet», mens i (39) 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 17, 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 solenergi som brukes direkte i bygget.



Figur 17. 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 (38).

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 timesoppløsning eller lavere, og effekten av lokal lagring må tas hensyn til, som vist i (38) og (40). I *ENE2.3 Egenforbruk* må egenforbruket beregnes med minst timesoppløsning 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 16. Oppsummering av beregning av KPI ENE2.3.

ENE2.3	Egenforbruk
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 [1] og [2].
Metode	Egenforbruket utledes fra lastprofiler per time for elektrisitetsproduksjon og elektrisitetsbruk i ZEN. Lastprofiler per time kan genereres ved hjelp av simuleringverktøy 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. 1 poeng hvis egenforbruket er 25 - 50 % 2 poeng hvis egenforbruket er > 50 %
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Lagringsløsninger (elektrisitet) og optimal kontroll kan øke egenforbruket ved å flytte elektrisitetsbruken til timer med elektrisitetsproduksjon. – Retningen på solcellepaneler kan justeres til å passe bedre til energibruken i området.

3.1.4 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 17. I den netto årlige lastprofilen får energiimport en positiv verdi, mens eksport får en negativ verdi, som vist i Figur 12. Lastvarighetskurven kan fastsettes ved å sortere verdiene av netto lastprofilene.

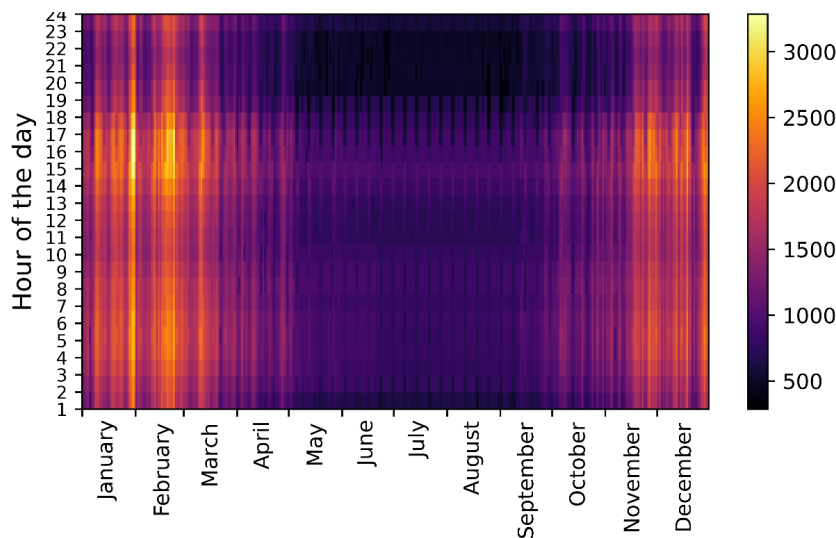
Netto årlig lastprofil og lastvarighetskurven beregnes eller måles på systemgrensenivå for områdevurdering for den enkelte energibærer med timesoppløsning eller lavere. Disse bør beregnes for ZEN og referanseprosjektet. Verdien av den årlige netto lastprofilen er å illustrere energiflyten gjennom året.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

Tabell 17. Oppsummering av beregning av KPI ENE2.4.

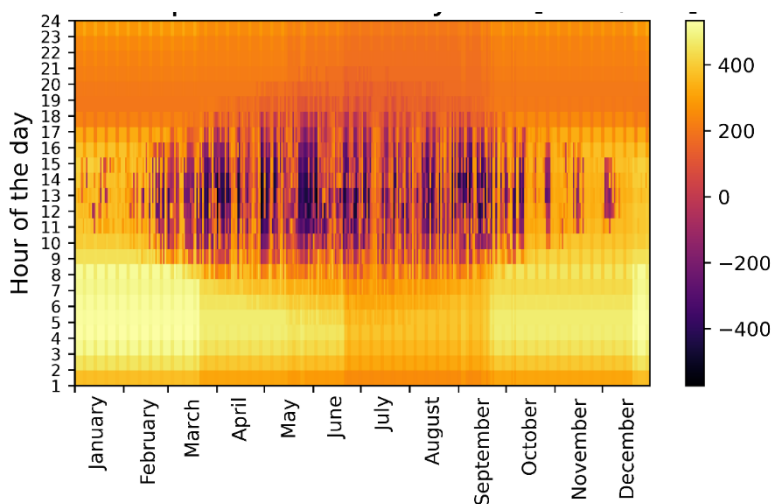
ENE2.4	Netto lastprofiler
Formål	Få visuell forståelse av energiflyten mellom området og omkringliggende energinett, samt netto energibruk for den enkelte energibæreren. Det kan bidra til å redusere maksimal last og maksimal eksport av elektrisitet og fjernvarme for å redusere belastningen på energinettet. 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 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"> – Energieffektive bygninger kan redusere behovet for energi når etterspørselen er høyest. – Ved å bruke pumper og/eller ikke-elektrisk oppvarming kan en redusere elektrisitetsbruken når etterspørselen er høyest (sammenlignet med direkte elektrisk oppvarming). – 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. – Lagringsløsninger (oppvarming og elektrisitet) kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i energinettet. – Optimal kontroll kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i nettet og skape en flatere profil.

3.1.5 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 18. 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 18 og Figur 19 er det to eksempler på fargekodede teppeplott.



Figur 18. Fargekodet teppeplott som viser netto elektrisitetimport for Ydalir i referanseprosjektet (med elektrisk varmtvannsbeholder) (41)



Figur 19. Fargekodet teppeplott som viser planlagt netto elektrisitetimport for Ydalir (med fjernvarme og solcellepaneler). Negative verdier viser elektrisiteteksport til nettet (41).

Tabell 18. Oppsummering av beregning av KPI ENE2.5

ENE2.5	Fargekodet teppeplott
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. Ved å redusere effekttoppene 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 energibæreren. 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

ENE2.5	Fargekodet teppeplott
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">– Energieffektive bygninger kan redusere behovet for energi når etterspørselen er høyest.– Ved å bruke pumper og/eller ikke-elektrisk oppvarming kan en redusere elektrisitetsbruken når etterspørselen er høyest (sammenlignet med direkte elektrisk oppvarming).– Solcellepaneler reduserer behovet for å importere elektrisk strøm.– Lagringsløsninger (oppvarming og elektrisitet) kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i energinettet.– Optimal kontroll kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i nettet og skape en flattere profil.

4 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). Nøkkellindikatorene for effekt er rettet utelukkende mot energiflyt mellom området og omkringliggende energinett i implementeringsfasen og driftsfasen. I implementeringsfasen bør nøkkellindikatorene estimeres, f.eks. ved hjelp av simuleringer. Alle nøkkellindikatorene beregnes med timesoppløsning eller lavere. Alle effektnøkkellindikatorer vurderes på systemgrensenivå for områdevurdering.

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

Referanseprosjektet (R) representerer «business-as-usual» og er basert på gjeldende byggetekniske forskrifter (TEK) for nye bygninger (32) og gjeldende historiske byggeforskrifter for eksisterende bygninger, mens ZEN (Z) representerer området som bygget / som planlagt. Nøkkellindikatorene 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 indikatorene må en definere ytterligere to scenarioer/referanser. Det første er ZEN 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 (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 19. .

Tabell 19. Beskrivelse av ZEN (Z) og referanseprosjektet (R) med og uten optimal kontroll.

	ZEN		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 effektnøkkellindikatorer

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

Tabell 20. Liste over dokumentasjon for beregning av effektnøkkelindikatorer.

KPI	Beskrivelse	Datatype	Enhet	Nivå	Scenarier
<i>EFF3.1 Maksimal last</i>	Maksimal last (import)	Maksimal verdi fra netto lastvarighetskurve	kWh/t*	N	Z og R
<i>EFF3.2 Maksimal eksport</i>	Maksimal eksport	Maksimal verdi fra netto lastvarighetskurve	kWh/t*	N	Z og R
<i>EFF3.3 Energibelastning</i>	Energi-belastning	Netto levert energi i timer med høy belastning i nettet	kWh/år*	N	Z og R
<i>EFF3.4 representative dager</i>	Representative dager	Daglige lastprofiler	kWh/t*	N	Z, Z-nO**, R, R-O**
<i>EFF3.5 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**
<i>EFF3.6 Endring i driftskostnader</i>	Endring i driftskostnader	Endring i driftskostnader i scenarioene Z og Z-nO og R og R-O	NOK/år*	N	Z, Z-nO**, R, R-O**
<i>EFF3.7 Endring i energibelastning</i>	Endring i energibelastning	Endring i levert energi i scenarioene Z og Z-nO og R og R-O	kWh/år*	N	Z, Z-nO**, R, R-O**
<i>EFF3.8 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)

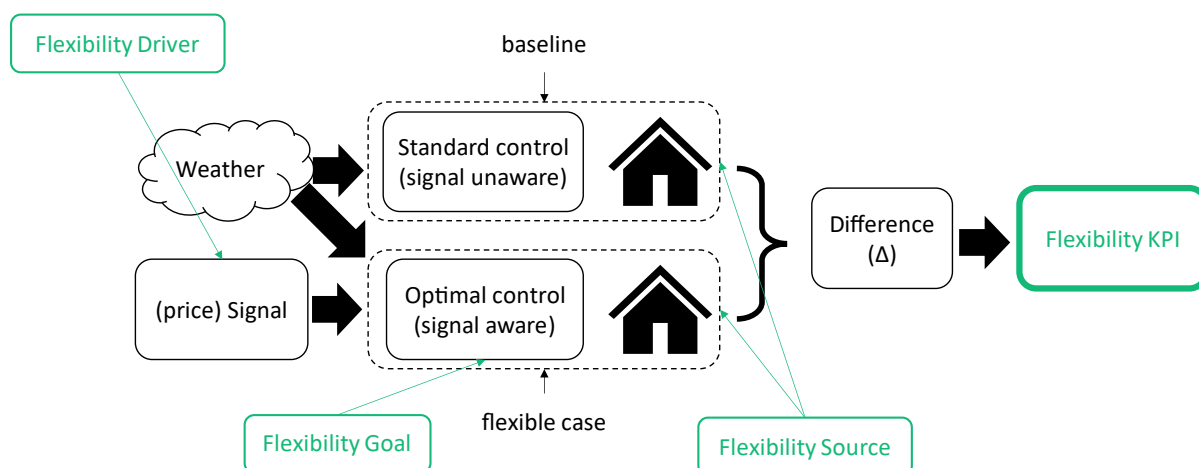
4.1 Vurderingskriterier

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

Effektytelse: Dette vurderingskriteriet vurderer effektytelse og belastning av området på elektrisitetssystemet og fjernvarmenettet. Nøkkelindikatorer inkluderer EFF3.1–EFF3.4. For alle disse nøkkelindikatorer måles ytelsen som differensen mellom ZEN (Z) og referanseprosjektet (R).











Lastfleksibilitet: Dette vurderingskriteriet viser om området utveksler energi med det omkringliggende energisystemet (elektrisitet og fjernvarme) på en fleksibel måte. Nøkkelindikatorer inkluderer EFF3.5–EFF3.8.

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 (42). Det resulterer i lastprofiler (dvs. timesverdier eller mindre for netto energibehov) i strømnnett 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. Lastfleksibilitetsindikatorer vil reflektere differansen i lastprofiler i ZEN som bygget/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 20.



Figur 20 Skjematisert fremstilling av metodikken for å beregne nøkkelindikatorer for fleksibilitet (42).

Fleksibilitetsindikatorer kan beregnes for kombinasjoner av tre elementer: fleksibilitetskilde, drivfaktor for fleksibilitet og fleksibilitetsmål. I Figur 21 er det et visuelt sammendrag av de ulike kombinasjonene.

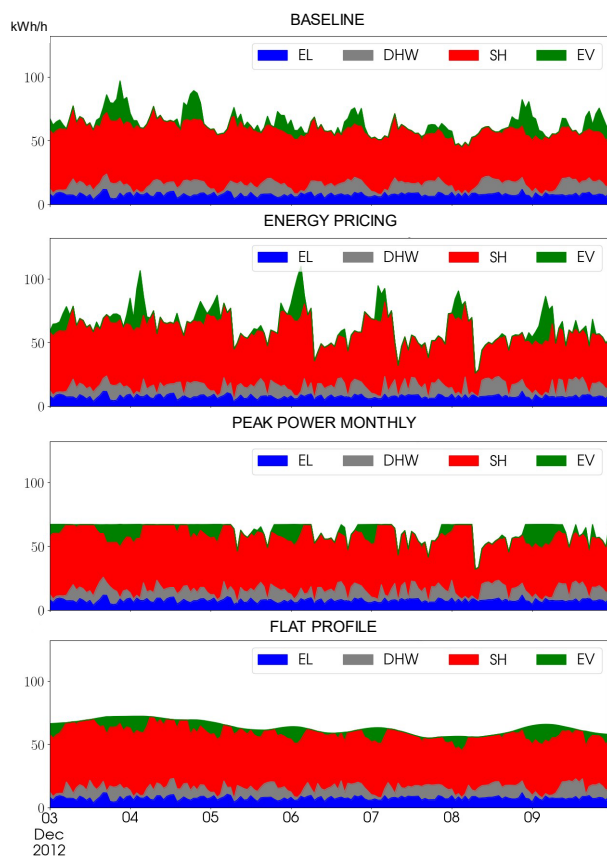
Flexibility Source	Domestic Hot Water (DHW) 	Space Heating (SH) 	Electric Vehicle (EV) 	All together 
Flexibility Driver	Energy price		Grid tariff	
	Spot Price 	Time of Use 	Energy Pricing (EP) - energiledd 	Peak Power Monthly (PPM) - effektledd 
Flexibility Goal	(operational) Cost minimization (for the user) 		Flat profile (as possible, containing losses) 	

Figur 21 Visuelt sammendrag av drivfaktorer og mål i kombinasjon med ulike fleksibilitetskilder (42).

