



Research Centre on
ZERO EMISSION
NEIGHBOURHOODS
IN SMART CITIES

ÅRSRAPPORT 2023



Anne-Lise Aakervik, Ann Kristin Kvellheim, Brynjar Fredus Svarva.



VISJON:
«Å utvikle
nullutslippsnabolag (ZEN):
En samling bygninger
med netto null utslipp
av klimagasser i løpet
av sin livssyklus»



Research Centre on
ZERO EMISSION
NEIGHBOURHOODS
IN SMART CITIES

ZEN RAPPORT No. 57

Redaktører: Anne-Lise Aakervik (NTNU), Brynjar Fredus Svarva (NTNU), Ann Kristin Kvellheim (SINTEF)

Årsrapport 2023

Forsidebilde: Campus Evenstad, med ZEB -COM bygget og hestehodet. Foto; Anne-Lise Aakervik.

Foto s: 6, 22,24,32,38,52,82 Thor Nielsen.

Foto s: 10, 41, 44, 45-46, 57 Werner Juvik.

ISBN 978-82-536-1834-0 (pdf)
978-82-536-1835-7 (trykt)

Norges teknisk naturvitenskapelige universitet (NTNU) | www.ntnu.no
SINTEF Community | www.SINTEF.no/community

<https://fmezen.no>

INNHOOLD

Mulighetene ligger foran oss	4
Del 1: ZEN i 2023	7
Advancing Innovation in FME ZEN: Reflecting on 2023	8
Organisasjonskart FME ZEN	9
Våre partnere	11
Våre laboratorier	12
International Cooperation at the ZEN Research Centre – 2023	13
Del 2: Forskning i ZEN	14
AP 1: Analytisk rammeverk for planlegging av nullutslippsområder (ZEN)	16
Regneregler for utslipp knyttet til strøm	18
<i>Calculation Rules for Emissions Related to Electricity in ZEN (Zero Emission Areas)</i>	19
Kriterier for sirkulære bygg – kartlegging av bransjestandard	20
<i>Criteria for Circular Buildings – Mapping Industry Standards</i>	21
PhD-intervju: Tanja Scheffer	22
Forskerintervju: Jan Sandstad Næss, Førsteamanuensis, Institutt for arkitektur og teknologi, NTNU	24
AP 2: Politiske virkemidler, innovasjon og forretningsmodeller	26
Nabolag kan tjene penger på å stanse elbil-ladingen i 30 sekunder	28
<i>Neighborhoods can make money by stopping EV charging for 30 seconds</i>	29
Hvordan overkomme barrierer i ambisiøse prosjekter	30
<i>Barriers and good practices in ambitious projects</i>	31
PhD-intervju: Giulia Vergerio	32
AP 3: Fleksible og energieffektive bygninger	34
Hvordan få fart på oppgradering av eksisterende yrkesbygg gjennom kostnadsanalyser.	36
<i>Cost-benefit life cycle analysis of upgrading measures in existing non-residential buildings towards a zero-emission target.</i> ..	37
Forskerintervju: Johannes Brozovsky, Forsker, SINTEF Community	38
AP 4: Energifleksible områder	40
Elbilladning i norske hjem	42
<i>Electric Vehicle Charging in Norwegian Homes</i>	43
PhD-intervju: Åse Lekang Sørensen	44
Forskerintervju: Harald Taxt Walnum, Forsker, SINTEF Community	46
AP 5: Optimalisering av områders energisystem	48
Energieffektivisering, fjernvarme og varmepumper for redusert kraftbehov	50
<i>Energy efficiency, district heating and heat pumps to reduce power demand</i>	51
PhD-intervju: Kasper Emil Thorvaldsen	52
AP 6: Pilotområder og living Labs	54
Perspektiver på planlegging av Nyhavna	56
<i>Perspectives on planning Nyhavna</i>	57
Geo-referert analyse av bygningsmasse som grunnlag for lokale tiltak innen energi og klimaavbøtende strategier	58
<i>Geo-referenced building stock analysis as a basis for local-level energy and climate mitigation strategies</i>	59
Forskerintervju: Shabnam Homaei, Forsker, SINTEF Community	60
Del 3: Pilotområder og partnersamarbeid	62
Betong med karbonfangst – Realisering av Soria Moria	64
Statsbygg: I front med lokal fornybar energi – erfaringer fra uttesting av nye teknologiske miljøløsninger i Statsbygg	68
Siste scener fra et partnerskap	70
Partnerprat	72
Del 4: Kommunikasjon og formidling i FME ZEN 2023	76
Kommunikasjons- og formidlingsaktiviteter i tall 2023	81
Fullt hus og god stemning på Arendalsuka	82
Del 5: Appendix	85
Personale	86
Økonomistatus	91
Publikasjoner i 2023	93

MULIGHETENE LIGGER FORAN OSS



Tonje Frydenlund
styreleder
FME ZEN,
Snøhetta

I oktober 2023 lanserte regjeringen en ny Handlingsplan for energieffektivisering. Handlingsplanen er vesentlig for å stake ut kursen når fossile energikilder skal fases ut og Norge skal oppnå målet om å bli et lavutslippssamfunn i 2050.

FME ZEN ga i forkant av handlingsplanen til regjeringen ut en forskningsrapport som peker på at energieffektivisering av bygg kan gi en trippelgevinst for Norge. Studien pekte på at det er mulig å spare hele 13 TWh strøm innen 2030 og 42 TWh strøm innen 2050 på å gjøre eksisterende bygg og nybygg mer energieffektive. 42 TWh tilsvarer en halvering av energibruken i bygningsmassen og innebærer at man kan spare strømproduksjonen til ca. 3 400 store vindmøller. Dersom man klarer å realisere energieffektivisering i et slikt omfang kan energieffektivisering av bygg bidra som Norges største «kraftverk».

En helt sentral del av energieffektivisering er å identifisere og gjøre tiltak som begrenser unødvendig energiforbruk. Dette kan omfatte alt fra å forbedre isolasjonen i bygninger for å redusere varmetap, til å investere i mer energieffektiv teknologi, apparater og utstyr. Ved å gjennomføre slike tiltak kan bygg redusere sitt energiforbruk betydelig, og med det oppnå en vesentlig reduksjon av klimagasser.

Energieffektivisering handler imidlertid ikke bare om å redusere forbruket, men også om å optimalisere bruken av tilgjengelige energiresurser. Dette kan oppnås gjennom en kombinasjon av teknologiske fremskritt, politiske insentiver og generell bevisstgjøring av forbrukerne. I tillegg til å redusere kostnader og miljøpåvirkning, kan energieffektivisering

også bidra til å øke energisikkerheten. Ved å diversifisere energiforsyningen og redusere avhengigheten av fossile energikilder, kan nullutslippsområder redusere sårbarheten overfor energiprisvolatilitet og geopolitiske risikoer knyttet til energiforsyning.

Den mest miljøvennlige energien er den som aldri brukes. Energieffektivisering, energiforsyning basert på fornybar energi, samt smart styring av energiflyt i bygg og mellom bygg er en helt vesentlig del av hvordan vi kan oppnå nullutslippsområder. Dette kan FME ZEN forsknings-senteret mye om.

Hovedformålet i ZEN-definisjonen er å oppnå nullutslippsområder (nZEN). For å oppnå netto nullutslippsområder gjelder det først å redusere klimagassutslippene mot null og deretter gjøre kompenserte tiltak for de gjenværende utslippene. Reduserende tiltak kan for eksempel være å velge lokalt tilgjengelige materialer med lavere klimagassutslipp, energieffektivisering og valg av fornybare energikilder, tilrettelegge for grønn mobilitet og delingsøkonomi, samt å planlegge plassering og drifting av bygg for varierte lave klimagassutslipp. Kompensering kan oppnås gjennom for eksempel lokal fornybar energiproduksjon som kan ta imot overskuddsenergi, karbonlagring eller ombruk og gjenbruk av bygninger og materialer.

I et nullutslipps-nabolag er bærekraft og miljøbevissthet integrert i alle aspekter av utformingen og driften. Nullutslipps-nabolag er et fremtidsrettet samfunn hvor beboernes livsstil og daglige aktiviteter bidrar til lave klimagassutslipp. Se for deg et slikt nabolag:

Alle bygningene har solcellepaneler for produksjon av strøm og varmepumpe for produksjon av varme. Området har geotermiske energibrønner, og de fornybare energikildene gir mer en nok strøm til både boliger og fellesområder. Overskuddsstrømmen deles mellom byggene, lagres i batterier, eller leveres tilbake til det lokale nettet.

Byggene er utformet for optimalisering av energiproduksjon, samt etter passive designprinsipper og de er svært energieffektive. Bygningene har god isolasjon, vinduer som sikrer godt daglysinnslipp og naturlig ventilasjon som reduserer behovet for oppvarming og kjøling, og holder energiforbruket lavt.

Kollektivtrafikk og biltrafikken i nabolaget er elektrifisert. Det er bildelingsstasjoner og ladestasjoner for elbiler koblet til byggenes energiproduksjon. Sykkelparkering er lett tilgjengelig. Gater og gangveier er utformet for å fremme sykling og gåing, og offentlig transport går presis, regelmessig og ofte.

Nabolaget har grønne parker, hager og fellesområder som felles boltreplasser med rikt og variert biologisk mangfold og et estetisk og helsefremmende miljø. Noen boliger har takhager eller grønne tak og vegger og det oppmuntres til lokal matproduksjon gjennom urbane landbruksinitiativer og felles dyrkingsprosjekter.

Avfallshåndteringssystemet er omfattende og inkluderer resirkuleringsmuligheter for papir, plast, glass og organisk avfall. Det oppfordres til å redusere avfallsmengden gjennom gjenbruk og kompostering. Gjenbruksstasjonen og lånestasjoner er sentral i fellesområdene.

Nabolaget har smarte målere og infrastruktur for å overvåke og optimalisere energiforbruket. Dette inkluderer intelligent belysning, oppvarmingssystemer og vannforvaltningssystemer som tilpasses beboernes behov og bidrar til å redusere ressursbruk og utslipp. Styrings-systemene er prediktive og justeres etter værforhold.

Beboerne i nabolaget trives godt og er engasjert i fellesskapets miljøinitiativer og de tar bevisste valg for å redusere sitt eget klimagassavtrykk. Det arrangeres regelmessige workshops, kurs og arrangementer for å fremme bevissthet om bærekraftige livsstil.

Samlet sett spiller nullutslippsområder en viktig rolle i å adressere klimændringer, bevare miljøet, forbedre helsen og fremme bærekraftig utvikling. Disse områdene representerer et viktig skritt mot en mer bærekraftig og levedyktig fremtid. Kunne du tenke deg å bo i et slikt nabolag?

Vi er nå inne i det siste og avsluttende året av forskningscenterets prosjektperiode og fokus er på oppsummering, konklusjoner og praktisk anvendelse. Arbeidet vårt gjennom disse 8 årene i FME ZEN senteret er avgjørende for å endre praksis og oppnå målet om nullutslippssamfunnet innen 2050.

I sum representerer et nullutslipps-samfunn et ambisiøst, men nødvendig skifte mot en mer bærekraftig og motstandsdyktig fremtid. Dette handler om fremtidens Norge – om hvordan vi skal skape verdier, kutte utslipp, leve mer bærekraftig og ta vare på naturen. Mulighetene ligger foran oss!

Styret

Tonje Værdal Frydenlund, styreleder
Anders Fylling, Statsbygg
Anna-Thekla Tonjer, Elverum vekst
Jørgen Nordahl, Statkraft
Leif Øie, GK
Sigrid Strand-Hanssen, Asplan Viak
Marianne Skjulhaug, NTNU,
t.o.m juni-23
Sara Brinch, NTNU, f.o.m. juli-23.
Siri Hunnes Blakstad, SINTEF

Energieffektivisering kan oppnås gjennom en kombinasjon av teknologiske fremskritt, politiske insentiver og generell bevisstgjøring av forbrukerne

BYGG OG OMRÅDER KAN BIDRA TIL Å LØSE STORE SAMFUNNS-UTFORDRINGER

Renteøkninger og dyrtid har ført til bråstopp i boligbyggingen, pessimisme og permitteringer i byggebransjen. Samtidig peker stadig flere rapporter på at bygg og områder er viktig for å løse store samfunnsutfordringer knyttet til forsyningsikkerhet og klimagassutslipp (Energikommisjonens rapport, Regjeringens Handlingsplan for energieffektivisering samt Klimautvalgets rapport). Byggebransjen står i fare for å miste dyktige folk som vi trenger for å løse disse samfunnsutfordringene. Særlig blir det viktig å omstille seg for å ta vare på eksisterende bygningsmasse, blant annet gjennom energirehabiliteringer.



Ann Kristin Kvellheim
Senterdirektør FME ZEN

I 2023 har forskningssenteret ZEN undersøkt energisparepotensialet i bygningsmassen frem mot 2030 og 2050 og hva det vil koste å utløse dette. Bygningsmassen står for halvparten av energibruken vår, om lag 80 TWh årlig. Ved å utnytte potensialet i bygningsmassen frigjøres energi og elektrisitet som kan redusere behovet for nettutbygging og være en tilnærmet konfliktfri løsning sammenlignet med mange av alternativene. Potensialet for sparing er beregnet til 13 TWh levert energi fra 2020 til 2030 og 40 TWh innen 2050. 40 TWh tilsvarer årlig energibruk til samtlige husstander i Norge. Hvis vi IKKE gjør noe, men bare fortsetter som før, vil samlet tilført energi øke med hhv 2 TWh innen 2030 og 4 TWh innen 2050 (ZEN-rapport 50). Dette potensialet for å spare energi utløses ikke av seg selv og det er definert tiltakspakker som er kostnadsestimert og lønnsomhetsvurdert. De viktigste virkemidlene er tilskudd, klare mål, grønne lån, samordning av ulike regelverk og fokus på trinnvis skjerping av byggt teknisk forskrift (TEK). Det er viktig å understreke at støtteordninger skal avvikles så snart markedet kan levere godt selv. Det er et ypperlig tidspunkt for en satsning på bygg nå.

ZEN har jobbet med å teste verktøy, modeller og nøkkelindikatorer for nullutslippsområder i 2023. Vi vil fortsette dette arbeidet i 2024 som er det siste året til ZEN. I 2024 skal ZEN gi sitt endelige svar på hvordan du går frem for å utvikle et nullutslippsområde gjennom vår siste definisjonsrapport. En rekke andre forskningsoppgaver skal også avsluttes. Samtidig har NTNU og SINTEF sammen med 39 partnere, i hovedsak fra bygg- og energisektoren, søkt om finansiering av et nytt forskningssenter for energi- og klimapositive byer (ZEN+). Et stort flertall i Norge bor i byer og tettsteder, og andelen er økende. Byene er attraktive på grunn av tilgang til arbeidsplasser, utdanning, aktiviteter og folk. Men det er utfordrende å planlegge og utvikle byene slik at de gir trivsel og samtidig håndterer energi, utslipp og avfall på en god måte. Vi har funnet mange svar i ZEN, men det er fortsatt et stykke igjen til målsettingene om reduserte klimagassutslipp og styrket forsyningsikkerhet er nådd. Her kan miljøet i og rundt ZEN bidra godt videre. Vi håper derfor vi får fornyet tillit og kan starte opp ZEN+ samtidig med at vi pakker ned ZEN.



Ledergruppen i FME ZEN 2024:

Fra venstre Judith Thomsen AP 6, Anne-Lise Aakervik kommunikasjon, Brynjar F. Svarva senterkoordinator, Helge Brattebø AP1, Laurent Georges AP 3, Ann Kristin Kvellheim senterdirektør, Dave Collins innovasjonsleder, Hanne Kauko AP5 og Stian Backe AP 2. Ikke tilstede: Igor Sartori AP 4.

De viktigste virkemidlene for å spare energi er tilskudd, klare mål, grønne lån, samordning av ulike regelverk og fokus på trinnvis skjerping av byggt teknisk forskrift

ADVANCING INNOVATION IN FME ZEN: REFLECTING ON 2023



Dave Collins
Innovation Manager
FME ZEN

As we look back on our innovation journey in FME ZEN, it is clear that our goal is not just to come up with new ideas but to make sure they make a difference in the real world, especially when it comes to tackling big issues like climate change.

To make sure our ideas turn into action, we keep track of them carefully, giving each one a unique code and noting who came up with it and how it could help society. This helps us keep things organized and accountable.

Our Innovation Committee made up of partners and experts, plays a big role in guiding our innovation efforts and ensuring they're practical and useful.

As we reach the final stretch of our journey, this report gives us a chance to reflect on what we have achieved and where we are headed. It shows how we think about innovation and highlights some of the cool things we have been working on.

INNOVATION COMMITTEE:

Leader Jørgen Nordahl, Statkraft
Elsebeth Holmen, NTNU
Kjell Skjeggerud, Heidelberg Materials
Stein Stoknes, FutureBuilt
Morten Dybesland/Vitalis Pavlovas, Statsbygg
Heidi Erikstad, Elverum Vekst
Ann Kristin Kvellheim, Centre Director FME ZEN/Sintef

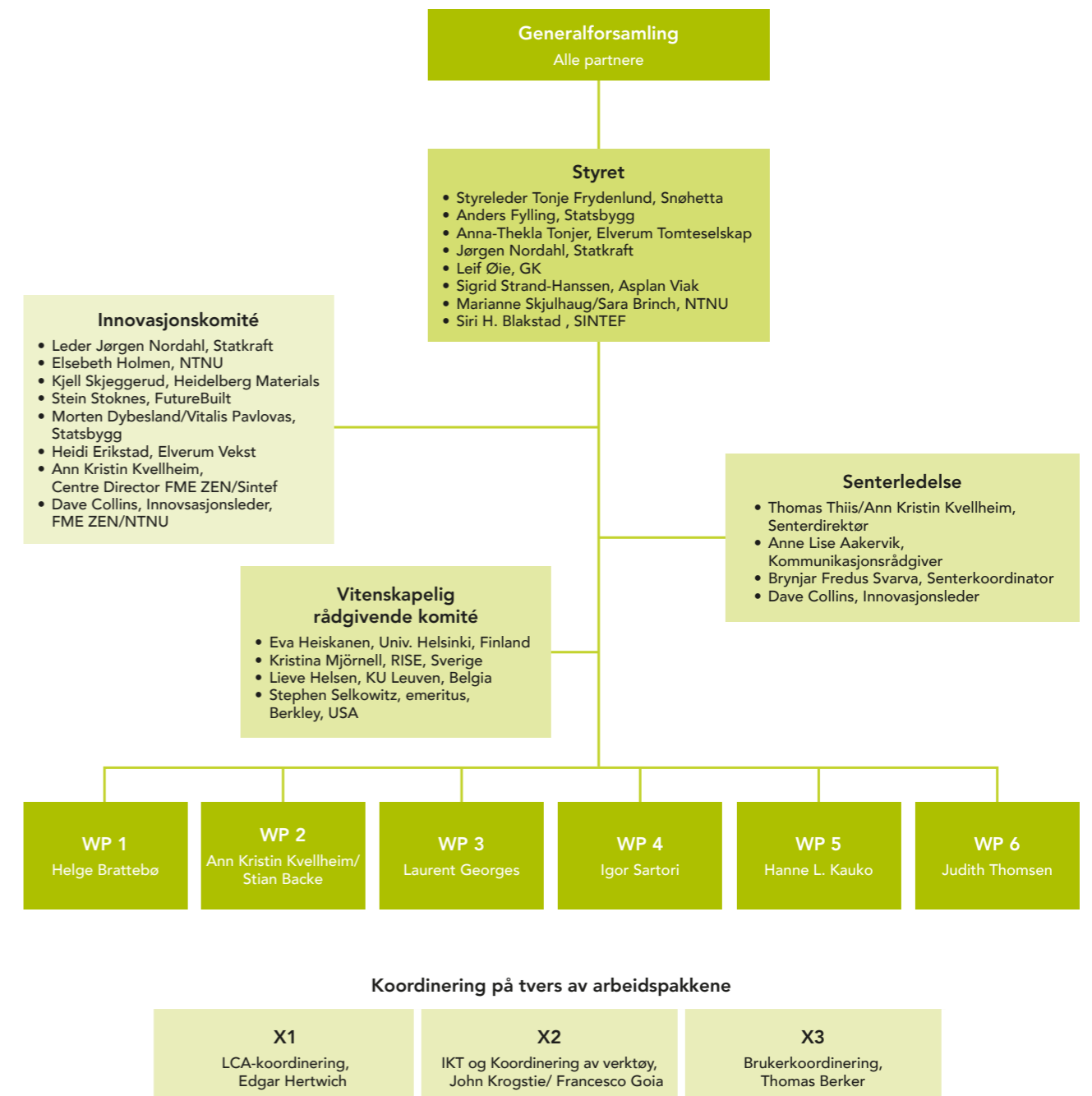
FME ZEN is all about finding ways to make buildings and cities cleaner and more efficient, aiming for a future where neighborhoods produce zero emissions. We do this by testing out new ideas in pilot projects.