Nøkkelindikatorerne under vurderingskriteriet «lastfleksibilitet» kan brukes til å evaluere effektene av kortsiktig lastflytting³ og lagringsløsninger og hvor godt de responderer på signaler fra smarte nett. Slike signaler kan være prissignaler, informasjon om CO₂-innholdet i den produserte energien på ulike tidspunkt i løpet av dagen, samt informasjon om problemer forbundet med flaskehalser 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

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

formål. Figur 22 gir et eksempel på en enkelt bygning med solcellepaneler og batteri, der målet er å begrense netto elektrisitetseksport til nettet.



Figur 22 Boligblokk med panelovner, vinteruke. Referansescenario (øverst) og fleksible scenarioer med ulike drivfaktorer/mål for fleksibilitet. EL = elektrisk-spesifikt VV = varmtvann RO = romoppvarming EK = elektrisk kjøretøy (42).

4.1.1 EFF3.1 Maksimal last

Nøkkellindikatoren Maksimal last (EFF3.1) og *EFF3.2 Maksimal eksport* er ekstremverdiene for netto lastvarighetskurven som vist i Figur 13. 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 et ZEN og for referanseprosjektet.

Tabell 21. Oppsummering for beregning av KPI EFF3.1

EFF3.1	Maksimal last
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 et ZEN og referanseprosjektet.
Metode	IEA EBC Annex 67, Engineering practices in the ZEN research centre
Oppnåelige poeng	6 poeng

EFF3.1	Maksimal last																
ZEN KPI-vurdering	En felles lastprofil for hele området lages ved å legge sammen elektrisitet + 0.43*fjernvarme per time gjennom året. Deretter finner man den høyeste verdien i året. Dette gjøres for referanseområdet (R) og ZEN (Z). Maksimal score gis hvis reduksjonen i topplast er på mer enn 50%. Poeng gis deretter basert på hvor stor reduksjonen i den samlede topplasten er i Z sammenlignet med i R.																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Poeng</th> <th>Poenggrenser</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>8 %</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>17 %</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>25 %</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>33 %</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>42 %</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>50%</td> </tr> </tbody> </table>	Poeng	Poenggrenser	0	0 %	1	8 %	2	17 %	3	25 %	4	33 %	5	42 %	6	50%
Poeng	Poenggrenser																
0	0 %																
1	8 %																
2	17 %																
3	25 %																
4	33 %																
5	42 %																
6	50%																
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Et energieffektivt bygg kan redusere behovet for energi i de kaldeste timene i året. – Bruk av varmepumper og/eller ikke-elektrisk oppvarming kan redusere den elektriske topplasten (sammenlignet med direkte elektrisk oppvarming). – Solcellepaneler reduserer behovet for å importere elektrisk strøm. – Lagringsløsninger (oppvarming og elektrisitet) kan flytte behovet for energiimport i topplasttimer. – Optimal kontroll kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i nettet og skape en flatere profil. 																

4.1.2 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.

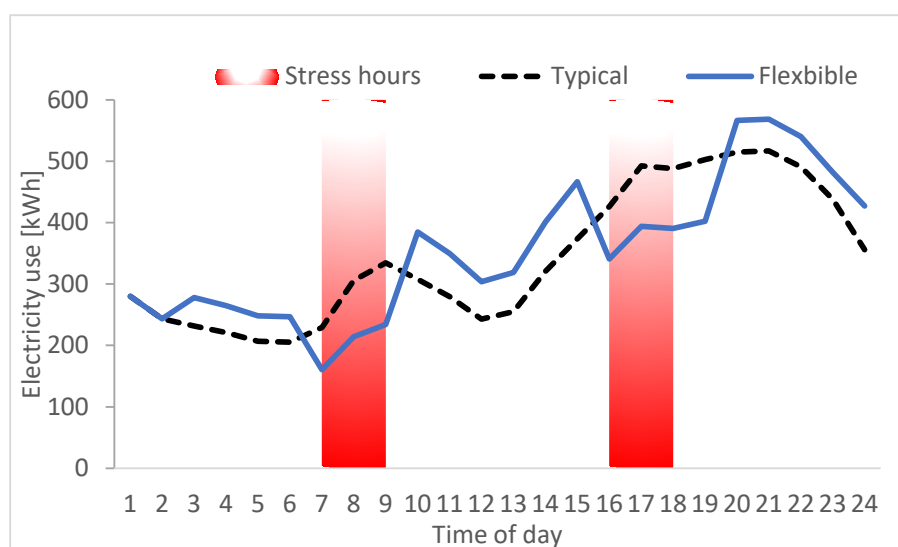
Tabell 22. Oppsummering for beregning av KPI EFF3.2

EFF3.2	Maksimal eksport
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 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

EFF3.2	Maksimal eksport
Beste praksis	Lagringsløsninger (elektrisitet) og optimal kontroll kan øke egenforbruket ved å flytte elektrisitetsbruken til timer med elektrisitetsproduksjon.

4.1.3 EFF3.3 Energibelastning

Det vil være høyere energietterspørsel i energinettene i løpet av enkelte timer på dagen som følge av økt etterspørsel som forekommer samtidig. I Norge er det vanligvis tidlig på morgenen (kl. 07.00–09.00) og sent på ettermiddagen på arbeidsdager (kl. 16.00–18.00), se Tabell 23. Disse timene er timer med høy belastning, og hvis et område kan redusere energietterspørselen i disse timene, vil belastningen i energinettene reduseres. I Figur 23 bruker et ZEN 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 23 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.

EFF3.3	Energibelastning
Formål	Det vil normalt være høyere kraftetterspørsel i energinettene i løpet av enkelte timer om dagen. Dette forekommer vanligvis på morgenen og kvelden grunnet økt samtidig etterspørsel etter energi. Disse timene gir høy belastning på energinettene om vinteren. Hvis et område kan redusere energietterspørselen i løpet av disse timene, vil energibelastningen i energinettene reduseres, og dermed redusere behovet for nettutbygging og andre tiltak. Ved å redusere energietterspørselen i energinettet kan området redusere behovet for nettinvesteringer og de klimagassutslipp det medfører.
Beskrivelse	Forskjellen i energibruk (elektrisitet og fjernvarme) i timene kl. 7-9 på morgenen og kl. 16-18 på ettermiddagen om vinteren (desember-februar) i ZEN (Z) sammenlignet med referanseområdet (R).
Metode	IEA EBC Annex 67, Engineering practices in the ZEN research centre
Oppnåelige poeng	6 poeng

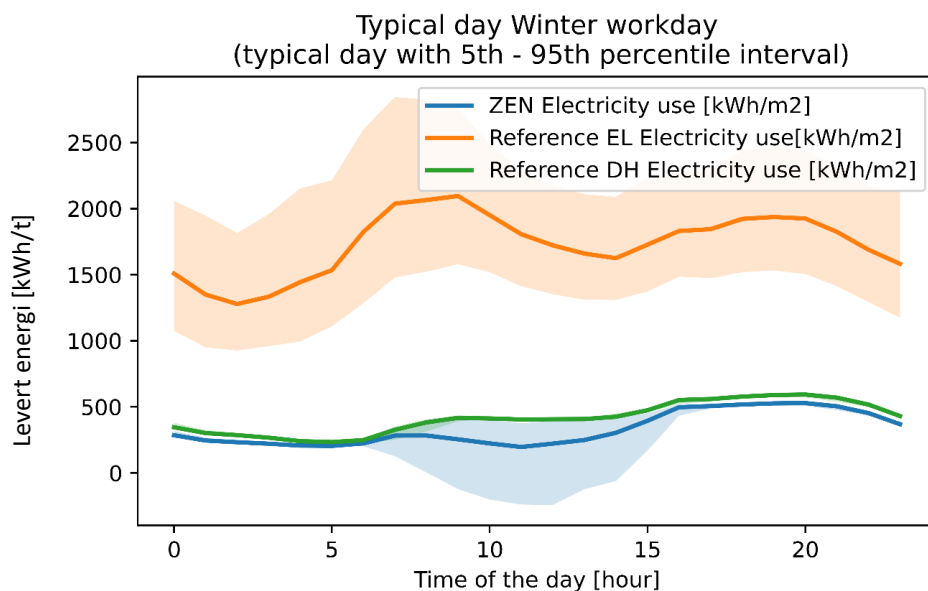
EFF3.3	Energibelastning																
ZEN KPI-vurdering	<p>En felles lastprofil for hele området lages ved å legge sammen elektrisitet + 0.43*fjernvarme per time gjennom året. Deretter finner man summen av netto energibruk i stresstimene (kl. 7, 8, 16 og 17 i desember-februar). Dette gjøres for referanseområdet (R) og ZEN (Z). Poeng gis deretter basert på hvor stor reduksjonen i den samlede energibruken i stresstimene er i Z sammenlignet med i R. Maksimal score gis hvis reduksjonen i energibruk i stresstimene er på mer enn 50 %.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Poeng</th> <th>Poenggrenser</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>8 %</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>17 %</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>25 %</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>33 %</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>42 %</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>50%</td> </tr> </tbody> </table>	Poeng	Poenggrenser	0	0 %	1	8 %	2	17 %	3	25 %	4	33 %	5	42 %	6	50%
Poeng	Poenggrenser																
0	0 %																
1	8 %																
2	17 %																
3	25 %																
4	33 %																
5	42 %																
6	50%																
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Energieffektive bygninger kan redusere behovet for energi når etterspørselen er høyest. – Ved å bruke pumper og/eller ikke-elektrisk oppvarming kan en redusere elektrisitetsbruken når etterspørselen er høyest (sammenlignet med direkte elektrisk oppvarming). – Solcellepaneler reduserer behovet for å importere elektrisitet. – Lagringsløsninger (oppvarming og elektrisitet) kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i energinettet. – Optimal kontroll kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i nettet og skape en flatere profil. – Hvis man bruker styringssystemer for å flytte laster fra stresstimene vil energibruken i timene før og etter stresstimene øke. Dette kan føre til en økning i topplasten (EFF3.1). 																

4.1.4 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 24. 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 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 scenarier. 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-scenarioet midt på dagen. Det skyldes elektrisitetsproduksjon fra solcellepaneler. Noen dager er det til og med eksport av elektrisitet på arbeidsdager om vinteren i ZEN-scenarioet.



Figur 24. 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 grafer som viser forskjellige årstider/hverdager for Z, R og Z-nO og R-O.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Et energieffektivt bygg kan redusere behovet for energi i de kaldeste timene i året. – Bruk av pumper og/eller ikke-elektrisk oppvarming vil redusere topplasttimer i nettet (sammenlignet med direkte elektrisk oppvarming). – Solcellepaneler reduserer behovet for å importere elektrisitet. – Lagringsløsninger (oppvarming og elektrisitet) kan flytte behovet for energiimport i topplasttimer. – Optimal kontroll kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i nettet og skape en flatere profil.

4.1.5 EFF3.5 Endring i levert energi

Endring i levert energi fokuserer på forskjellen i total energibruk mellom et ZEN med og uten optimal kontroll (Z og Z-nO) og referanseprosjektet med og uten optimal kontroll (R og R-O). Det gjør at en tydelig kan kvantifisere innvirkningen av lastfleksibilitet, se Tabell 25. .

Tabell 25. Oppsummering for beregning av KPI EFF3.5.

EFF3.5	Endring i levert energi
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 et ZEN 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 et ZEN og referanseprosjektet (Z) og det ikke-optimaliserte ZEN (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 R og R-O for elektrisitet og fjernvarme.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Lagringsløsninger (oppvarming og elektrisitet) kan flytte behovet for energiimport i toppplastimer. – Optimal kontroll kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i nettet og skape en flatere profil.

4.1.6 EFF3.6 Endring i driftskostnader

Endring i driftskostnader fokuserer på forskjellen i driftskostnader som følge av energibruk mellom ZEN med og uten optimal kontroll (Z og Z-nO) og referanseprosjektet med og uten optimal kontroll (R og R-O). Det gjør at en tydelig kan kvantifisere innvirkningen av lastfleksibilitet, se Tabell 26.

Tabell 26 Oppsummering av beregning av KPI EFF3.6.

EFF3.6	Endring i driftskostnader
Formål	Området utveksler energi med det omkringliggende energisystemet på en fleksibel måte som reduserer områdets driftskostnader for energi.
Beskrivelse	Driftskostnadene for ZEN (Z) beregnes i <i>ØKO6.2 Driftskostnader</i> . Denne indikatoren ser på forskjellen mellom driftskostnader for energi mellom ZEN 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 og referanseprosjektet (Z) og det ikke-optimaliserte ZEN (Z-no) over ett år.
Metode	IEA EBC Annex 67, Engineering practices in the ZEN research centre
Oppnåelige poeng	1 poeng

EFF3.6	Endring i driftskostnader
ZEN KPI-vurdering	Poenget tildeles for å dokumentere endring i kostnader (NOK/år) for Z og Z-nO og R og R-O for elektrisitet og fjernvarme.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Lagringsløsninger (oppvarming og elektrisitet) kan flytte behovet for import av energi til timer med lavere energikostnader og/eller redusere energibruken for noen laster (belastningsfrakopling). – Optimal kontroll kan endre/frakoble behovet for energiimport i timer med høye energikostnader

4.1.7 EFF3.7 Endring i energibelastning

Endring i energibelastning ser på forskjellen i energibelastning mellom et ZEN med og uten optimal kontroll (Z og Z-nO) og referanseprosjektet med og 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 EFF3.7.