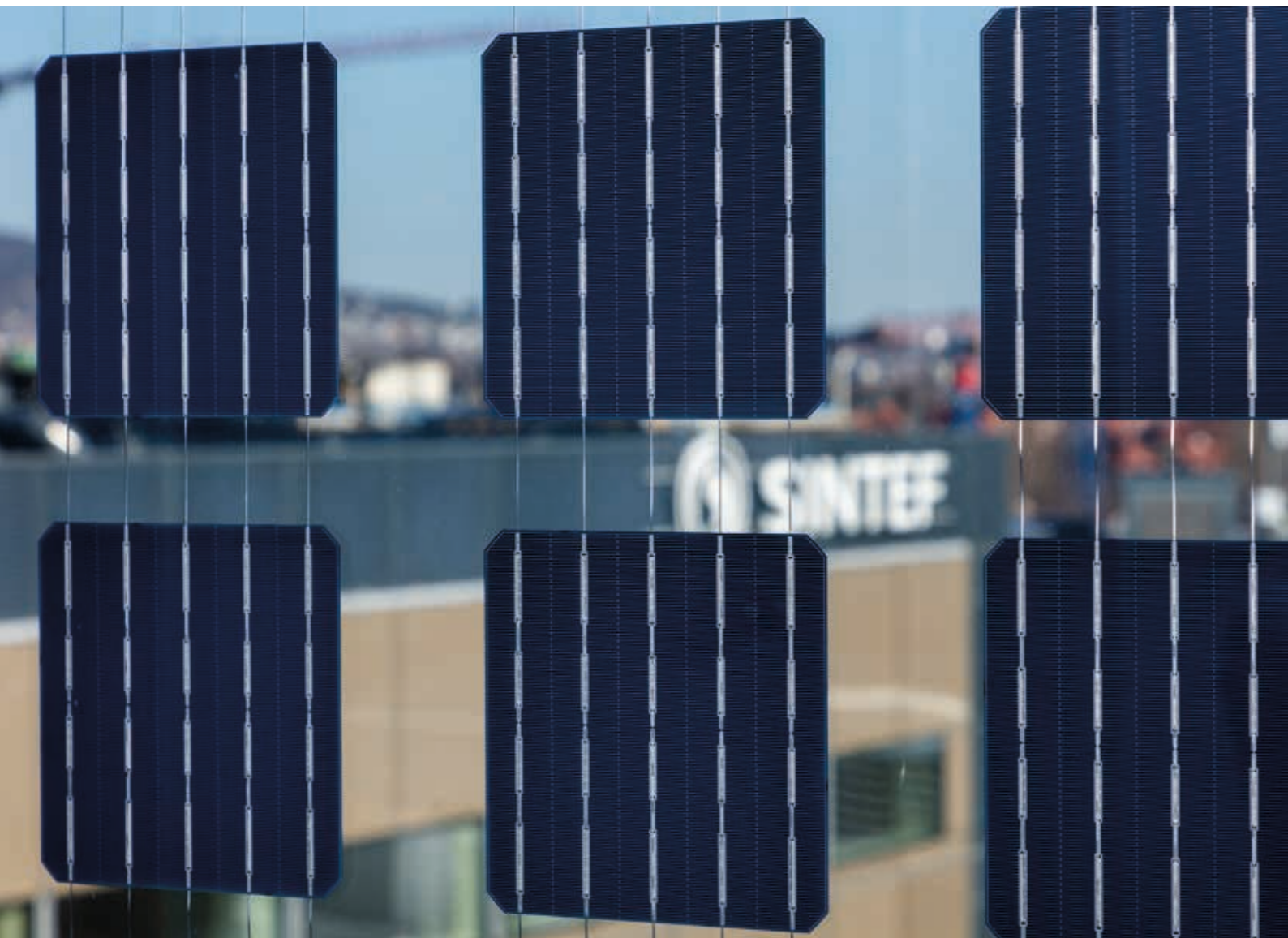
To see how ready our ideas are for the real world, we use something called the Technological Readiness Level scale. It tells us how close our innovations are to being used in everyday life. And we make sure all our ideas have been tested in real-world settings, like our pilot projects, before we move forward.

We're also focused on making sure our work benefits everyone, not just businesses. This includes things like sharing our research findings, educating people about sustainable practices, and even helping shape public policies.

As we keep moving forward, our goal remains the same: to keep innovating, collaborating, and making the world a better place for everyone.

ORGANISASJONSKART ZEN FORSKNINGSSENTER





VÅRE PARTNERE

PARTNERNE I ZEN FORSKNINGSSENTER er viktige for at vi skal oppnå målene våre. Vi har partnere som har sentrale roller innen blant annet design og utvikling av nabolag og energisystemer. Dette inkluderer representanter fra kommunale og regionale myndigheter, eiendomsbesittere, utviklere, konsulenter og arkitekter, IKT-selskaper, entreprenører, energiselskaper, produsenter av materialer og produkter. Et godt partnersamarbeid sikrer at resultatene tas videre og i bruk av industri, næringsliv og virkemiddelapparatet.



VÅRE LABORATORIER



ZEB Laboratoriet er vårt viktigste laboratorium. Det ble bygd som et resultat av ZENs forløper FME ZEB. Daglig foregår det forskning, testing og utvikling med utgangspunkt i dette bygget på hvordan klimatilpassede og bærekraftige løsninger fungerer og presterer, samt forskning på energiproduksjon ved hjelp av fornybare kilder og forbruk. Dette skjer mens bygget er fullt av folk som har dette som sitt arbeidssted. Det er jevnlig omvisninger i ZEB Laboratoriet fra alle verdens hjørner, interessen er stor og viktigheten av å formidle våre resultater og erfaringer er viktig.



I tillegg til dette flaggskipet har vi to mindre laboratorier som vi kaller living lab og test celle. Dette er to frittstående laboratorier som er bygd for kunne teste innovative teknologier knyttet til oppvarming, belysning og komfort på hjemmebane og i en arbeidssituasjon. I living lab kan vi invitere folk til å bo i perioder, mens de eller vi justerer for temperatur, lys og andre faktorer som er viktig for komfort, samtidig som vi for eksempel tar hensyn til strømprisene.

Testcellen brukes til testing av lavenergi, integrerte byggesystemer under realistiske driftsforhold. Dette er et teknisk utviklingsanlegg der ulike elementer av bygningsmaterialer, bekledningsteknologi, energi anlegg og kontrollsystemer blir utviklet og optimalisert i samsvar med hverandre.

Mer informasjon: <http://zeb.no/index.php/no/laboratorier>

INTERNATIONAL COOPERATION AT THE ZEN RESEARCH CENTRE

NIKI GAITANI International liaison, Associate Professor, NTNU



The internationalization in the ZEN Research Centre is driven by the importance of cooperating internationally to tackle global societal challenges, establish new opportunities through participation in global value chains, access new and emerging markets, exchange knowledge, and have an important voice in global debates and developments.

The main objectives can be summarized as follows:

1. Strengthen the international recognition, quality, and relevance of the ZEN Center's research, development, and innovation activities.
2. Build collaboration with internationally recognized experts.
3. Contribute to the internationalization of Norwegian research and business, together with the ZEN innovation management team.

The ZEN Research Centre liaises with the EU Cities Mission¹, the New European Bauhaus NEB initiative², and the corresponding platforms i.e., EERA Joint Programme Smart Cities³, Smart Cities Marketplace⁴, aiming to create climate-neutral buildings, neighbourhoods, and cities that are beautiful, inclusive, and sustainable.

The ZEN Research Centre actively cooperates with the following EU projects and initiatives:

The ARV project⁵, a H2020-funded project that involves 35 partners from the research industry from 8 European countries, is part of the European Green Deal. The vision of the ARV project is to contribute to the speedy and wide-scale implementation of Climate Positive Circular Communities (CPC) where people can thrive and prosper for generations to come.

The syn.ikia project⁶, an H2020-funded project that involves 13 research and industry partners from eight countries will increase the proportion of sustainable neighbourhoods with a surplus of renewable energy in different climates and markets in Europe. Throughout the project (2021-2024), four real-life plus-energy demo neighbourhood projects tailored to four different climatic zones will be developed, analysed, optimized, and monitored, demonstrating the functionality of the plus-energy neighbourhood concept for the rest of Europe.

In both projects, NTNU is coordinating and SINTEF is one of the partners.

The +CityxChange project⁷, (finished 2023), a H2020-funded project with 32 partners and demonstration activities on Positive Energy Districts in 7 cities across Europe, including Trondheim.

The ZEN Research Centre has an International Scientific Committee (ISC):

- › Kristina Mjörnell, Adjunct Prof. in Building Physics at Lund University;
- › Eva Heiskanen, Prof. at the University of Helsinki.
- › Steve Selkowitz, Senior Advisor in Building Technology & Urban Systems Division, at Lawrence Berkeley National Laboratory;
- › Lieve Helsen, Prof. of Applied Mechanics & Energy Conversion at KU Leuven.

The ZEN Research Centre is involved in several International Energy Agency (IEA) projects such as:

- IEA EBC Annex 72 Assessing Life Cycle Related Environmental Impacts Caused by Buildings;
- IEA EBC Annex 81 Data-Driven Smart Buildings; and
- IEA Annex 83 Positive Energy Districts.

These are important for "calibrating" ZEN research topics with the international research agendas and for networking.

Moreover, we see results from the ZEB and ZEN Centres finding their way into a report on "Defining Zero-Emission Buildings" <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC129612>, to support the revision of the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD).