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 (Z) og referanse (R) beregnes i <i>EFF3.3 Energibelastning</i> . Denne indikatoren ser på endringen i energibelastning mellom ZEN 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 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 R og R-O for elektrisitet og fjernvarme.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Lagringsløsninger (oppvarming og elektrisitet) kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i energinettet. – Optimal kontroll kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i nettet og skape en flatere profil.

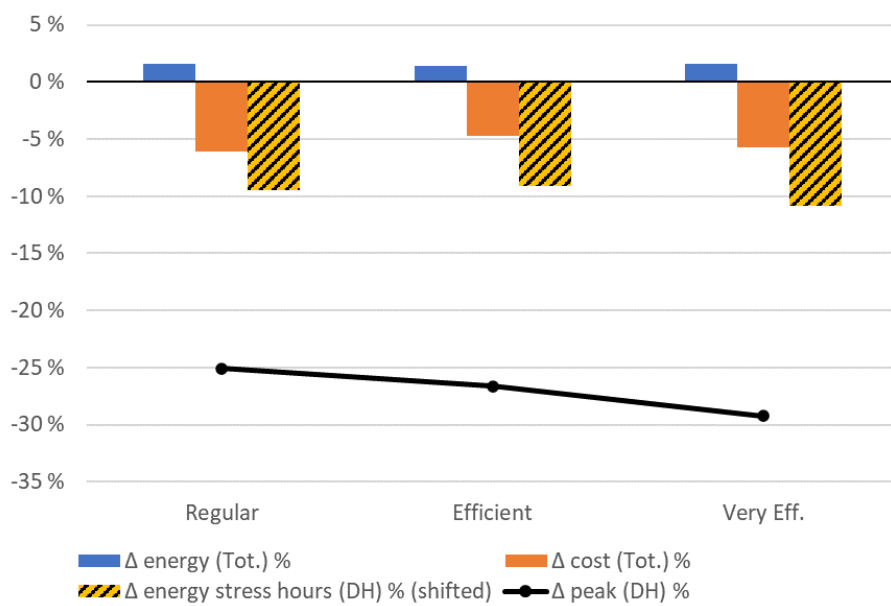
4.1.8 EFF3.8 Endring i maksimal last

Endring i maksimal last fokuserer på forskjellen i maksimal last mellom et ZEN med og uten optimal kontroll (Z og Z-nO) og referanseprosjektet med og uten optimal kontroll (R og R-O). Det gjør det mulig å tydelig kvantifisere innvirkningen av lastfleksibilitet, se Tabell 28.

Tabell 28 Oppsummering av beregning av KPI EFF3.8.

EFF3.8	Endring i maksimal last
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 (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 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 og referanseprosjektet (Z) og det ikke-optimaliserte ZEN (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 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 (Z) sammenlignet med maksimal last i det ikke-optimaliserte ZEN (Z-nO)
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Lagringsløsninger (oppvarming og elektrisitet) kan flytte behovet for energiimport i topplasttimer. – Optimal kontroll kan flytte behovet for energiimport når det er høy belastning i nettet og skape en flatere profil.

Nøkkelindikatorene for lastfleksibilitet kan oppsummeres i en graf som viser effektene av alle fleksibilitetsindikatorer samlet, som vist i Figur 25. Dette eksempelet viser beregnede fleksibilitetsindikatorer for tre ulike skolebygg (ett vanlig, ett energieffektivt og ett svært energieffektivt). Eksempelet viser at mens endring i driftskostnader (Δ kostnad), endring i energibelastning (Δ energibelastning) og endring i maksimal last (Δ maksimal last) er redusert, øker endring i levert energi (Δ energi) ved innføring av optimal kontroll.



Figur 25 Eksempel på resultater fra energifleksibilitetsindikatorer i tre ulike skolebygg.

5 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) (43), 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. Nøkkelindikatorene er definert for å kunne brukes både reaktivt og proaktivt. Reaktivt for å vurdere en gjennomført plan og proaktivt for å gi veiledning og danne grunnlag for videre bearbeiding av kommunedelplaner eller reguleringsplaner.

5.1 Vurderingskriterier

Vurderingskriteriene for byform og arealbruk kan ses på som en oppsummering av ZEN Forskningscenters arbeid med stedsindikatorer. De belyser de viktigste sidene ved byform og arealbruk (44–46). 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) (BYF4.1 - BYF4.4) eller i en senere planfase (reguleringsplan) (BYF4.5 - BYF4.13). 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 og brukes for alle BYF-nøkkelindikatorer. Nøkkelindikatorene er delt inn i fire vurderingskriterier: Tetthet og arealbruksmiks, bygningsskema, 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.

5.1.1 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 29. Færre biler per husstand kan også bidra til å redusere klimagassutslippene fra byggebransjen da det vil bli bygget færre parkeringsplasser (47). Befolkningstetthet måles som det totale antall foreslåtte beboere og

arbeidsplasser i planområdet med omkringliggende områder innen en avstand på 1000 meter, se Figur 26. Verdien kan enten måles fra en sentral lokasjon i planområdet eller ved å regne ut gjennomsnittet for hver blokk. Avstanderskelen 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 26. Kart over foreslått befolkningstetthet fra ZEN-pilotområdet ved Fornebu (46).

Tabell 29. 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. Gjennomsnitt for planområdet.
Metode	GIS-kartlegging med Place Syntax Tool (48).
Oppnåelige poeng	2 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poeng tildeles for gjennomsnittlig befolkningstetthet (antall beboere og ansatte) innen en gåavstand på 1 km innenfor planområdet. 2 poeng: >10 000 brukere/km 1 poeng: 5 000–10 000 brukere/km 0 poeng: <5 000 brukere/km

5.1.2 BYF4.2 Tomteutnyttelse

Høy tetthet på blokknivå gir effektiv arealbruk i kombinasjon med fortetting på harde flater. Det minsker behovet for å utnytte grøntområder eller dyrkbar jord. Høy tomteutnyttelse og god balanse mellom bolig- og kontorareal gir gode forhold for smarte energiløsninger som reduserer klimagassutslippene pr. innbygger fra energisektoren, se Tabell 30. Høy tomteutnyttelse er en forutsetning for effektive fjernvarme- og kjølingsnettverk med smarte varmenett og gjør det lettere å oppnå elektrisitetsbalanse i nettet, inkludert elektrisk kollektivtransport (43). En finner tomteutnyttelsen ved å dele prosent bruttoareal på tomtearealet, se eksempel i Figur 27. 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 27. Kart over beregnet tomteutnyttelse på Nansenløkka i Fornebu pilotområde(49).

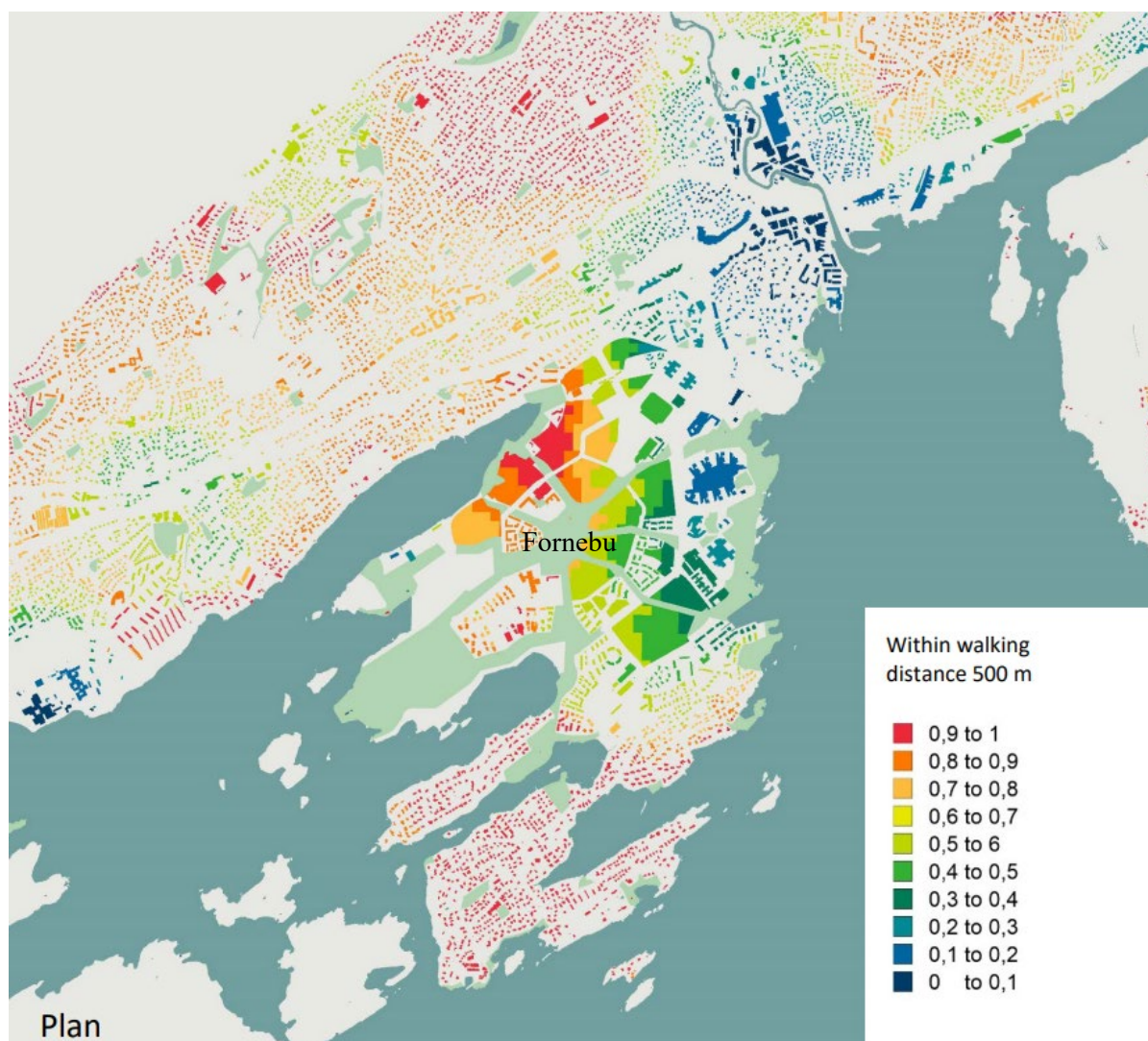
Tabell 30. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.2

BYF4.2	Tomteutnyttelse
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 tomteutnyttelse (bruttoareal (BTA ⁴) / tomteareal (TA): 1 poeng: 100–250 % 0 poeng: mindre enn 100 eller mer enn 250 %

⁴ Totalt areal som også omfatter arealet av ytterveggene.

5.1.3 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 (50). 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 28 viser antall beboere og arbeidere innen en gåavstand på 500 meter fra ZEN-pilotområdet på Fornebu, og Tabell 32 viser andelen beboere og arbeidere.



Figur 28. Kart over arealbruksmiks innen en gåavstand på 500 meter fra ZEN-pilotområdet på Fornebu. (46).

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 (50).