1 https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/eu-missions-horizon-europe/climate-neutral-and-smart-cities_en

2 https://new-european-bauhaus.europa.eu/index_en

3 <https://www.eera-sc.eu/>

4 <https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/>

5 <https://greendeal-arv.eu/>

6 <https://www.synikia.eu/>

7 <https://cityxchange.eu/>

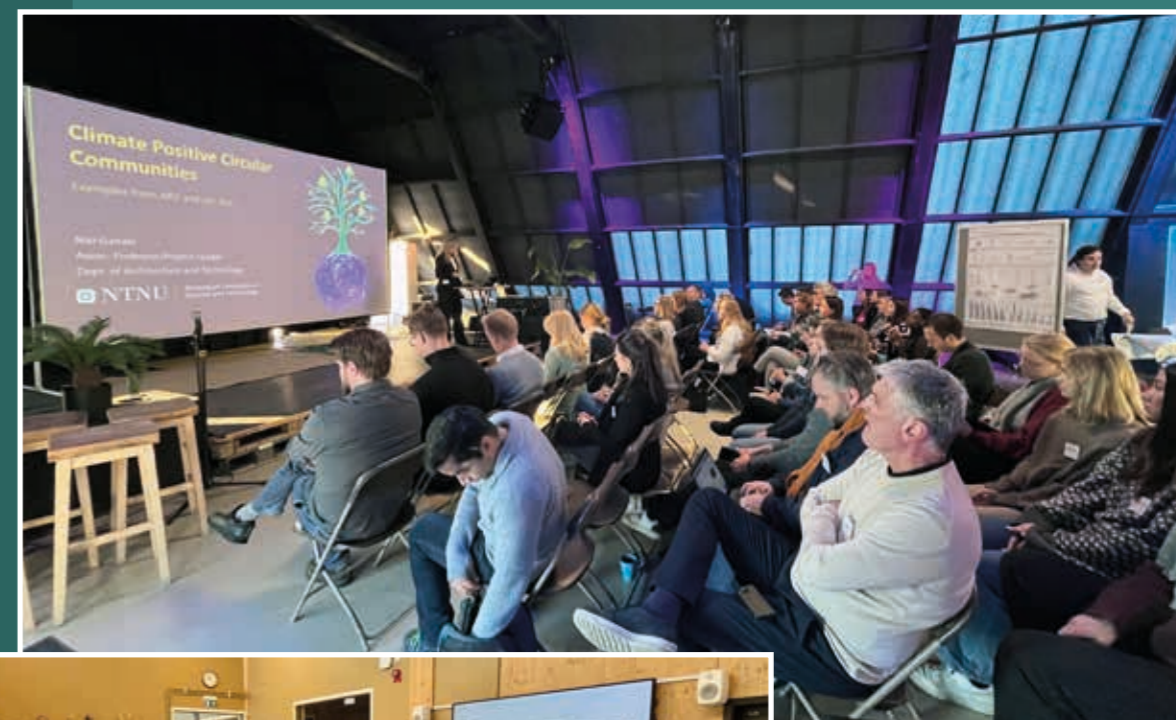
DEL 2

FORSKNING I ZEN

I forskningssenteret ZEN har vi et mål om at tiden mellom forskning og bruk av resultatene våre skal være kortest mulig. Arbeidet i senteret er viktig for at Norge skal kunne ha mulighet til å nå mål om reduserte klimagassutslipp. Dessuten kan bygg og områder i betydelig grad bidra til å styrke forsyningssikkerheten. Derfor er det av stor betydning at vi når fram med formidling av hva vi har oppnådd, og hva vi arbeider med. Årsrapporten gir et godt bilde på dette.

Likevel er langsiktighet i forskningen viktig. Vi utvikler verktøy, retningslinjer og definisjoner som vi tester, evaluerer og videreutvikler i flere runder. Samarbeidet med våre brukerpartnere er helt sentralt i så måte. Gjennom våre partnere får vi tilgang til pilotområder, case og partnernes kompetanse som vi gjør aktivt bruk av i forskningen. Gjennom våre partnere får vi nyttig førstehånds kunnskap om hvor skoen trykker og våre partnere har mulighet til å følge forskningen tett. Nettopp denne arbeidsmåten gir også mulighet for å redusere tiden fra forskning til implementering av resultatene i bedrifter og samfunn.

Våre aktiviteter kan grovt grupperes i fire kategorier; forskningsaktiviteter inkludert Ph.d. utdanningen, ZEN case og pilotprosjekter med tett samarbeid med brukerpartnere, innovasjonsarbeid og kommunikasjonsarbeid. 2023 er det nest siste året i senterets levetid. Oppgavene med den lengste tidshorizonten er igangsatt, og 2024 vil handle om å slutføre igangsatt forskning, samt formidle resultatene våre på en best mulig måte.



ARBEIDSPAKKE 1: ANALYTISK RAMMEVERK FOR PLANLEGGING AV NULLUTSLIPPSOMRÅDER (ZEN)

Hovedmålet i arbeidspakken er å utvikle et egnet analytisk rammeverk med vurderingsmetodikk og verktøy til hjelp i design og planlegging av ZEN prosjekter. For 2023-24 er målet å ferdigstille og å teste ut ZEN-definisjonen med sine tilhørende nøkkelindikatorer og verktøyet KPI-Tool, slik at vi kan dokumentere at det er egnet til bruk i praksis. Herunder kommer endelige versjoner av ZEN definisjonsrapport og ZEN definisjonsveileder for ZEN, en ZEN prosessveileder, samt metodikk for scenarioanalyse av bygningsmassens energibruk i et område med vekt på kost-nytte og GIS visualisering.



Professor **HELGE BRATTEBØ** er leder av arbeidspakke 1 i FME ZEN.



Øverst i trappa: Sobah Abbas Petersen, Edgar Hertwich, John Krogstie, Helge Brattebø, John Clauß, Tanja Scheffler, Carine Lausset, Bendik Manum, Peter Schön.

Daniela Baer, Håvard Bergsdal, Eva Heinen, Camille Vandervaeren, Jan S. Næss, Kristin Fjellheim, Nina H. Sandberg, Tobias Nordström, Marianne Kjendseth Wiik

Regneregler for utslipp knyttet til strøm

Prinsipper og regler for allokering av klimagassutslipp til strømforbruk og kompensasjon fra strømproduksjon i ZEN*



Magnus Korpås
Professor
NTNU

I 2023 har ZEN utarbeidet et notat som omhandler regneregler for CO₂-utslipp knyttet til forbruk, produksjon og utveksling av elektrisitet i forbindelse med nullutslippsområder (ZEN). Det er behov for et metodisk rammeverk som tar inn over seg at energisystemet er i stor endring framover, med mer lokal solkraft, og mer storskala sol- og vindkraft i systemet. Man må også ta hensyn til at mange fornybarutbygginger framover vil være knyttet til spesifikke forbrukere, og at utbygger av fornybar energi selv vil ønske å regne hjem sin klimagevinst, enten det er et ZEN-område eller et annet type prosjekt.

De ulike metodene er vurdert med hensyn på en rekke kriterier som vi anser nødvendige og klagjørende. Metodene som er gjennomgått er følgende:

- **Metode 1:** Allokering av utslipp til forbruk (følger ISO Net Zero Guidelines)
- **Metode 2:** Utslippsgevinst fra tiltak
- **ZEN-metoder:** Allokering av utslipp fra nettoimport

Til arbeidet med revisjon av regnereglene for utslippsberegninger i FME ZEN anbefales det å justere metodikken som forskningscenteret har brukt frem til i dag, og som er i tråd med praksis fra det tidligere forskningscenteret FME ZEB og gjeldende standard for klimagassberegninger fra bygg NS3720. I dette notatet omtalt som

Metode ZEN-b. Den nye og justerte metodikken kaller vi **Metode ZEN-c**, som ivaretar kravet til å unngå dobbelttelling av utslippsgevinster når det i fremtiden blir utbygd mange ZEN-prosjekter og ny fornybar kraft i kraftsystemet. I den nye metoden beregnes utslippskoeffisienten som et løpende gjennomsnitt av elmiksen for gjenværende strøm fra fossile energikilder i kraftnettet, som er den delen av kraftproduksjonen som skal fases ut. Det gjenstår noen spørsmål før denne metoden kan tas i bruk i praksis, noe det jobbes videre med i 2024.

Utover dette anbefaler vi at en ny metodikk, i notatet kalt **Metode 1**, som oppfyller intensjonene i ISO IWA 42:2022 Net Zero Guidelines, studeres ytterligere, gjerne i en av ZEN-pilotene, slik at man kan være forberedt på å bidra godt inn i en fremtidig standard-revisjon av NS3720.

Metode 2 bygger på et prinsipp om å regne på utslippsgevinst av et bestemt klimatiltak sammenlignet med en definert referansecase. Denne metoden kan i praksis føre til samme resultat som ZEN-metodene, men regnestykket settes opp på annen måte. I praktisk ZEN-sammenheng vil den imidlertid kreve mye omlegginger, ettersom man da må endre regnereglene helt. Anbefalingen vår er å ikke legge inn Metode 2 som alternativ i de reviderte regnereglene i FME ZEN, men at den anvendes og utvikles videre i FoU-sammenheng.

Calculation Rules for Emissions Related to Electricity in ZEN (Zero Emission Areas)*

In 2023, ZEN has developed a memo that outlines the calculation rules for CO₂ emissions related to consumption, production, and exchange of electricity within Zero Emission Neighbourhoods (ZEN). It recognizes that the energy system is undergoing significant changes, with more local solar power and large-scale solar and wind power integrated into the system. Additionally, it considers that many future renewable energy developments will be associated with specific consumers, and renewable energy developers will want to account for their climate gains, whether in a ZEN area or another type of project.

The various methods have been evaluated based on several essential criteria. The reviewed methods include:

1. **Method 1:** Allocation of Emissions to Consumption (following ISO Net Zero Guidelines)
2. **Method 2:** Emission Benefits from Measures
3. **ZEN Methods:** Allocation of Emissions from Net Imports

These guidelines aim to provide clarity and facilitate informed decision-making regarding emissions in ZEN areas.

For the work on revising the calculation rules for emissions in FME ZEN, it is recommended to adjust the methodology used by the research center up to this point. This methodology aligns with the practices from the former research center FME ZEB and the current standard for greenhouse gas calculations in buildings (NS3720), referred to in this document as **Method ZEN-b**. The newly adjusted methodology is called **Method ZEN-c**, which addresses the requirement to avoid double-counting emission gains as more ZEN projects and new renewable energy capacity are developed in the power system. In this new method, the emission coefficient is calculated as a

running average of the electricity mix for the remaining power from fossil energy sources in the grid, representing the portion of power production to be phased out. There are still some questions to address before this method can be practically implemented, and further work is planned for 2024.

Additionally, we recommend studying a new methodology, referred to in this document as **Method 1**, which aligns with the intentions of ISO IWA 42:2022 Net Zero Guidelines. Exploring this method further, possibly within one of the ZEN pilot projects, will prepare us to contribute effectively to a future standard revision of NS3720.

Method 2 is based on the principle of calculating emission benefits from specific climate actions compared to a defined reference case. While this method may yield similar results to the ZEN methods, the calculation approach is different. However, implementing Method 2 practically within the ZEN context would require significant adjustments, as it would involve substantial changes to the calculation rules. Our recommendation is not to include Method 2 as an alternative in the revised emission calculation rules for FME ZEN, but rather to continue its development and use it for research and development purposes.