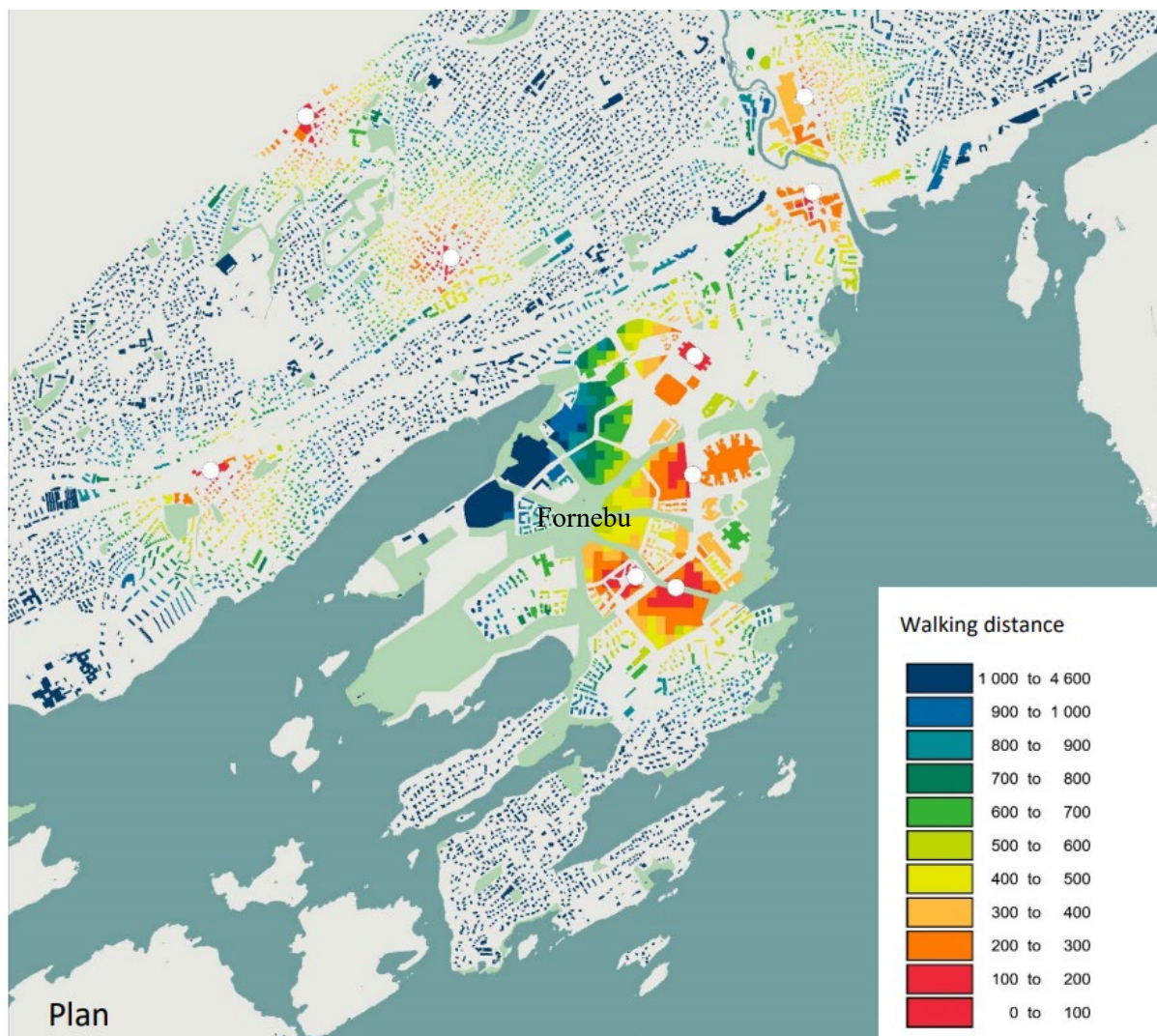
BYF4.3	Arealbruksmiks
Beskrivelse	Samlet antall beboere og arbeidere eller andel bruttoareal for beboere innenfor en gåavstand på 500 meter.
Metode	GIS-kartlegging med Place Syntax Tool (48). Beregnet som andel beboere sammenlignet med det samlede antall beboere og arbeidsplasser innenfor en gåavstand 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

Tabell 32. Eksisterende og planlagt andel beboere og arbeidere innenfor ZEN-pilotområdet på Fornebu (46).

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 %

5.1.4 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 metrobuss (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 29 gir et eksempel på hvordan urbane attraksjoner kan kartlegges innenfor 1 km fra ZEN og Tabell 34 gir et eksempel på gåavstander til hver kategori urbane attraksjoner. Denne nøkkelindikatoren skal vurderes i den strategiske planleggingsfasen, mens *MOB5.1 Tilgang til kollektivtransport* ser på tilgang til kollektivtransport i implementerings- og driftsfasene.



Figur 29. Nærhet til lokale bysentrum fra ZEN-pilotområdet på Fornebu (46).

Tabell 33. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.4

BYF4.4	Tilgang til mangfold av fasiliteter
Formål	Det har vist seg at tilgang til et mangfold av fasiliteter innen gåavstand er viktig for sosial likestilling og urban attraktivitet (51). Det er også viktig for å øke andelen bærekraftige transportmønstre (50), 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: <ol style="list-style-type: none"> 1. lokal kollektivtransport 2. rask regional kollektivtransport 3. opplæringsinstitusjoner 4. lokal serviceklynge 5. grønt åpent offentlig rom

BYF4.4	Tilgang til mangfold av fasiliteter
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) (48). 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

Tabell 34. Gåavstand til hver kategori urbane attraksjoner. Eksempelet er tatt fra Fornebu (46).

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

Bygningslayout

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

5.1.5 BYF4.5 Boligtype

Layout og bruk av bygninger har stor innvirkning på liv og levesett (52). 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 35. Ifølge Naturskyddsforeningen tar parkeringsplasser i Sverige større plass enn faktisk boareal (47). Figur 30 gir et eksempel på beregning av andel eneboliger og vertikaldelte tomannsboliger.



Figur 30. Kart over beregnet andel eneboliger og vertikaldelte tomannsboliger på Nansenløkka i Fornebu pilotområde (49).

Tabell 35. 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 implementerings 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"> – Optimalisere bygningens gulvareal. – Prioritere hjem for flere familier fremfor bygninger for én familie. – Fellesromløsninger for å redusere totalt gulvareal per bolig. – Færre parkeringsplasser per husstand eller arbeidsplass.

5.1.6 BYF4.6 Flerbruks bygningstak

Bygningstak kan omfatte bygningsintegret fornybar energiproduksjon, sosiale områder og grøntområder, se Tabell 36. 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 biofysiske kjølede effekt som reduserer energibehovet i bygninger og behovet for vannbehandling (43). Figur 31 viser takområdene for sosiale funksjoner og grøntområder på Nansenløkka, Fornebu.



Figur 31. Kart over takområdene for sosiale funksjoner og grøntområder på Nansenløkka i pilotområdet på Fornebu (49).

Tabell 36. 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	Samlet andel 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"> – Planlegge for fornybar energiproduksjon på bygningstaket – Planlegge for sosiale funksjoner – Planlegge for grøntområder, se <i>BYF4.11 Andel grønt åpent rom</i>, <i>BYF4.12 Andel grønt permeabelt areal</i> <i>BYF4.13 Bevaring og planting av trær</i>

5.1.7 BYF4.7 Aktive fasader

Bygningslayoutet kan fremme gateliv og sosial trygghet for fotgjengere ved å tilrettelegge for aktive bygningsfasader (53), se Tabell 37. For å beregne aktive bygningsfasader defineres hver bygningsfasade i første etasje i kategoriene A–E i overensstemmelse med Tabell 38. 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 38 for å bli klassifisert i denne kategorien. Blinde og passive fasader er definert som fasader uten innganger eller vinduer. I Figur 32 er det et eksempel på hvordan en kan beregne aktive fasader.



Figur 32. Kart over kategoriserte bygningsfasader i Bryggerikvartalet i Bodø (49).

Tabell 37. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.7

BYF4.7	Aktive fasader
Formål	Aktive bygningsfasader i første etasje med inngang fra gaten er viktig for å tilrettelegge for <i>BYF4.3 Arealbruksmiks</i> , <i>BYF4.4 Tilgang til mangfold av fasiliteter</i> , 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.

BYF4.7	Aktive fasader
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 38 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	

Tabell 38. Bygningsfasadekategorier ut fra inngangstetthet, funksjonsmiks og fasadetransparens, tilrettelagt fra (53).

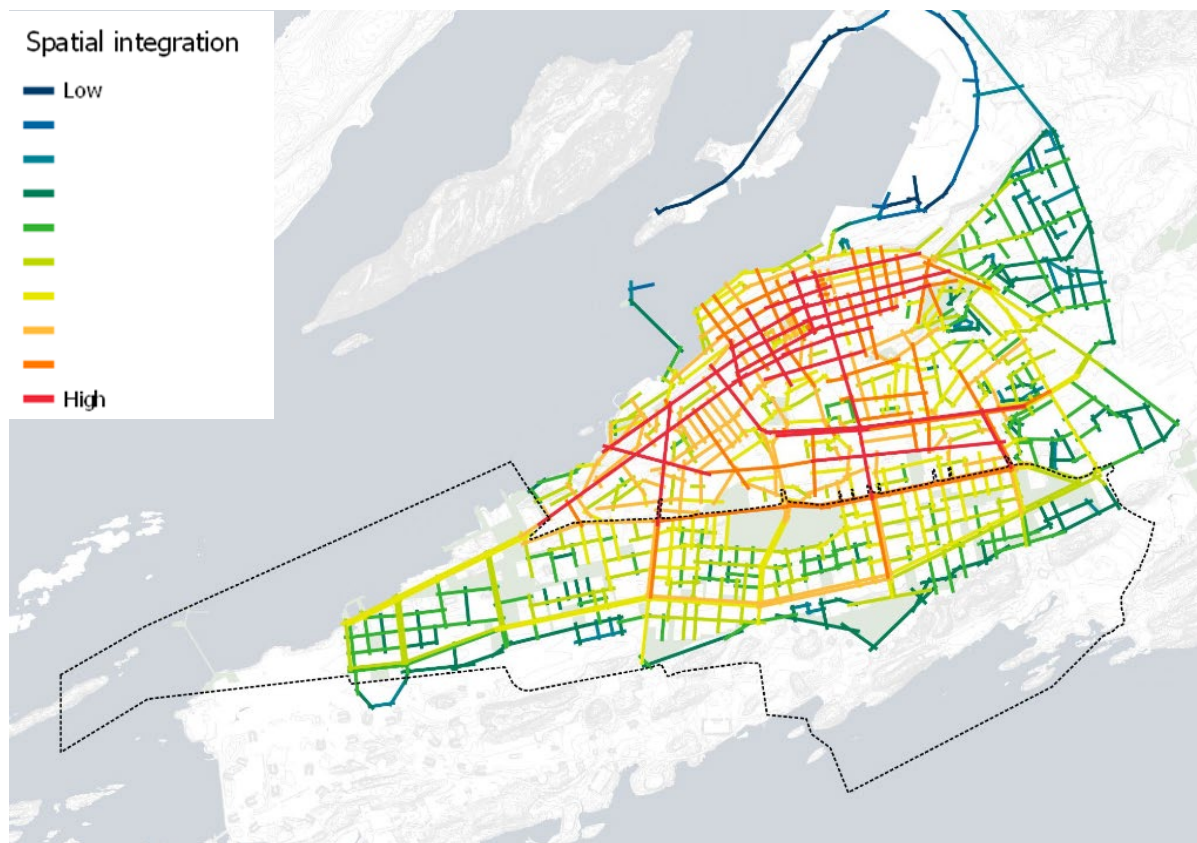
Kriterier for aktive bygningsfasader		
Kategori A		
15–20 innganger per 100 m	>3 typer funksjoner	Ingen blinde eller passive fasader
Kategori B		
10–14 innganger per 100 m	>2 typer funksjoner	Få blinde eller passive fasader (<20 %)
Kategori C		
6–9 innganger per 100 m	>1 type funksjon	Noen blinde eller 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

Gatenettverk

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

5.1.8 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 (54). Gatetilkobling måler hvor god forbindelse det er mellom områdene basert på siktelinjer langs gatenettverket, se Tabell 39. Denne indikatoren har betydelig innvirkning på sosial segregering (55), naturlig fotgjengerbevegelse (56) 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 33 er det eksempel på et kart over gatenettverk i ZEN pilot i Bodø. og Tabell 40 viser andelen godt integrerte gater.



Figur 33. Kart over gatenettverket i ZEN-pilotområdet i Bodø. (46)

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, 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. Gatetilkobling defineres av antall gater med god forbindelse til omkringliggende områder (langs områdets 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	Gatetilkobling
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 har ikke god forbindelse til planområdet.

Tabell 40. 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

5.1.9 BYF4.9 Gatekrysstetthet

Gatekrysstetthet er også en av de viktigste faktorene for trafikksikkerhet med tanke på gateutforming(57), se Tabell 41. 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 metabuss ved omlegging eller utvidelse av gatenettverket (43). Se Figur 34 for et eksempel på hvordan en beregner gatekrysstetthet.



Figur 34. Beregnet gatekrysstetthet for to planforslag i Sluppen pilotområdet(45).

Tabell 41. 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).

BYF4.9	Gatekrysstetthet
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.

5.1.10 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 42. De beste sykkelbyene i verden har ofte gode, kontinuerlige sykkelruter (58). 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 (59). Kriterier for sykle- og gangbare gater er gitt i Tabell 43, og i Figur 35 er det et eksempel på sykle- og gangbare gater på Nansenløkka, Fornebu.



Figur 35. Sykle- og gangbare gater på Nansenløkka i Fornebu pilotområde (1).

Tabell 42. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.10

BYF4.10	Sykle- og gangbare gater
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 43.
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>) (59): <ul style="list-style-type: none"> – Tiltak for å hindre høy fart. – Brede fortauer. – Brede og separate sykkelstier (ved stor biltrafikk). – Trygge veikryss – Egne bussfelt og/eller overbygde bussholdeplasser.

Tabell 43. Kriterier for sykle- og gangbare gater (59).

Gangbar gate	Gangbart veikryss
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.
Syklebar gate	Syklebart veikryss
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.
Felt for fotgjengere og syklister	
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.	