* Denne artikkelen er basert på funnene i ZEN MEMO 52: Regneregler for utslipp knyttet til strøm. Se <https://fmezen.no/memo/>

* ZEN MEMO 52: <https://fmezen.no/memo/>

Kriterier for sirkulære bygg – kartlegging av bransjestandard



Marianne Wiik
Researcher/forsker
SINTEF



Freja Rasmussen
Associate Professor/
Førsteamanuensis
NTNU



Shabnam Homaei
Researcher/forsker
SINTEF



Kristin Fjellheim
Researcher/forsker
SINTEF

Det står ikke så bra til med sirkularitet i den norske byggenæringen. I henhold til FutureBuilt's sirkularitetsindeks er den på rundt 7% i 2023*. Men framskrivinger viser at man innen 2050 kan ligge på mellom 34 – 71%.

Det er behov for videre metodeutvikling av sirkularitet i norske bygninger, inkludert målenheter, definisjoner, systemgrenser og kartlegging av bransjestandard. I rapport 53 rev. «Sirkularitet i bygg» har man samlet nåværende statistikk og data for å sette "dagens" bransjestandard for sirkularitet i norske bygg.

Framskrivingene viser altså at sirkularitet kan være rundt 14–42 % innen 2030 og 34–71% innen 2050 dersom en rekke politiske og strukturelle tiltak og endringer gjennomføres. Framskrivingene viser også at dersom målet om full sirkularitet skal oppnås, må det settes inn enda flere

tiltak. Det er imidlertid mange usikkerheter i datagrunnlaget på grunn av mange antagelser, mange datahull, og et lappeteppes av ulike datakilder.

Denne studien er et første steg mot å kartlegge sirkularitet i den norske byggenæringen. Resultatene viser at et mye mer detaljert datagrunnlag i statistikk om sirkulær materialbruk trengs for å redusere usikkerheter. Resultatene viser hvor mye som må til for at Norges byggenæring skal være fullt sirkulær. Disse resultatene er nyttige for blant annet å videreutvikle FutureBuilt's sirkularitetsindeks og Grønn Byggallianses miljødashboards. ZEN-partnere FutureBuilt, Bærum kommune, Oslo kommune, Statsbygg, Asplan Viak, og Multiconsult har bidratt til denne rapporten. I tillegg har Entra bidratt.

Kilder:

[ZEN Rapport nr. 53 rev. – 2024.](#)
[«Sirkularitet i bygg»](#)



Criteria for Circular Buildings – Mapping Industry Standards

The state of circularity in the Norwegian construction industry is not particularly favorable. According to FutureBuilt's circularity index method, it currently stands at around 7% as of 2023. However, projections indicate that by 2050, this percentage could range between 41% and 71%.

There is a need for further method development regarding circularity in Norwegian buildings. This includes defining measurement units, establishing clear definitions, determining system boundaries, and assessing industry standards. In the revised report titled "Circularity in Buildings" (Report No. 53), we have compiled existing statistics and data to define the current industry standard for circularity in Norwegian buildings.

The projections suggest that circularity could reach approximately 14% to 42% by 2030, and 34% to 71% by 2050, provided various political and structural measures are implemented. However, achieving full circularity will require even more concerted efforts. It's important to note that there are uncertainties in the data due to assumptions, data gaps, and a patchwork of different data sources.

This study represents an initial step toward assessing circularity in the Norwegian construction industry. The results highlight the need for a more detailed data foundation on circular statistics to reduce uncertainties. Understanding the extent required for Norway's construction industry to achieve full circularity is crucial. These findings will be valuable for further developing FutureBuilt's circularity index and the Green Building Alliance's environmental dashboard. Partners such as FutureBuilt, Bærum Municipality, Oslo Municipality, Statsbygg, Asplan Viak, Multiconsult, and Entra have contributed to this report.

Source:

[ZEN Report No. 53 \(Revised\) – 2024.](#)
["Circularity in Buildings."](#)



Foto: Anne-Lise Aakervik

These houses are all built by re-using materials, and it is the owners themselves that have done the building.

Disse husene på Svartlamon i Trondheim, som er et byøkologisk forsøksområde, er bygd kun med gjenbruksmaterialer. Det er bygd av huseierne selv for ca. 1 million norske kroner per enhet.

* Med bruk av FutureBuilt's sirkularitetsindeksmetode.

Tre språk, to masterkurs og en doktorgrad



Da hun begynte å forstå hva folk snakket om på bussen, skjønte Tanja Scheffler (29) at hun kunne norsk ganske bra. Det ga også positive følger for doktorgradsarbeidet.

– Det førte til at jeg kunne skrive spørreundersøkelsen min på norsk, og ha full kontroll over det jeg spurte om. Det var en god følelse, konstaterer hun en formiddag på ZEB Laboratoriet der Ph.d.-studentene som er knyttet til FME ZEN har kontorplass.

Over 500 har allerede svart på undersøkelsen om bosted, bolig og energiforbruk samt reisevaner. Hun har ennå to år igjen av doktorgraden, og er godt i gang med skriving av artikler, samtidig som hun underviser to masterkurs; i bærekraftig arkitektur og i grunnleggende bygningsfysikk.

– Å skrive en doktorgrad betyr at jeg får mulighet til å dykke ned i metoder som ikke har vært prøvd ut før, for å finne svar, og der ingen kan stanse deg fordi dette er ditt verk alene.

KUNST OG TEKNIKK

Som liten var Tanja interessert i mangt og mye. – Jeg vokste opp med stor frihet på landsbygda sør i Tyskland. Jeg var et veldig aktivt barn og interessert i mange forskjellige ting, sier hun og smiler.

Det var hun fortsatt da tanken på studier meldte seg. – Jeg startet med å se gjennom studietilbudene hos de forskjellige universitetene. Da dukket energieffektiv planlegging og bygging opp som en bachelor. Jeg syntes det virket som en bra miks mellom arkitektur og tekniske fag, sier hun. Universitetet startet i 2012 å tilby utdanninger innen bærekraft og bygg.

– Jeg har ikke angret et sekund på valget, og min interesse og engasjement for bærekraft vokste med studiene. Å ta en master i energieffektiv design på samme universitet ble naturlig, men jeg var også ivrig etter å komme meg ut i jobb da jeg var ferdig.

JOBBLIVET

Samtidig som hun avsluttet masteroppgaven sin, startet hun i konsulentbransjen og jobbet bl.a. med bærekraftsertifisering av bygg og nabolag. Tyskland startet med bærekraftsertifisering av nabolag allerede i 2012.

– Jobben var interessant, det er sikkert. Jeg hadde bakgrunn i teknisk bygningsfysikk, og her måtte jeg se på bygninger i et bredt og helhetlig perspektiv. Man vurderer både økonomisk-, økologisk- og sosial bærekraft, og selvsagt de tekniske aspektene. Samtidig jobber du for en klient og eier som også skal se verdien og nytten i slike prosjekt. Man må guide klienten til å ta de riktige tiltak. Det er gode erfaringer å ha med seg videre.

NORGE KALLER

Etter et par år i konsulentbransjen var det tid for endring. En doktorgradsmulighet i FME ZEN dukket opp for både Tanja og samboeren, og i januar 2022 gikk startskuddet for en ny tilværelse i Norge og ved NTNU. Norge ble valgt siden samboeren til Tanja er halvt norsk, og begge kunne tenke seg å bo i Norge en stund. – Men det var likevel et stort eventyr for meg å flytte til et land jeg ikke kjente, og ikke snakket språket.

– Det at jeg hadde vært ute i jobb og kjent «the real life» på kroppen før jeg startet på en doktorgrad har nok hjulpet meg. Jeg vet hvordan det er i begge leirer, og akkurat nå er jeg godt fornøyd med å være i Norge og ta en Ph.d.

BOLIG OG REISEVANER

I doktorgraden sin skriver hun blant annet om hvordan valg av bolig påvirker miljøet mellom reisevaner og energiforbruket til folk. Hun undersøker mange aspekter av bolig og bosted som boligtype og -størrelse, tilgang til jobb, til

kollektivtransport og andre ting, som butikk og skole. I oppgaven gjør hun en spørreundersøkelse blant folk som har flyttet til nytt hus, eller planlegger det, for å kartlegge om endring av bosted påvirker energiforbruk og reisevaner.

Og apropos reisevaner. Å flytte til Norge var ikke et sjakktrekk med tanke på færre flyreiser innrømmer Tanja.

– Jeg flyr sikkert fire ganger så mye enn da jeg bodde i Tyskland, det irriterer meg litt. Sånn sett møter jeg meg selv i forskningsdøra. Med familie i Tyskland og deltagelse på konferanser betyr det fly stort sett. Alt annet tar for lang tid. Sånn er det kanskje å bo i «utkanten» av Europa, for lengre sør er togrutene mange og avstandene kortere. Men i hverdagen prøver jeg bevisst å leve bærekraftig.

NATUR OG SPRÅK

Å komme til Norge har gått bra. – Det har oppfylt mine forventninger. Jeg liker ikke store metropoler, så Trondheim er en passe stor by å være i. Jeg har tatt i bruk mulighetene Norge gir oss, med turer både sommer og vinter, og jeg går på ski. Så jeg er kanskje i ferd med å bli typisk norsk?

Dessuten begynner språket å falle på plass. Det å faktisk skjønne hva folk småprater om på bussen er stort. Samtidig innrømmer hun å være litt språkforvirra. – For jeg tenker på tysk, jobber på engelsk og lærer meg norsk for å bruke både hjemme og på jobb. Da hender det at alle tre språkene dukker opp i en setning, da må jeg virkelig tenke! Men stort sett, så går det bra.



JAN SANDSTAD NÆSS,

Førsteamanuensis, Institutt for arkitektur og teknologi, NTNU

HVA JOBBER DU MED I FME ZEN?

Jeg jobber med miljøanalyser og klimavern. Dette inkluderer mange forskjellige temaer som ressuseffektivisering og sirkulærøkonomi i det bygde miljø, avfallsforbrenning med energigjenvinning, mobilitet, karbonfangst og lagring, bærekraftig arealbruk og landbaserte negative utslippsteknologier som bioenergi med karbonfangst og lagring og «påskogning».

HVA ER HØYDEPUNKTET(ENE) FRA ARBEIDET DITT I 2023?

Mitt høydepunkt fra året som gikk har vært å se engasjementet som arbeidet vårt skaper ute i samfunnet ellers og blant partnere. Det er helt tydelig at det er mange som brenner for klimavern og miljø, noe som gjør meg oppglødd for fremtiden.

HVA ER DET VIKTIGSTE VI (FORSKERE, FME ZEN, SAMFUNN) MÅ GJØRE FREM-OVER FOR Å KLARE AMBISJONENE?

Som samfunn må vi raskt få skalert opp miljøgunstige løsninger, kvitte oss med avhengigheten av fossile energibærere og redusere presset på natur og biologisk mangfold. Vi forskere har et ansvar for å skape et solid kunnskapsgrunnlag som kan brukes til bærekraftig beslutningstaking på alle nivå. Vi trenger robuste metoder som kan benyttes på prosjektnivå til å ta miljøeffektive investeringsbeslutninger som bidrar til oppfyllelse av globale bærekraftsmål. Vi behøver også politiske føringer både lokalt, nasjonalt og internasjonalt som baseres på vitenskapelig innsikt, da spesielt hvordan menneskelige aktiviteter påvirker både klima og miljø, samt våre muligheter for å begrense miljøpåvirkninger. Enkeltpersoners innsats for å leve mer miljøvennlig er også viktig.

HVA ER DET VIKTIGSTE SOM BØR STÅ IGJEN ETTER FME ZEN?

For meg er det viktigste som står igjen den tverrfaglige kunnskapen som FME ZEN har frembragt. Mer konkret, så står spesielt ZEN-definisjonen og nøkkellindikatorne igjen som en syntese av alt arbeidet som er gjort via senteret.

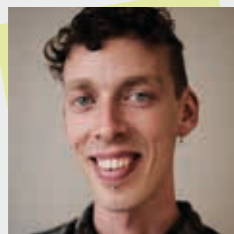
HVA GJØR DU SELV FOR Å BIDRA TIL Å REDUSERE UTSLIPP?

Jeg eier ikke bil og bruker stort sett kollektivtransport eller -reiser aktivt i hverdagen. Flyreiser forsøker jeg å begrense. Generelt prøver jeg å redusere eget forbruk og karbonfotavtrykk.

Vi forskere har et ansvar for å skape et solid kunnskapsgrunnlag som kan brukes til bærekraftig beslutningstaking på alle nivå.

ARBEIDSPAKKE 2: POLITISKE VIRKEMIDLER, INNOVASJON OG FORRETNINGSMODELLER

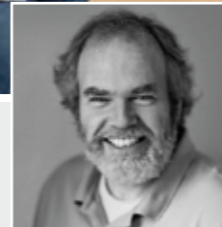
Hovedmålet i arbeidspakke 2 er å studere mulige utviklingsbaner mot ZEN, inkludert studier av forretningsmodeller og regulatorisk rammeverk, utvikling av verktøy for offentlig-privat samarbeid, og forbedring av innovasjonsprosesser. For 2022-23 var målet å beregne kostnader og besparelser tilknyttet ulike forretningsmodeller i ZEN, særlig for energi og fleksibilitet, samt å videreutvikle verktøykasse for risikoreduksjon og studere prosessen fra ZEN ambisjon til realisering.



Forsker
STIAN BACKE
er leder av arbeidspakke 2
i FME ZEN



Disse er med i arbeidspakke 2: Fra venstre Phuc Hong Huynh Evertsen, Giulia Vergerio, Kasper Emil Thorvaldsen (på skjerm), Stian Backe, Marianne Skaar og Lars Arne Bø. På siden: Luitzen de Boer.





Nabolag kan tjene penger på å stanse elbil-ladingen i 30 sekunder



Stian Backe
Leder i Arbeidspakke 2

Strømnettet i Norge har et økende behov for balansering. Nabolag kan hjelpe ved å delta i et nytt marked som kan gi inntekter på smart strømplanlegging.

Det skjer mye i det norske strømnettet for tiden. I Norden får vi stadig mer variabel kraftproduksjon fra vind og sol, og stadig mindre kraftproduksjon fra fossile kraftverk som kull og gass. De tradisjonelle kraftverkene, inkludert mesteparten av vannkraft, kan styres uansett vær, mens de nye fornybare kraftverkene må forholde seg til været fra time til time. Dette gjør det vanskeligere å balansere strømnettet, og det blir større behov for tjenester som kan bidra til det.

I 2022 gikk Statnett, som er ansvarlig for Norges strømnett, i bresjen for å møte denne utfordringen ved å etablere et nytt marked for balansetjenester. Markedet åpner døren for en rekke deltakere, inkludert nabolag, som kan levere verdifulle tjenester. Kanskje mest bemerkelsesverdig er hvordan ditt eget nabolag kan trå til: ved å midlertidig stanse elbil-ladingen i opptil 30 sekunder om gangen, kan du bidra til å opprettholde systemets stabilitet og samtidig høste økonomiske fordeler.

For at nabolaget skal tjene penger må strømnettet kunne forsikre seg om at elbil-ladingen kan stanses på ett sekund. Derfor kreves det pålitelig kommunikasjon mellom strømnettet og elbil-laderen.

Prinsippet er enkelt: nabolaget mottar betaling for å være beredt til å stanse ladingen i visse tidsperioder, selv om det sjelden skjer i praksis. Dette behovet er spesielt stort om sommeren, så markedet opererer bare fra vår til høst.

Men Statnett, som styrer strømmen, sier at for å være til hjelp, må det være mange som hjelper sammen. Så hvis flere nabolag samarbeider, kan de være med og hjelpe til med å holde strømmen jevn og stabil. Det er en måte for vanlige folk å bidra og samarbeide på for å løse strømutfordringer.

FLERE MULIGHETER FOR BESPARELSER PÅ SMART STRØMBRUK

Så hvor mye er det å spare på dette? I et forskningsprosjekt på FME ZEN har vi regnet ut hvor mye penger et norsk nabolag kan spare dersom de er smarte strømbrukere. Vi har laget en spesiell datamodell som hjelper oss med å finne ut hva som er den smarteste måten å spare mest penger på strømbruk i løpet av et helt år. Dette er litt komplisert fordi det finnes mange forskjellige måter å spare penger på strømbruk. For eksempel kan vi bruke strømmen mer når den er billig og mindre når den er dyr. Vi sparer også ved å bruke strømmen jevnt gjennom døgnet. Ved hjelp av denne datamodellen kan vi se hvordan det å være beredt til å skru av elbil-ladingen påvirker hvor mye penger vi kan spare på andre måter.

Nabolaget vi har regnet på er en høgskole på Innlandet. Her har de elbilladere og et batteri som kan lagre strøm. De har også elbilladere som kan både lade elbiler og

sende strøm tilbake til strømnettet når det trengs. Vi har brukt en datamodell for å finne ut hvordan de kan lade elbilene og bruke batteriet sitt på den mest økonomiske måten i løpet av et helt år. Vi har gjort dette ved å se på priser og hvor mye strøm de har brukt i årene 2019, 2020, og 2021.

VESENTLIG BESPARELSER VED STRØMSTYRING

Først så vi på hvor mye penger nabolaget kan spare ved å styre strømmen sin smart, uten å være med i det nye markedet for balansetjenester. Vi fant ut at de kan spare omtrent 10-15% på strømregningen hvert år. Dette er fordi de bruker mer strøm når den er billig og mindre når den er dyr. De sparer også penger på nettleien ved å bruke strømmen jevnere gjennom hele dagen.

Deretter undersøkte vi hvor mye penger de kan spare hvis de blir med i det nye markedet for balansetjenester. Det betyr at nabolaget må planlegge for at de garantert har noe de kan skru av på kort varsel innenfor visse tidsperioder, for eksempel elbil-lading. Vi fant ut at deltakelsen i dette markedet reduserer strømregninga enda mer, samt at det blir litt mindre lønnsomt å bruke strøm jevnt gjennom dagen, noe som gjør at nettleiebesparelsene reduseres. Likevel kan nabolaget i dette tilfelle redusere opptil 20% på strømregningen hvert år, og deltakelsen i det nye markedet gir inntekter tilsvarende 5-7% av den totale strømregninga.

Neighborhoods can make money by stopping EV charging for 30 seconds

The power grid in Norway has an increasing need for balancing. Neighborhoods can help by participating in a new market that can generate revenue from smart power planning.

A lot is happening in the Norwegian power grid now. In the Nordic region, we get increasingly variable power production from wind and solar, and ever less power production from fossil fuel power plants such as coal and gas. The traditional power plants, including most hydropower, can be controlled regardless of the weather, while the new renewable power plants must deal with the weather from hour to hour. This makes it more difficult to balance the power grid, and there is a greater need for services that can contribute to this.

In 2022, Statnett, which is responsible for Norway's power grid, took the lead in meeting this challenge by establishing a new market for balancing services. The market opens the door to a variety of participants, including neighborhoods, who can deliver valuable services. Perhaps most remarkable is how your neighbourhood can step in by temporarily halting EV charging for up to 30 seconds at a time, you can help maintain system stability while reaping economic benefits.

For the neighbourhood to make money, the power grid needs to be able to ensure that EV charging can be stopped in one second. Therefore, reliable communication between the power grid and the EV charger is required. The principle is simple: the neighborhood receives payment for being prepared to stop charging for certain periods,

although this rarely happens in practice. This need is especially great in summer, so the market operates only from spring to autumn.

But Statnett, who manages the electricity, says that to be helpful, there must be many people helping together. So, if more neighborhoods work together, they can help keep the flow steady and stable. It's a way for ordinary people to contribute and collaborate to solve power challenges.

MORE OPPORTUNITIES FOR SAVINGS ON SMART POWER USE

So how much is there to save on this? In a research project at SINTEF/NTNU (FME ZEN), we have calculated how much money a Norwegian neighbourhood can save if they are smart electricity users. We have created a special computer model that helps us figure out the smartest way to save the most money on electricity use over an entire year. This is a bit complicated because there are many ways to save money on electricity use. For example, we can use electricity more when it is cheap and less when it is expensive. We also save by using the electricity evenly throughout the day. Using this computer model, we can see how being prepared to turn off EV charging affects how much money we can save in other ways.

The neighbourhood we have counted on is a university college in Innlandet. Here they have electric car chargers and a battery that can store electricity. They also have EV chargers that can both

charge electric cars and send power back to the grid when needed. We have used a computer model to find out how they can charge their electric cars and use their batteries most economically over an entire year. We have done this by looking at prices and how much electricity they have used in the years 2019, 2020, and 2021.