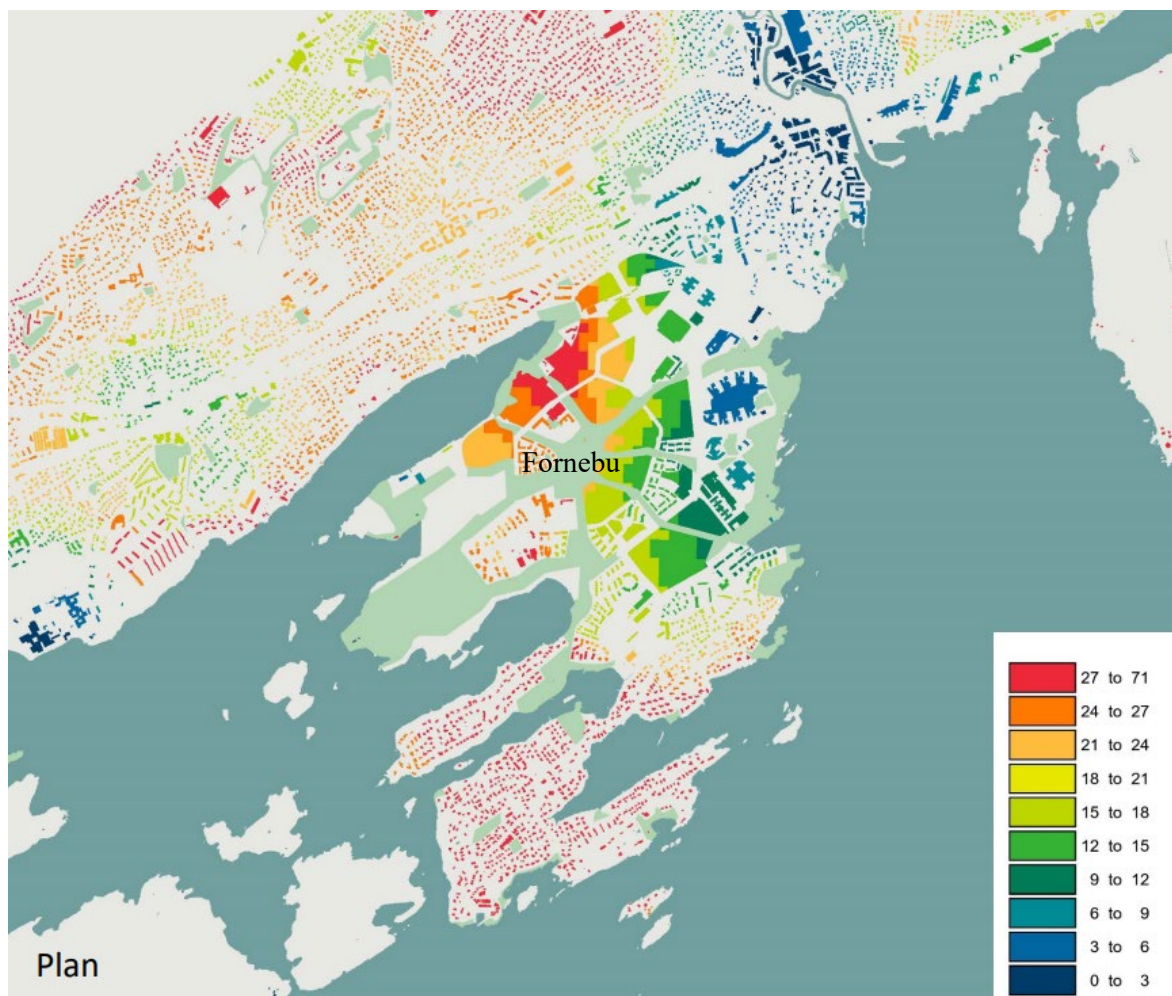
Grønt åpent rom

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

5.1.11 BYF4.11 Andel grønt åpent rom

Grønn infrastruktur øker karbonopptaket og kan også minske klimagassutslippene ved å redusere energibehovet i byggebransjen (43). Det har vist seg at grønne tak er flomdempende og at de også kan redusere energibehovet for bygninger (43). 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, varmpåkjønning, flom og andre naturkatastrofer. Grønt åpent rom bidrar også til rekreasjonskvaliteter, bedre luftkvalitet, økosystemhelse og trivsel (43).

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 m²), se 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 36 viser et grønt åpent offentlig rom innenfor 500 meter av hver bygning i ZEN, og Tabell 45 viser gjennomsnittlig andel grønt åpent offentlig rom slik som ZEN er nå og slik det planlegges.



Figur 36. Prosentandel grønt åpent offentlig rom innenfor 500 meter av pilotområdet på Fornebu (46).

Tabell 44. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.11

BYF4.11	Andel grønt åpent offentlig rom
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 45.
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 <i>BYF4.6 Flerbruks</i> .
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 %

BYF4.11	Andel grønt åpent offentlig rom
Beste praksis	Grønt åpent offentlig rom inkluderer ulike områder: <ul style="list-style-type: none"> – lyngheier og skoger – parker og lekeområder – Grønne korridorer

Tabell 45. Andel grønt åpent offentlig rom innen en luftavstand på 500 meter, gjennomsnittlig verdi for planområdet på Fornebu.

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

5.1.12 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, varmpåkjening, flom og andre naturkatastrofer. Bedre luftkvalitet fremmer også økosystemhelse og helse og trivsel for mennesker(43), se Tabell 46. I Figur 37 er det et eksempel på hvordan en regner ut grønt permeabelt areal for Nansenløkka, Fornebu.



Figur 37. Grønt permeabelt areal på Nansenløkka i Fornebu pilotområde(49).

Tabell 46. 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 andel grønt permeabelt område: 2 poeng: >30 % 1 poeng: 15–30 % 0 poeng: <15 %

5.1.13 BYF4.13 Bevaring og planting av trær

Bevaring, 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 47. 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 (43). Se Figur 38 for et eksempel på rapportering av antall trær på Nansenløkka, Fornebu.



Figur 38. Antall trær på Nansenløkka i Fornebu pilotområde(1).

Tabell 47. Oppsummering for beregning av KPI BYF4.13

BYF4.13	Bevaring og planting av trær
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	Kartlegging av 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	– Bevare eksisterende trær – Plante naturlig hjemmehørende trær

6 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 alder, yrkesaktivitet 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, inkludert valg av reisemåte. 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 på reisevaner i driftsfasen, bør en ha tilgang til empiri om hvordan reisevaner påvirkes av den teknologiske utviklingen som er beskrevet ovenfor. Det bør videre benyttes data om reisevaner som representerer lokale forhold (f.eks. lokalt datamateriale fra Den nasjonale reisevaneundersøkelsen (NRVU), se ZEN memo nr. 37 (60)), i stedet for å bruke data som beskriver gjennomsnitt på landsbasis. Utviklingen i omfang og geografisk fordeling av datamaterialet fra NRVU de siste ti årene gjør dette stadig mer krevende. For å angi en verdi for hvordan evt. "utradisjonelle" tjenester som tenkes integrert i ZEN-prosjektet (f.eks. fellesløsninger for elbiler, mikromobilitet, kontornode etc), vil påvirke mobilitetsmønsteret, trengs det også empiri bl.a. om hvem som benytter slike tilbud, og hvordan det påvirker deres reisemønster. Per nå finnes det lite tilgjengelig empiri som kan benyttes i slike vurderinger.

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. Gitt det mangelfulle datagrunnlaget for vurdering av konsekvenser for brukernes reisevaner, er nøkkelindikatorer for mobilitet avgrenset til å omfatte forhold som utbygger kan påvirke direkte gjennom egne valg og beslutninger. Nøkkelindikatorer for mobilitet beregnes i henhold til systemgrense for områdevurdering. En bør merke seg at grunnleggende forhold for byform og arealbruk som relaterer til bærekraftige transportmønstre og smarte mobilitetssystemer, er vurdert i kategorien byform.

6.1 Vurderingskriterier

Mobilitetskategorien har ett gjennomgående vurderingskriterium: «tilgang». Nøkkelindikatorer for tilgang omfatter *MOB5.1 Tilgang til kollektivtransport*, *MOB5.2 Reisetidsforhold* og *MOB5.3 Parkeringstilbud*.

6.1.1 MOB5.1 Tilgang til kollektivtransport

Nøkkelindikatoren *MOB5.1 Tilgang til kollektivtransport* vurderer koblinger til eksisterende og planlagte transportnoder (som tog, buss, trikk eller metro), se Tabell 48. I den implementeringsfasen kan kollektivtilgang være basert på dagens kollektivtilbud i det foreslåtte planområdet, og avstander kan beregnes fra et estimert tyngdepunkt i planområdet. Avstanden fra en bygning innenfor ZEN til nærmeste transportnode, samt transportfrekvensen i høy- og lavtrafikkperioder for det aktuelle området, kan f.eks. hentes fra reiseplanleggere som EnTur eller evt. andre karttjenester som Google Maps.

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 (61)) der en kombinerer antall avganger per time på hverdager og distansen fra hjemmet til stasjonen eller holdeplassen som vanligvis benyttes, for å beregne en kvalitativ variabel som beskriver kollektivtilgangen på en femtrinns skala fra svært dårlig til svært god (se Tabell 49). 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 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, 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	NRVU
Oppnåelige poeng	5 poeng
ZEN KPI-vurdering	Se Tabell 49
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Prosjekt lokalisert innen kort avstand fra holdeplasser med hyppige kollektivavganger. – Bygging av ny(e) holdeplass(er) med hyppige kollektivavganger innen kort avstand fra området.

Tabell 49. Tilgang til kollektivtransport

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

6.1.2 MOB5.2 Reisetidsforhold

Denne indikatoren ser på konkurranseforholdet mellom private motoriserte, kollektive og aktive transportalternativ for forflytninger mellom ZEN og nærmeste lokale senter som dekker daglig servicetilbud som dagligvare, apotek, og frisør, se Tabell 50. Figur 39 viser et beregningseksempel for ZEN pilotområde Zero Village Bergen (ZVB) som også inkluderer andre typer målpunkt som f.eks. kollektivknutepunkt og arbeidsplassstunge områder. Lavt reisetidsforhold er ønskelig. Nøkkelindikatoren reisetidsforhold beregnes for alle prosjektfasene.

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 and 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 39. Estimert reisetidsforhold (uthevet) og reisetid med bil versus hhv. kollektivtransport, sykling og gange for ZEN ZVB (60).

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. I den strategiske planleggingsfasen kan reisetider beregnes fra et estimert tyngdepunkt i planområdet. 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. Nøkkelindikatoren bør primært være basert på reisetid i rushtiden på morgenen. Hvilke transportformer beregningene skal baseres på, avhenger av distanse med bil mellom prosjektområdet og målpunktet det skal beregnes reisetidsforhold for. Hvilke transportformer som benyttes for de ulike distanseintervallene, framgår av Tabell 51. Inndelingen i distanseintervallene er basert på reiselengde for daglige reiser med hhv. kollektivtransport, sykkel og gange i NRVU 2018/19 (61).

Tabell 50. Oppsummering av beregning av KPI MOB5.2

MOB5.2	Reisetidsforhold
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 privatbil og hhv. gange, sykkel og kollektivtransport i en hverdag med tidsbegrensninger.
Metode	Informasjon om reisetider til nærmeste lokale senter 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. Avhengig av distanse med bil, beregnes nøkkelindikatoren ved hjelp av formel i Tabell 51.
Oppnåelige poeng	8 poeng
ZEN KPI-vurdering	Poeng tildeles etter størrelse på beregnet reisetidsforhold: 8 poeng: $\leq 0,5$ 6 poeng: $0,5-0,75$ 4 poeng: $0,75-1,0$ 2 poeng: $1-1,5$ 1 poeng: $1,5-2,0$ 0 poeng: $> 2,0$
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Dess kortere den generelle avstanden er, dess bedre forventes forholdene å være for at aktive transportmidler kan konkurrere med reisetid med private motoriserte alternativer. – 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. – 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.

Tabell 51. Beregning av reisetidsforhold

Distanse	Beregningsformel
Mer enn 5 km	$\text{reisetid}_{\text{kollektivt}} / \text{reisetid}_{\text{privat motorisert}}$
1,5-5 km	$\text{reisetid}_{\text{sykkel}} / \text{reisetid}_{\text{privat motorisert}}$
0-1,5 km	$\text{reisetid}_{\text{gange}} / \text{reisetid}_{\text{privat motorisert}}$

6.1.3 MOB5.3 Parkeringstilbud

Denne nøkkelindikatoren ser på fysisk tilrettelegging for 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 52. Nøkkelindikatoren inkluderer også kvalitet på parkeringstilbud for sykkel. 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 bilparkering, vil dette kunne legge begrensninger på beboernes mulighet for å eie bil selv.

Nøkkelindikator parkeringstilbud angis som antall bilparkeringsplasser som er tilgjengelige per boenhet, og utforming av tilbudt sykkelparkering. Formålet er å redusere klimagassutslippene fra privat mobilitet (reduisert bileie og -bruk) og å oppmuntre til mer aktiv mobilitet (elsykkel og vanlig sykkel).