SIGNIFICANT SAVINGS IN POWER MANAGEMENT

First, we looked at how much money the neighbourhood can save by managing its electricity smartly, without being part of the new market for balancing services. We found that they can save about 10-15% on their electricity bill each year. This is because they use more electricity when it's cheap and less when it's expensive. They also save money on grid rent by using electricity more evenly throughout the day. Next, we examined how much money they could save if they also join the new market for balancing services. Participation in the new market means the neighbourhood needs to plan for the fact that they are guaranteed to have something they can turn off at short notice within certain periods, such as EV charging. We found that participation in this market reduces electricity bills even more. We also found that it becomes a little less profitable to use electricity evenly throughout the day, which reduces grid rent savings. Nevertheless, in this case, the neighborhood can reduce up to 20% on the electricity bill each year, and participation in the new market provides income equivalent to 5-7% of the total electricity bill.

Hvordan overkomme barrierer i ambisiøse prosjekter



Giulia Vergerio
Postdoktor
NTNU



Vegard Knotten
Forskningsleder
SINTEF

Hvorfor sliter vi med at gode intensjoner går tapt fra planlegging til ferdigstillelse? I ZEN Rapport nr. 54 samler vi funn fra litteraturen (oppsummert nedenfor) når det gjelder barrierer og beste praksis for å nå ambisiøse energimiljøsmål.

Skjulte kostnader, ulike motiver og endringstregghet i bransjen er bare noen av begrensningene som ambisiøse prosjekter må håndtere. I tillegg kommer aktørenes mangel på ansvar etter levering, mangel på kunnskap og ferdigheter, dårlig kommunikasjon og samarbeid, samt mangel på livsløpstankesett. For å forbedre prosessene i byggeprosjekter foreslår litteraturen økt samarbeid, forbedring av informasjonsflyt, økt fokus fra aktørene på drift og vedlikeholdsfasen, og anerkjennelse av brukernes og driftspersonalet perspektiver allerede tidlig i prosjekteringen, siden tidligfase er viktig for å bygge bro mellom prosjektets mål og optimal drift for et bygg.

Klare målformuleringer, tett samarbeid, involvering av interessenter og felles forståelse for konseptet nullutslippsbygg fra alle aktører var blant suksessfaktorene i pilotprosjektene til det avsluttede Forskningscenteret for nullutslippsbygg (ZEB). Men kompleksiteten øker betydelig når man går fra å jobbe med enkeltbygg til å jobbe med hele områder, som det nå gjøres i Forskningscenteret for nullutslippsområder (FME ZEN). Å tenke på utviklingen som et program av prosjekter med en sentral koordinator kan være en god framgangsmåte for å håndtere utfordringen med å bygge karbonnøytrale nabolag. Men mange utfordringer vedvarer, inkludert usikkerhet, interessekonflikter, manglende kunnskap om tekniske krav og styringsprosesser. Nye verktøy og prosesser bør støtte ytelsesbasert design, integrasjon og samarbeid.

I den prosjektbaserte byggebransjen kommer ulike aktører sammen med sine egne kulturer, praksis og mål, som hindrer potensialet for samarbeid. Faktisk er mangelen på interessentenes vilje til samarbeid og engasjement, samt utilstrekkelige organisatoriske prosesser årsakene til at man ikke klarer å nå målene for en overordnet energiplan på nabolagsnivå, mer enn mangel på teknologi.

For å øke mulighetene for å lykkes med prosjektet, bør blant annet følgende tiltak/elementer vurderes:

- Utforskning og implementering av samspills rammeverk og verktøy (inkludert digitale),
- Krevende og kunnskapsrike kunder som setter og følger opp ambisiøse mål under rettferdige kontraktsordninger
- Langsiktige relasjoner mellom aktører for å bygge tillit
- Engasjer ZEN promotører (Champions)
- Kontrakter som styringsverktøy
- Tidlig involvering av entreprenører og leverandører
- Brukermedvirkning
- Deling av kunnskap, informasjon, risiko og belønninger
- Fokus på livsløp og byggenes ytelser
- Arbeid med prosjektkultur (no blame),
- Forbedring av ekspertenes kommunikasjon
- Implementering av verktøy/praksis for å redusere konflikter.

Tiltak som er nødvendig for å utnytte potensialet for integrerte tilnærminger i ZEN-utviklingen, og interessenters engasjement må adresseres ved å evaluere og håndtere mål, verdier og risiko.

ZEN Rapportene kan lastes ned her:
<http://fmezen.no/category/publikasjoner/rapporter>

Barriers and good practices in ambitious projects

Why do we struggle with good intentions being lost from planning to completion? In this report we collect findings from literature (summarized below) in terms of barriers and good practices in pursuing ambitious energy and environmental targets.

Hidden costs, split incentives, and inertia are only a few of the constraints that ambitious projects must deal with, together with lack of knowledge and skills, poor communication and collaboration, lack of life cycle thinking, etc. Looking at process measures for building projects, literature suggests collaboration, improvement of information flow, increase of actors' accountability in the aftercare, and acknowledgement of the users' and facility managers' perspectives since the design stage among the strategies to bridge the gap between design goals/ambitions and operational status of a building. Clear goals formulation, collaboration, closeness, involvement of stakeholders, and shared understanding/acceptance of the concept of Zero Emission Buildings were reported as

success factors from the pilots of the Research Centre on Zero Emission Buildings. However, the complexity rises significantly in the Research Centre on Zero Emission Neighbourhoods, where we move to the district scale. Conceiving the development as a program of interconnected projects seems a promising way forward, but challenges persist, including uncertainties, interests' mismatches, lack of knowledge of technical requirements and management processes. New tools and processes should support performance-based design, integration, and collaboration.

In the project-based Architecture, Engineering and Construction industry diverse actors come together with their own cultures, practices, and objectives, hindering the potential for collaboration. Indeed, lack of stakeholders' collaboration and commitment, insufficient organizational processes, and unsupportive development frameworks are reasons for failure in reaching energy master plan goals at the neighbourhood level more than lack of technologies.

To increase the opportunities for a project's success, the following actions/elements, among others, should be considered:

- Exploration and implementation of collaborative frameworks and tools (including digital),
- Demanding and knowledgeable clients pursuing and following up on ambitious goals under fair contract arrangements,
- Long-term relationships between actors to build trust,
- Championing,
- Contracts as management tools,
- Early involvement of contractors and suppliers,
- Users' involvement,
- Sharing of knowledge, information, risks, and rewards,
- Life cycle thinking and performance assessment tools,
- Working on project culture (no-blame),
- Improvement of experts' communication,
- Implementation of tools/practices to reduce conflicts.

Measures are needed to untap the potential for integrated approaches in ZEN developments, and stakeholders' engagement must be addressed by evaluating and managing goals, values, and risks.

Nysgjerrig og løsningsorientert



Hun har alltid likt å lære, stille spørsmål og finne nye løsninger. Det var derfor ganske naturlig at Giulia Vergerio gikk den akademiske veien da hun skulle velge utdanning.

– Gjennom studier og arbeid lærer jeg noe hele tiden, og det er viktig for meg å få bidra til utvikling med kunnskapen jeg får, sier Giulia Vergerio (31).

Nå har hun en postdoktor-stilling ved fakultet for arkitektur og design, NTNU og jobber i arbeidspakke 2 i FME ZEN i Trondheim, så bidragene hennes har vært betydelige. Men mye har skjedd før hun havnet her.

Hun vokste opp i en «landsby» på ca. 2000 innbyggere tett på innsjøen Lago d'Orta, nord i Italia. Som barn var Giulia en nysgjerrig og veldig aktiv jente, og hun var god i sport, og en periode ønsket hun å satse seriøst på løping. Etter hvert fikk skolen forrang fordi hun også var veldig glad i studier, og hun var nysgjerrig på å finne ut mer.

ARKITEKTUR?

Men at hun skulle studere arkitektur var ikke gitt, selv om hun kommer fra en familie som har sterk tilknytning til arkitektur. – Mange i familien min jobber og jobbet med planlegging, arkitektur og offentlig planarbeid, bortsett fra søsteren min som jobber innen turisme i området jeg kommer fra. Derfor satte Giulia kursen for universitetet Politecnico di Torino.

– Jeg ønsket å ta en utdanning som lot meg studere både kulturelle og teknologiske aspekter. Det fikk jeg på arkitektstudiet, med bl.a. materialteknologi, arkitekturhistorie og restaureringskultur. Det var veldig interessant, sier Giulia.

I FINT DRIV

Bachelorgraden gikk unna, og det var naturlig å fortsette med en master. I løpet av studiene ble hun mer interessert i emner som bærekraftige bygg, energi og bygningsfysikk, og skrev en master om energieffektivitet i bygninger, og hvordan det er mulig å bruke enkle verktøy som kan hjelpe offentlige- og administrativt ansatte til å planlegge en bærekraftig og energieffektiv bygningsmasse, inkludert økonomiske aspekter.

Da mastergraden var unnagjort fant ikke Giulia noen grunn til å hvile på laurbærene. Hun gikk for en Ph.d. – Jeg var nysgjerrig og ønsket å utforske nye løsninger på problematikken rundt energieffektivitet i bygninger fra et innovativt perspektiv. Det var veldig interessant.

Hun jobbet med doktorgraden sin gjennom Covid og ble ferdig i november 2022. På grunn av epidemien ble planene om utveksling satt på vent, men nå ville hun til utlandet for å få mer erfaring.

– Jeg var åpen for å jobbe enten akademia eller industrien. Men jeg hadde allerede et sted å dra av personlige årsaker, fordi kjæresten min som jeg møtte i Italia, bodde i Norge allerede.

SLIK SKAPES ET ZEN

Så da hun fikk en postdoktor-stilling i FME ZEN lå alt til rette for å flytte.

– Jeg hadde nok et sterkere ønske om å fortsette med forskning. For det første trigger det noe i meg når jeg kan studere muligheter og metoder fra et uavhengig perspektiv og med et åpent sinn. For det andre liker jeg å stille nye spørsmål, for å komme videre.

I jobben utforsker hun, kort fortalt, hvordan man kan sikre at ambisjonene for nullutslippsprosjekter innføres, brukes og følges opp.

– Det er et rammeverk vi kaller ZEN for analyse. Det hjelper aktører med å nå målsetningene om ZEN i prosjektet ved hjelp av forskjellige verktøy (beskrivelser, anbefalinger, konseptuelle modeller, osv.) som bidrar til gjennomføringen av ZEN, forklarer hun. Fokus er på forpliktelse, målhåndtering, samarbeid, og integrasjon. Det er viktig, fordi litteratur og praksis viser at de gode intensjonene i prosjektet går ofte tapt.

Nå er hun midtveis som postdoktor på NTNU, og skal være ferdig om et års tid.