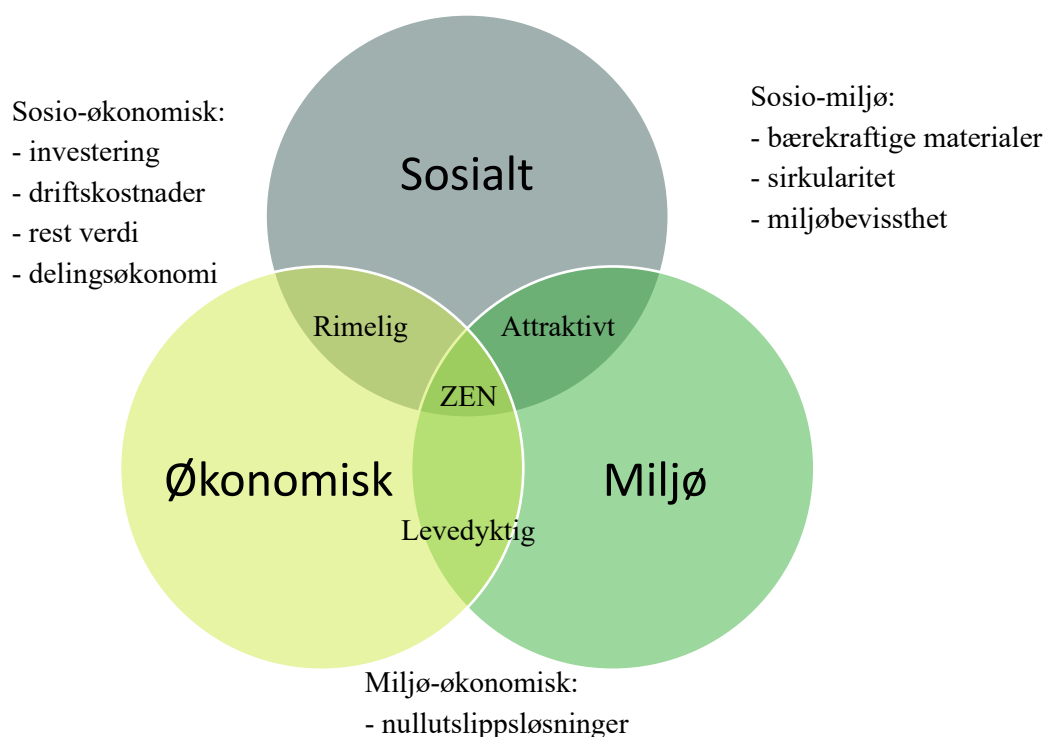
Tabell 52. Oppsummering for beregning av KPI MOB 5.3

MOB5.3	Parkeringstilbud
Formål	Redusere privat bilhold, samt oppmuntre til mer aktive former for mobilitet (elsykkel og vanlig sykkel).
Beskrivelse	Parkeringstilbud for bil kan spesifiseres som antall parkeringsplasser for hver boenhet. Utforming av høykvalitets sykkelparkering omfatter tilgang til låsbare stativ under tak, med oppvarming og lademulighet.
Metode	Dokumentasjon av parkeringsnorm og planlagt parkeringstilbud for bil og sykkel.
Oppnåelige poeng	7 poeng, hvorav 5 poeng er knyttet til bilparkering og 2 poeng er knyttet til utforming av sykkelparkering.
ZEN KPI-vurdering	Poengberegning er basert på prosentvis reduksjon i antall parkeringsplasser for bil i forhold til parkeringsnorm (referanse) og tilgang til trygge sykkelparkeringer. Tilbudt bilparkering som andel av parkeringnorm: 5 poeng: $\leq 60\%$ 4 poeng: 60-70 % 3 poeng: 70-80 % 2 poeng: 80-90 % 1 poeng: 90-100 % 0 poeng: $\geq 100\%$ Tilbudt høykvalitets sykkelparkering som andel av parkeringnorm for sykkelparkering: 2 poeng: 100 % 1 poeng: 50-99 % 0 poeng: $< 50\%$
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Unngå å bygge parkeringsanlegg under jorden for privatbiler, da bygging under jorden ofte har høyere klimagassutslipp fra materialer som brukes til grunnarbeid og fundamenter. – 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. – Installere ladestasjoner for biler og sykler. – Bygge trygge sykkelparkeringsanlegg.

7 Økonomi

Økonomisk bærekraft er en viktig faktor for implementering av ZEN i større skala. Utvikling av en samling bygninger i et ZEN vil mest sannsynlig føre til en økning i investeringskostnader i implementeringsfasen, men disse vil sannsynligvis balanseres ut med lavere driftskostnader i driftsfasen og økt prosjektverdi. Økonomi KPI kan brukes for å fremheve fordelene av bærekraftig prosjektstyring og å fremme bærekraftige løsninger, samt redusere usikkerheter og risiko og sikre kostnadseffektive og økonomisk gunstige nullutslippsløsninger.

I ZEN definisjonen, økonomi (ØKO) nøkkelindikatorerne er strukturert i henhold til de tre bærekraftspillarene for å danne et rimelig, attraktivt og levedyktig bærekraftig nullutslippsområde, se Figur 40. ZEN ØKO nøkkelindikatorerne er utviklet for å øke åpenhet og informasjonsdeling, samt å fremheve klimagassreduksjoner og kompensasjonstiltak implementert i ZENs. ZEN ØKO nøkkelindikatorerne er gyldig for både bygning og nabolag vurderingsnivå.



Figur 40. Tre bærekraftspillarer, tilpasset fra (62).

7.1 Vurderingskriterier

ZEN ØKO kategorien består av tre vurderingskriterier: sosio-økonomisk, sosio-miljø og miljø-økonomisk. I ZEN definisjonen, sosio-økonomisk vurderer kombinasjonen av økonomiske beslutninger med mellommenneskelig dynamikk, sosio-miljø vurderer de fysiske og sosiale omgivelsene som planleggere og utviklere designer og utvikler i området hvor mennesker lever og samhandler med omgivelsene sine, mens miljø-økonomisk vurderer de økonomiske effektene av nullutslippsløsninger og tiltak. Sosio-økonomiske vurderingskriterier består av tre nøkkelindikatorer: ØKO6.1 *Investeringskostnader*, ØKO6.2 *Driftskostnader* og ØKO6.3 *Restverdi*. Sosio-miljø vurderingskriterier har fire nøkkelindikatorer som heter ØKO6.4 *Delingsøkonomi*, ØKO6.5 *Bærekraftige materialer*,

ØKO6.6 Sirkularitet, og ØKO6.7 Miljøbevissthet, mens miljø-økonomisk vurderingskriteria består av en nøkkelindikator ØKO6.8 *Kostnad av klimagassutslipp spart*.

Livsløpskostnader

Beregning av livsløpskostnader (LCC) er en økonomisk evalueringsmetode for beregning og vurdering av kostnader forbundet med et bygg eller anlegg, over hele livsløpet til bygget, infrastrukturen, eller området. LCC beregninger gir et øyeblikksbilde av kostnader på det gitte tidspunktet hvorved kostnadene er følsomme for både svingende priser og inflasjon. Livsløpskostnader skal beregnes i henhold til *NS-EN 16627: 2015 Sustainability of construction works. Assessment of economic performance of buildings. Calculation methods* (63). *NS-EN 16627* følger det samme livsløpsmodulprinsippet som definert i *Klimagassutslipp*-kategorien, nemlig A1-A5, B1-B7, C1-C4 og D. Dette tillater livsløpsanalyser (LCA) og LCC beregninger å være harmonisert.

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 prosjekteringsfasen 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 (64). Kontinuerlig overvåkning 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 (65) kan også benyttes som referanseverdier.

Rapporteringsenhetene for LCC er i tråd med rapporteringsenhetene i kapitlet om *Klimagassutslipp* og er som følger: Sum kroner og kroner per kvadratmeter bruttoareal (BTA) per år ($\text{NOK}/\text{m}^2_{\text{BTA}}/\text{år}$) med en analyseperiode på 50 år og en beregningsrente på 4 prosent. Det skal opplyses om hvilken tidsperiode LCC-beregningene gjelder for.

Sosio-økonomisk

7.1.1 ØKO6.1 Investeringskostnader

Denne indikatoren inkluderer investeringskostnader i overensstemmelse med *NS-EN 16627* (63), se Tabell 53. Investeringskostnader innebærer utbyggingskostnader og kostnaden av eiendeler eller gjenstander som er kjøpt eller implementert med sikte på å forbedre karbonutslippene i et ZEN, og som minimum inkluderer livsløpsmoduler A1-A5. Investeringskostnader ses fra utbyggerens perspektiv og skal beregnes i henhold til *NS 3453: 2016 Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt*, se Tabell 54 (66) *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- og områdenivå. Rabattavtaler mellom entreprenører og leverandører er ikke inkludert.

Tabell 53. Oppsummering for beregning av KPI ØKO6.1

ØKO6.1	Investeringskostnader
Formål	Økonomisk bærekraft vil være viktig når flere ZEN kommer på markedet, hvor byggherrer og investorer må utvikle en forretningssak for å gjøre en samling av bygninger om til et ZEN, som vil kunne føre til høyere forskuddsbetalte kostnader med investeringer i energi, oppvarming, lagringssystemer og materialkostnader. Denne indikatoren omfatter disse investeringskostnadene.
Beskrivelse	Investeringskostnader innebærer utbyggingskostnader (A1-A5) og kostnaden av eiendeler eller gjenstander som er kjøpt eller implementert med sikte på å forbedre karbonutslippene i et ZEN.
Metode	Investeringskostnadene beregnes i henhold til <i>NS-EN 16627</i> og <i>NS 3453:2016 Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt</i> for ZEN og et referanseprosjekt (R), se Tabell 54. Resultatene oppgis i NOK og NOK/m ² BTA/år. 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 investeringskostnader for eksisterende områder med mindre det blir gjort endringer i disse områdene. I så fall skal kostnadene forbundet med endringene tas med.
Oppnåelige poeng	1 poeng
ZEN KPI-vurdering	1 poeng for å beregne investeringskostnader (A1-A5) for hele ZEN området (ZEN) og et referanseprosjekt (R).
Beste praksis	- Identifisere lavpris materialer og teknologier med lave klimagassutslipp

Tabell 54. Spesifikasjon av konstruksjonskostnader (A1-A5) NS 3453:2016 (66)

	Kostnadstype	Referanseprosjekt (R)	ZEN
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)		

	Kostnadstype	Referanseprosjekt (R)	ZEN
01–12	Kostnadsramme		
13	Prisregulering (inkl. MVA)		
01–13	SUM		

7.1.2 ØKO6.2 Driftskostnader

Denne indikatoren inkluderer årlige driftskostnader, se Tabell 55. Driftskostnader ses fra byggherrens perspektiv. Driftskostnader bør inkludere livsløpsmoduler B1 til B6. Denne nøkkelindikatoren vil vurderes både på bygg- og områdenivå.

Tabell 55. Oppsummering for beregning av KPI ØKO6.2

ØKO6.2	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, som vil kunne føre til høyere forskuddsbetalte kostnader med investeringer i energi, oppvarming, lagringssystemer og høyere materialkostnader, men disse vil sannsynligvis balanseres ut med lavere driftskostnader i driftsfasen. Denne indikatoren fanger opp disse driftskostnadene.
Beskrivelse	Driftskostnader refererer til investeringsrelaterte 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-EN 16627</i> for livsløpsmoduler B1-B6 for ZEN området (ZEN) og et referanseprosjekt (R). Resultatene oppgis i NOK og NOK/m ² 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	1 poeng
ZEN KPI-vurdering	1 poeng for beregning av driftskostnader for hele ZEN området (ZEN) inkludert bygninger og infrastruktur og et referanseprosjekt (R).
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Energieffektive bygninger med lave driftskostnader – Robuste materialer med lange levetider som trenger færre utskiftninger – Oppfyller EU taksonomi krav

7.1.3 ØKO6.3 Restverdi

Denne nøkkelindikatoren fokuserer på restverdi ved endt levetid av området, inkludert endt levetid av bygninger og infrastruktur, se Tabell 56. Denne nøkkelindikatoren fremhever sirkulær-økonomiske verdier av området ved å dokumentere restverdi.

Tabell 56. Oppsummering for beregning av KPI ØKO6.3

ØKO 6.3	Restverdi
Formål	Å dokumentere restverdi ved endt levetid av området, bygninger og infrastruktur for å redusere klimagassutslipp i sluttfasen (C1-C4).
Beskrivelse	Restverdi refererer til verdi av eiendeler eller gjenstander innenfor området som kan ombrukes/gjenbrukes eller resirkuleres ved endt levetid.
Metode	Restverdi er beregnet i henhold til <i>NS-EN 16627</i> for ZEN og et referanseprosjekt (R) for livsløpsmoduler C1-C4 og D. Resultatene er rapportert i NOK og NOK/m ² BTA/år. Referanseprosjektet skal representere dagens situasjon.
Oppnåelige poeng	1 poeng
ZEN KPI-vurdering	1 poeng for å beregne restverdi for C1-C4, D for hele området (ZEN) og et referanseprosjekt (R)
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> - Velge materialer og komponenter som kan lett demonteres - Velge materialer og komponenter som kan ombrukes/gjenbrukes - Velge materialer og komponenter som kan resirkuleres - Lage digital tvilling av ZEN området med materialepass

Sosio-miljø

7.1.4 ØKO6.4 Delingsøkonomi

Denne nøkkelindikatoren legger til rette for en delingsøkonomi i nullutslippsområdet gjennom proaktive tiltak, se Tabell 57. Investeringer er gjennomført for å legge til rette for en delingsøkonomi. Sambruk kan redusere klimagassutslipp knyttet til arealbruk, øke arealutnyttelse, mens ressursdeling og deleløsninger vil redusere klimagassutslipp fra brukerne i driftsfasen. Fordelen fra en delingsøkonomi inkluderer:

- Tilgang til økonomiske muligheter for alle involverte,
- Å bygge tillit blant deltagere og lokalsamfunn,
- Lavere eierskap og vedlikeholdskostnader,
- Økt valg av mangfold av varer og tjenester,
- Inntektspotensial for leverandører,
- Bærekraftig alternativ som reduserer avfall og miljøpåvirkninger,
- Delte ressurser og kunnskap.

Tabell 57. Oppsummering for beregning av KPI ØKO6.4

ØKO 6.4	Delingsøkonomi
Formål	Å legge til rette for en delingsøkonomi i nullutslippsområdet.
Beskrivelse	Investeringer er gjennomført for å legge til rette for en delingsøkonomi. Sambruk vil redusere klimagassutslipp knyttet til arealbruk, mens ressursdeling og deleløsninger vil redusere klimagassutslipp fra brukerne i driftsfasen.
Metode	Dokumentasjon på at en delt ressurs eller tjeneste er iverksatt i nullutslippsområdet. Ressursen eller tjenesten bør dimensjoneres i henhold til antall brukere, og det bør også beregnes klimagassbesparelse fra å iverksette tiltaket. Se beste praksis for eksempler på tiltak.
Oppnåelige poeng	3 poeng
ZEN KPI-vurdering	1 poeng for mobilitetsdeling tiltak iverksatt 1 poeng for kollektive tjenester iverksatt 1 poeng for fellesrom og delte utstyr iverksatt

ØKO 6.4	Delingsøkonomi
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Mobilitetsdeling: elektriske biler, elektriske sykler og samkjøring – Kollektive tjenester: kantine, kjøretøylading, fornybare energisystemer – Fellesrom: vaskerom, kontorer, treningsstudio, verksted, bod, gjesteleiligheter – Delt utstyr: hageredskap, kjøkkenutstyr, elektroverktøy, sportsutstyr, smørebod til ski – Kolonihage – - Digital app som muliggjøre deling



Figur 41. Eksempler på delingsøkonomi fra ZEN piloter (Fotografer fra Bærum kommune og NTNU).

Figur 41 viser eksempler på delingsøkonomi fra ZEN pilotområder inkludert kolonihage på Flytårnet i Bærum, og fellesverksteder på NTNU. I tillegg har skolen på Ydalir vært brukt som samfunnshus og Ydalir Torg skal ha felles gjesteleilighet og et felles solcellesystem på fellesgarasje for lading av elbiler.

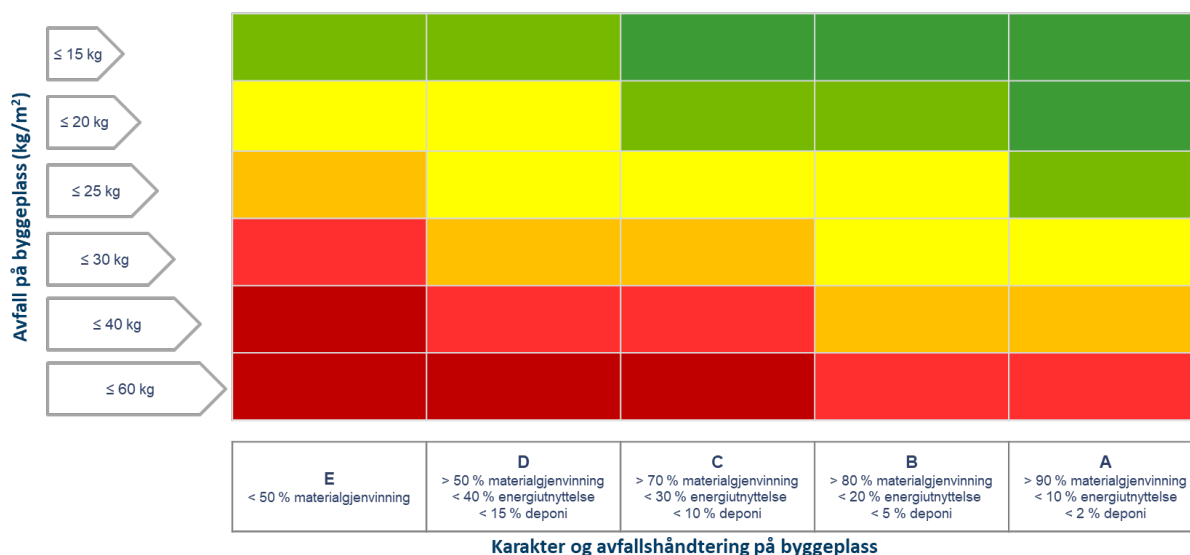
7.1.5 ØKO6.5 Bærekraftige materialer

Denne nøkkelindikatoren ser nærmere på bærekraftig innkjøp av materialer for å redusere miljøpåvirkninger fra anskaffelse, se Tabell 58. Det sikrer at påvirkninger fra materialer ikke er flyttet over til andre miljøpåvirkningskategorier enn klimagassutslipp. Krav om materialanskaffelse kan skrives i kontrakter. Omfang skal tilsvare materialinventarlistene brukt i klimagassberegninger i klimagasskategorien.

Tabell 58. Oppsummering for beregning av KPI ØKO6.5

ØKO 6.5	Bærekraftige materialer
Formål	Å benytte bærekraftige materialer og redusere klimagassutslipp fra anskaffelse.
Beskrivelse	Denne nøkkelindikatoren fokuserer på hvordan sentrale byggevarer (for eksempel tre, betong, stål, aluminium, kjemikalier, plast, og gummi) er anskaffet for å redusere klimagassutslipp, redusere avfall og for å unngå å skifte problemet til andre miljøpåvirkninger enn klimagassutslipp.
Metode	<ul style="list-style-type: none"> – Tre- og trebaserte produkter kommer fra skog forvaltet i forhold til bærekraftig skogforvaltningsprinsipper som sertifisert av FSC eller PEF – Minimum 70% av betong skal være lav karbon betong klasse A eller bedre – Minimum 75% resirkulert stål/aluminium innhold – Ingen farlige stoffer av Substances of Very High Concern (SVHC) som står på EUs REACH-kandidatliste eller på den norske prioritetslista – Ingen syntetisk plast eller gummi overflater på lekeplasser eller utendørsområder f.eks. kunstgress, matter, fliser, fibre, flis og granulat. – Mengde avfall og avfallshåndtering oppnår minimum grønt nivå fra Figur 42.
Oppnåelige poeng	2 poeng

ØKO 6.5	Bærekraftige materialer
ZEN KPI-vurdering	1 poeng hvis alle materialekrav er oppfylt 1 poeng hvis avfallskrav er oppfylt
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Benytte forhåndsvurderte produkter fra Svanemerket, EU-blomsten, SINTEF Teknisk Godkjenning, SINTEF Miljøsertifikat – Bruk ECoProduct for å identifisere 'grønn' miljøindikatoren for helse og miljøfarlige stoffer – Følge BREEAM-NOR MAT03 Ansvarlig innkjøp av materialer – Bruk tre- og trebaserte produkter fra bærekraftige forvaltet skog – Bruk lav karbon betong klasse A eller bedre hvor mulig – Bruk metaller med høyt resirkulert innhold – Ombruke eller resirkulere byggeavfall og riveavfall – Ikke bruk farlige stoffer fra EUs REACH-kandidatliste – Ikke bruk syntetisk plast eller gummi overflater



Figur 42. Trinnvis tilnærming til avfallsreduksjon og avfallshåndtering (67)

7.1.6 ØKO6.6 Sirkularitet

Denne nøkkelindikatoren ser nærmere på hvilke sirkulære tiltak som implementeres for å sikre reduksjon og kompensasjon av klimagassutslipp fra bevaring av eksisterende bygninger og infrastruktur (for eksempel fra bevaring og rehabilitering) samt materialer (for eksempel fra ombruk og resirkulering), se Tabell 59. Det er i tillegg en sosio-miljøverdi å bevare historiske bygninger og kulturarv. Bevaring av grønne kvaliteter er håndtert under byform og arealbruk kategorien. Omfanget tilsvarer alle eksisterende bygninger, infrastruktur og materialer innenfor området, og materialinventarlistene fra klimagassberegningene i klimagasskategorien kan brukes.

Tabell 59. Oppsummering for beregning av KPI ØKO6.6

ØKO 6.6	Sirkularitet
Formål	Å sikre at sirkulære tiltak er iverksatt for å sikre reduksjon og kompensasjon av klimagassutslipp fra bevaring av eksisterende bygninger, infrastruktur og materialer innenfor ZEN.

Beskrivelse	Klimagassutslippsreduksjoner og kompensering kan oppnås ved å bevare eksisterende bygninger, infrastruktur og materialer.
Metode	Ombrukskartlegging for å kartlegge og identifisere eksisterende egenskaper som egner seg for bevaring og rehabilitering for eksempel bygninger, infrastruktur og materialer. Følg Grønn Byggallianses 'tenk deg om før du river' prinsipper (68). Kartlegge ombrukbarhet og gjenvinningspotensiale av materialer og komponenter innenfor området for eksempel ved å følge FutureBuilts sirkularitetsindeks.
Oppnåelige poeng	2 poeng
ZEN KPI-vurdering	1 poeng for å gjennomføre ombrukskartlegging av området og identifisere egenskaper som egner seg for bevaring og rehabilitering. 1 poeng for å dokumentere ombrukbarhet og gjenvinningspotensiale av materialer og komponenter innenfor området, for eksempel ved å følge FutureBuilts sirkularitetsindeks.
Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Følg Grønn Byggallianses «tenk deg om før du river prinsipper» – Gjennomføre ombrukskartlegging av området – Kartlegge ombrukbarhet og gjenvinningspotensiale av materialer og komponenter

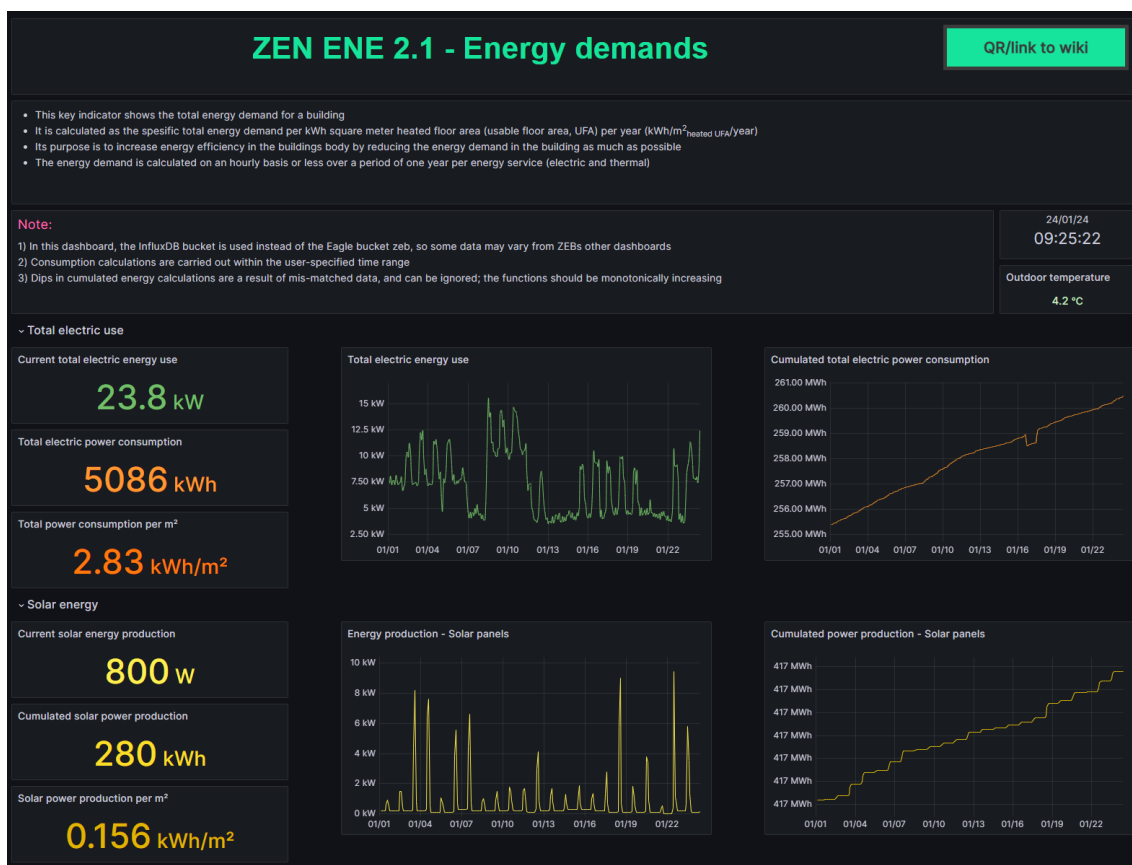
7.1.7 ØKO6.7 Miljøbevissthet

Denne nøkkelindikatoren fanger graden av miljøbevissthet, fra prosjekteiere, planmyndigheter, og utviklere til brukerne (driftsledere og beboere) i forhold til klimagassutslipps- reduksjon og kompensasjon, se Tabell 60. Miljøbevissthet sikrer at nullutslippskunnskap er overført ved overlevering. Denne nøkkelindikatoren gjelder implementerings- og driftsfasen.

Tabell 60. Oppsummering for beregning av KPI ØKO6.7

ØKO 6.7	Miljøbevissthet
Formål	Å sikre at material- og energiltak iverksatt i området er brukt som tiltenkt for å sikre at reduksjon i klimagassutslipp er oppnådd.
Beskrivelse	Miljøbevissthet refererer til miljø oppmerksomhet, kunnskap, interesse og vilje hos brukerne når det gjelder bærekraft. Miljøbevisstheten vil reflekteres i brukernes holdning og atferd og fører til at brukerne engasjerer seg i aktiviteter for å redusere forbruk og kompensere for klimagassutslipp i området.
Metode	Veileder om hvordan man bruke ZEN ved overlevering som inkluderer informasjon om forvaltning, drift og vedlikehold. Område dashboard hvor brukere kan overvåke egen energibruk, se Figur 43.
Oppnåelige poeng	2 poeng
ZEN KPI-vurdering	1 poeng for å forberede og overlevere en ZEN-veileder til brukerne ved overlevering med nyttig informasjon om forvaltning, drift og vedlikehold av ZEN-egenskaper som for eksempel om PV-systemet, materialpass, smarte energisystemer osv. 1 poeng for å etablere og iverksette et ZEN dashboard for overvåking og oppfølging av klimagassutslipp fra energibruk

ØKO 6.7	Miljøbevissthet
– Beste praksis	<ul style="list-style-type: none"> – Lokal kompetanseheving innen bærekraft – Veileder om ZEN området – Dashboard for å overvåke klimagassutslipp fra energibruk



Figur 43. Eksempel dashboard for overvåking og oppfølging av klimagassutslipp fra energibruk fra ZEB LAB (69)

Kriteriet miljø-økonomi

Dette kriteriet bør beregnes for et referanse (R) og et ZEN (Z) scenario. Referansescenarioet (R) bør gjenspeile dagens praksis. ZEN scenarioet kan inkludere ulike tiltak, som for eksempel valg av energisystem, byggemåte eller materialer. Resultatene fra dette vurderingskriteriet kan brukes i kommunikasjon og formidling av ZEN med eksempler på beste praksis.

7.1.8 ØKO6.8 Kostnad av klimagassutslipp spart

Denne nøkkelindikatoren evaluerer økonomisk effektivitet av ulike klimagassreducerende tiltak i et ZEN område ved å beregne kostnad av utslippsreducerende tiltak, se Tabell 61.


KPIen Kostnad av klimagassutslipp spart viser kostand eller gevinst for å implementere ulike nullutslippstrategier. En lavere eller negativ verdi viser høyere økonomisk effektivitet, noe som betyr at man trenger færre økonomiske ressurser for å oppnå en gitt reduksjon i klimagassutslipp. Denne nøkkelindikatoren kan hjelpe beslutningstagere til å redusere risiko og ta informerte valg over hvilke nullutslippstrategier å implementere, etter å ha vurdert både miljømessige og økonomiske konsekvenser. Poenggivning for denne indikatoren er basert på følgende:

- **Netto nåverdi (NNV)** oppsummerer ØKO6.1 Investeringskostnader, ØKO6.2 Driftskostnader og ØKO6.3 Restverdi. 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 (70) vurderes en forhåndsdefinert diskonteringsrente på 4 prosent.
- **Årlige kostnader (AK)** 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 (TT)** 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.

Tabell 61. Oppsummering for beregning av KPI ØKO6.8

ØKO 6.8	Kostnad av klimagassutslipp spart
Formål	Å gi oversikt over økonomisk effektivitet av ulike ZEN tiltak.
Beskrivelse	Kostnad av klimagassutslipp spart er definert som kostnad fra utslippsreducerende tiltak. Det er en forutsetning at følgende indikatorer er beregnet for ZEN sammenlignet med en referanse (R): <ul style="list-style-type: none"> • Netto nåverdi (NNV) • Årlige kostnader (AK) • Tilbakebetalingstid (TT) • Kostnad av klimagassutslipp spart Se Tabell 62 for eksempel.
Metode	Beregn NNV (NOK), AK (NOK), og TT (år) samt kostnad av klimagassutslipp spart (NOK/tCO _{2e}) for ulike ZEN investeringer sammenlignet med en referanse.
Oppnåelige poeng	8 poeng
ZEN KPI-vurdering	1 poeng for beregning av NNV, AK, TT og kostnad av klimagassutslipp spart for en material-basert ZEN tiltak 1 poeng for beregning av NNV, AK, TT og kostnad av klimagassutslipp spart for en energi-basert ZEN tiltak 1 poeng for beregning av NNV, AK, TT og kostnad av klimagassutslipp spart for en mobilitet-basert ZEN tiltak 1 poeng for beregning av NNV, AK, TT og kostnad av klimagassutslipp spart for en arealeffektivitet-basert ZEN tiltak 4 poeng for andre dokumenterte ZEN tiltak (ett poeng per tiltak)
Beste praksis	– Se eksempler for beste praksis i andre KPI kategorier.

Tabell 62. Eksempel på rapportering av ØKO6.8 Kostnad av klimagassutslipp spart

Prosjekt	Ydalir Torg, Elverum
År	2022
Prosjektfase	Implementering
ZEN tiltak	Passivhus
Beskrivelse	Å oppfylle passivhus-krav for to rekkehus med trekonstruksjoner istedenfor å bygge i forhold til Byggeteknisk forskrift (TEK17). Kostnadsberegninger og klimagassutslippberegninger inkluderer merinvesteringskostnad og tilhørende klimagassutslipp fra økte nivåer av isolasjon og reduserte energikostnader og klimagassutslipp fra mindre varmetap i driftsfasen. Se ZEN rapport nr. 43 og Wiik et al. (71,72).
Bilde	
Netto nåverdi	TEK scenario: 4,5 – 4,7 million kr/rekkehus Passivhus scenario: 4,8 million kr/rekkehus
Årlige kostnader	TEK scenario: 202 - 207 kkr/rekkehus Passivhus scenario: 213 - 215 kkr/rekkehus
Kostnad av klimagassutslipp spart	Besparelse: - 46 019 NOK/ t CO ₂ e
Tilbakebetalingsperiode	8 år

8 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 MRK, Fjellheim K, Vandervaeren C, Lien SK, Meland S, Nordstrom T, et al. Zero Emission Neighbourhoods In Smart Cities. Definition, Assessment Criteria and Key Performance Indicators: Version 4.0. English. Oslo, Norway: SINTEF Academic Press; 2022.
5. 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
6. 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
7. Wiik MRK, Homaei S, Lien SK, Fjellheim K, Vandervaeren C, Fufa SM, et al. The ZEN Definition. A Guideline for the ZEN Pilot Areas. Version 3.0. Oslo, Norway: SINTEF Academic Press; 2022. Report No.: 44.
8. 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.
9. NS 3451: 2009. Bygningsdelstabell / table of building elements. Oslo, Norway: Standard Norge; 2009.
10. NS 3457-3: 2013. Klassifikasjon av byggverk – del 3 bygningstyper. Oslo: Standard Norge; 2013.
11. NS 3940. Areal- og volumberegninger av bygninger / Calculation of areas and volumes of buildings. Standards Norway, Oslo, Norway.; 2012.
12. Direktoratet for byggkvalitet. Byggteknisk forskrift (TEK17) [Internet]. 2017. Available from: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>

13. European Commission. Taxonomy regulation delegated act 2021-2800. Annex 1. 2021.
14. 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>
15. 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.
16. FutureBuilt [Internet]. [cited 2021 Nov 2]. FutureBuilt kvalitetskriterier. Available from: <https://www.futurebuilt.no/FutureBuilt-kvalitetskriterier#!/FutureBuilt-kvalitetskriterier>
17. 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.
18. 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.).
19. 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.
20. NS 3720. Metode for klimagassberegninger for bygninger / Method for greenhouse gas calculations for buildings. 2018;
21. Bks 700.320 intervaller for vedlikehold og utskiftninger av bygningsdeler. Oslo: SINTEF Academic Press; 2010.
22. Norsk Gjenvinning. Avfallstyper [Internet]. online; 2018. Available from: <https://www.norskgjenvinning.no/tjenester/avfallstyper/>
23. Fufa SM et al. Avfallsfri byggeplass og byggeprosess. Definisjon, forslag til merkeordning og nøkkelindikatorer. Versjon 1.0. forthcoming.
24. 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.
25. 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.
26. ASKO. ASKOs drivstoffhierarkiet. Våre prioriteringer. 2017.
27. Norsk Fjernvarme. Fjernkontrollen [Internet]. 2021. Available from: <https://www.fjernkontrollen.no/>
28. SINTEF Energimodul [Internet]. [cited 2023 Oct 5]. Available from: <https://mobilitet.sintef.no/energimodul/>

29. European Commission. Waste Framework Directive [Internet]. Available from: https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive_en
30. 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.
31. SN-NSPEK 3031:2021 SN. Bygningers energiytelse — Beregning av energibehov og energiforsyning. 2020.
32. TEK 17. The Norwegian building regulations (Byggteknisk forskrift, TEK 17). <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/9/9-8/>. 2017;
33. NS 3700. Criteria for passive houses and low energy buildings - Residential buildings (in Norwegian). 2013;
34. NS 3701. Criteria for passive houses and low energy buildings - Non-residential buildings (in Norwegian). 2012;
35. Andresen I, Dokka TH, Lassen N, Selvig E, Stoknes S, Hay NH. FutureBuilt nZEB - kriterier for nær-nullenergibygg. FutureBuilt; 2023.
36. Standard Norge SN/K 034. NS-EN ISO 52000:2017 Energy performance of buildings - Overarching EPB assessment. 2017.
37. 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).
38. 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/
39. Miljøverndepartementet. Kommunal planstrategi [Internet]. regjeringen.no; 2011 Dec [cited 2021 Nov 30]. Available from: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/kommunal-planstrategi/id652436/>
40. 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.
41. 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
42. 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.
43. 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;

44. Nordström T, Manum B, Rokseth L, Green S. ZEN Spatial Indicators: Evaluation of Bodø-vest. 2020;36.
45. 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.
46. Nordström T, Manum B, Rokseth L, Green S. ZEN Spatial Indicators: Evaluation of kommunedelplan 3 (KDP 3) for Fornebu. :60.
47. 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>
48. Stavroulaki G, Koch D, Legeby A, Marcus L, Ståhle A, Berghauser Pont M. Documentation Place Syntax Tool. 2019.
49. 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.
50. 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>
51. Claesson S, Ståhle A, Kleberg HL, Nordström T, Hernbäck J, Rydell M, et al. Värdeskapande Stadsutveckling. Värdering av stadsqualiteter för bostäder, kontor och handel i Göteborgsregionen. 2016.
52. Brand S. How buildings learn : what happens after they're built. Rev. ed. London: Phoenix; 1997.
53. Gehl J, Kaefer L, Reigstad S. Close encounters with buildings. Urban Int. 2006;11:29–47.
54. Hillier B. Space is the machine: A configurational theory of architecture. Cambridge: Cambridge University Press; 1996.
55. 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>
56. 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>
57. Stavroulaki I, Berghauser M. A systematic review of multifunctional streets. Sweden: Chalmers University; 2020.
58. CROW. Design manual for bicycle traffic. The Netherlands; 2007.
59. NACTO. Global street design. 2016.
60. 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.

61. 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.
62. Saulters O. Advancing Green Sustainable Environmentally Preferable Purchasing as a Strategic Process for Improved Partnerships & More Resilient Campus Community. 2012.
63. NS-EN 16627: 2015. Sustainability of construction works - assessment of economic performance of buildings - calculation methods. Oslo, Norway: Standard Norway; 2015.
64. ISO 15686-5. Building and construction assets - service life planning. Part 5: Life-cycle costing. Switzerland: International Standard Organisation; 2017.
65. Norconsult Informasjonssystemer AS, Bygghanalyse AS. Norsk prisbok [Internet]. Sandvika: Norconsult Informasjonssystemer AS; 2017. Available from: <http://www.norskprisbok.no/Home.aspx>
66. Standard Norge. NS 3453: 2016 Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt. Oslo, Norway: Standard Norge; 2016 p. 15. Report No.: NS 3453.
67. Fufa SM, Fjellheim K, Gonzalez P, Magerøy K. Merkeordning for avfall i byggeprosjekter. Definisjon og nøkkelindikatorer. Versjon 1 [Internet]. Oslo, Norway: SINTEF; 2022 [cited 2024 Jan 23] p. 15. Report No.: 46. Available from: https://www.sintefbok.no/book/index/1348/merkeordning_for_avfall_i_byggeprosjekter_definisjon_og_noekkelindikatorer_versjon_1
68. Grønn Byggallianse. Tenk deg om før du river. Tips for å gjennomføre et vellykket byggeprosjekt uten å rive. Oslo: Grønn Byggallianse,; 2019.
69. Dashboards - Grafana [Internet]. [cited 2024 Jan 24]. Available from: <https://zeblab.sintef.no/grafana/dashboards>
70. Difi. Tidlig LCC <https://tidliglcc.difi.no/>. 2010.
71. Wiik MRK, Schneider-Marin P, Fernandez IG, Winsvold J, Rosochacki L, Nørstebøen S, et al. Teori møter praksis - er miljøriktige bygg økonomisk gjennomførbare? Scenarioanalyse av konstruksjonsvalg på Ydalir. Oslo, Norway: SINTEF Academic Press; 2022 p. 50.
72. Wiik MK, González-Fernández I, Schneider-Marin P. A holistic sustainability assessment of a zero-emission development in Norway. In Aalborg, Denmark: IOP Conference Series; 2023. (IOP Journal of Physics: Conference Series).



VISION:

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



Research Centre on
ZERO EMISSION
NEIGHBOURHOODS
IN SMART CITIES



<https://fmezen.no>