– Jeg liker Trondheim. Det er en passe liten, stor by. Men jeg savner innsjøen min, Lago d'Orta, om sommeren siden jeg liker å svømme. Det blir i overkant kaldt i fjordene her, sier hun med et smil. Heldigvis liker jeg også å gå lange turer og jeg har startet med langrenn. Det er en fin måte å oppleve naturen på.

Andre ting Giulia savner er variasjonen i matfatet. – Hjemme fråtser vi i forskjellige grønnsaker og frukt og andre lokale råvarer. Det blir litt magert her i utkanten av Europa, så jeg tar gjerne imot tips fra lokale kjennere hvor jeg kan finne gode, lokale produkter, sier hun.

Fokus som bidrar til gjennomføringen av ZEN er på forpliktelse, målhåndtering, samarbeid, og integrasjon

ARBEIDSPAKKE 3: FLEKSIBLE OG ENERGIEFFEKTIVE BYGNINGER

Hovedmål er å lage responsive, kostnads- og ressurseffektive bygg gjennom å utvikle lavutslippsteknologier og konstruksjonssystemer basert på livssyklusanalyser og designstrategier.

For 2024 er målet å klargjøre de siste forskningsresultatene, å oppsummere sammen med ZEN partnere alle resultatene utviklet i løpet av hele senterets levetid for å definere hoved konklusjoner, og å formidle dem.



Professor
LAURENT GEORGES
er leder av arbeidspakke 3
i FME ZEN.



Møte i arbeidspakke 3: Fra venstre Bozena Dorota Hrynyszyn, Johannes Brozovsky, Laurent Georges, John Clauss og Shabnam Homaie på skjerm, Christofer Skaar, Peng Lui, David Bjelland og Lars Gullbrekken.



Hvordan få fart på oppgradering av eksisterende yrkesbygg gjennom kostnadsanalyser.



Sara A. Sharbaf
PhD-kandidat
FME ZEN

Oppgradering av eksisterende bygninger spiller en nøkkelrolle i avkarboniseringen av bygningsmassen og overgangen til et klimanøytralt samfunn. En betydelig utfordring ved implementering av disse oppgraderingene er den økonomiske barrieren. For å håndtere denne utfordringen benyttes metoden for kostnadsanalyse i denne forskningen, for å gi beslutningstakere informasjon om de tilknyttede kostnadene og fordelene ved oppgraderingstiltak.

Det primære målet med dette prosjektet er å utvikle en ramme for en kostnadsanalyse av karbonreducerende oppgraderingstiltak, med tanke på interessentenes synspunkter. Delspørsmål inkluderer hvilke sett med oppgraderingstiltak som er aktuelle for ulike ambisjonsnivåer for karbonavtrykk, livssyklusfordeler ved oppgraderingstiltak og hvilke faktorer som påvirker resultatene av en kostnadsanalyse. Til slutt utforskes og evalueres bruken av kostnadsanalyse for å treffe beslutninger om oppgradering av bygninger.

Dette prosjektet omfatter:

- Utforsking av eksisterende kunnskap om oppgraderingstiltak, deres miljømessige og sosiale påvirkninger, samt vurdering av den økonomiske ytelsen til disse bygningsoppgraderingene.

- Utvikling av en ramme for gjennomføring av kostnadsanalyse av oppgraderingstiltak basert på nåværende kunnskap.

- Bruk av den utviklede rammen på en case-studie av et yrkesbygg.

Den eksisterende litteraturen diskuterer i stor grad bærekraften ved bygningsoppgraderinger, inkludert økonomiske, miljømessige og sosiale fordeler, med fokus på både direkte og indirekte fordeler. Imidlertid blir indirekte fordeler som økt produktivitet blant ansatte og forbedret termisk komfort ofte utelatt fra kostnadsanalyser. Blant de undersøkte fordelene finner vi energibesparelser, reduksjon i klimagassutslipp og økte inntekter fra leie eller salg som de mest fremtredende og ofte siterte.

Så langt har den utviklede metoden konsentrert seg om spesifikke oppgraderingstiltak, som vindusoppgraderinger og installasjon av solcellepaneler. Resultatene har fremhevet betydningen av energipris, levetid for oppgraderingstiltak, prisutviklingsindeks og interessentenes synspunkter på den økonomiske bærekraften til oppgraderingstiltak. En videre utvidelse til andre oppgraderingstiltak, interessentenes perspektiver og økonomiske vurderingsmetoder for de mindre konkrete fordelene vil bli forfulgt.

Cost-benefit life cycle analysis of upgrading measures in existing non-residential buildings towards a zero-emission target.

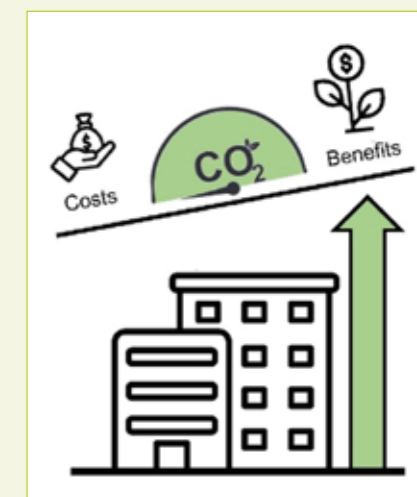
Upgrading existing buildings plays a key role in decarbonizing the building stock and transitioning toward a climate-neutral society. A major challenge in implementing these upgrades is the financial barrier. To address this challenge, the cost-benefit analysis method is employed in this research, to inform decision-makers about the associated costs and benefits of upgrading measures.

The primary objective of this project is to develop a framework for a cost-benefit analysis of carbon-reduction upgrading measures, considering stakeholders' viewpoints. Sub questions are which sets of upgrading measures are applicable for which carbon footprint ambition level, the life-cycle benefits of upgrading measures, or which factors influence the results of a cost-benefit analysis. Finally, the usability of cost-benefit analysis for making decisions about upgrading buildings is explored and evaluated.

This project includes:

- Exploring the existing body of knowledge about upgrading measures, their associated environmental and social impacts, and assessing the economic performance of these building upgrades.
- Developing a framework for conducting the cost-benefit analysis of upgrading measures based on the current body of knowledge.
- Applying the developed framework to a case study of a non-residential building.

The existing literature extensively discusses the sustainability of building upgrades, encompassing economic, environmental, and social benefits, focusing on both direct and indirect benefits. However, indirect benefits like enhanced



employee productivity and improved thermal comfort are often omitted from cost-benefit analyses. Among the investigated benefits, energy savings, GHG emissions savings, and higher revenues from rent or sales are the most prominent and frequently cited.

So far, the developed method has concentrated on specific upgrading measures, such as window upgrades and PV panel installations. The outcomes highlighted the importance of energy price, lifetime of upgrading measures, price development index, and stakeholders' viewpoints on the economic viability of upgrading measures. A further extension to other upgrading measures, stakeholders' perspectives, and monetary valuation methods for the less tangible benefits will be pursued.

Det er alltid spennende å anvende forskningen sin i praksis siden den ofte er veldig teoretisk



JOHANNES BROZOVSKY

Forsker, SINTEF Community

HVA JOBBER DU MED I FME ZEN?

Jeg jobber i arbeidspakke 3 og ser på energifleksibilitet i bygg, dvs. å flytte energibruk og last for oppvarming til tidsrom utenfor de typiske spisslattformene om morgenen og ettermiddagen. Hensikten med det kan være å redusere belastningen for det offentlige strømmettet (eller fjernvarme) og/eller å unngå perioder med høye energipriser..

HVA ER HØYDEPUNKTET(ENE) FRA ARBEIDET DITT I 2023?

Vi jobbet mye sammen med Ydalir skole der vi hadde noen tester av lastforskyvning og energifleksibilitet. Det er alltid spennende å anvende forskningen sin i praksis siden den ofte er veldig teoretisk. utfordringene man møter i den virkelige verdenen er imidlertid mindre kompleks, men like viktig å løse. Kun forskning som kan omsettes i praksis vil hjelpe oss å redusere klimafotavtrykket i byggebransjen.

HVA ER DET VIKTIGSTE VI (FORSKERE, FME ZEN, SAMFUNN) MÅ GJØRE FREM-OVER FOR Å KLARE AMBISJONENE?

Som forskere må vi ha enda mer fokus på praksisnær forskning og svare på konkrete problemstillinger utenfor vår «forskingsboble». Som samfunn må vi akseptere at en rask omstilling til et nullutslippssamfunn er bare mulig om vi aksepterer en viss endring av vår ganske «bortskjemte» livsstil. I veldig mange tilfeller blir spare- og effektiviseringstiltak kompensert av enda mer komfort og luksus (f.eks. vi bor i større og større boliger, eller har det nødvendig varmt inne siden vi sparer mye strøm for oppvarming ved bruk av varmepumper; eller vi kjører større og tyngre biler siden de bruker strøm, og ikke bensin eller diesel). Som samfunn er det fremdeles veldig mye å hente når vi innser at ikke alt må være større, ny, og enda mer komfortabel, selv om det er veldig fristende.

HVA ER DET VIKTIGSTE SOM BØR STÅ IGJEN ETTER FME ZEN?

Konkrete anvisninger, definisjoner, hjelpemidler, verktøy og kunnskap som er tilrettelagt for at hele bransjen kan ta det i bruk. Forskningen må kommuniseres på en måte som ikke bare adresserer forskere og akademikere, men alle aktører i byggebransjen slik at vi klarer den grønne omstillingen enda raskere.

HVA GJØR DU SELV FOR Å BIDRA TIL Å REDUSERE UTSLIPP?

Til jobb tar jeg utelukkende sykkel uansett vær. Jeg prøver å kjøpe brukt så mye som mulig, reparerer og gjenbraker ting de fleste ville kastet (eller allerede har kastet). Jeg unngår å kjøpe langreste varer inkl. mat, spiser veldig lite kjøtt og reduserer matsvinn på et absolutt minimum. I tillegg bor vi til sammen på bare 48 kvm (gjennomsnitt i Norge per person er 70 kvm), som hjelper med å holde det økologiske fotavtrykket relativt lavt.

ARBEIDSPAKKE 4: ENERGIFLEKSIBLE OMRÅDER

ARBEIDSPAKKE 4 handler om å gjøre energibruken mer fleksibel, og dermed muliggjøre et nullutslipps energisystem basert på fornybar energi. Arbeidspakken er oppdelt i tre oppgaver, som fokuserer på 1) modellering av termiske komponenter og nett, 2) modellering av elektriske ressurser, 3) optimal kontroll av energisystemer i bygninger og nabolag. Det er stor partnerinvolvering, og testing av en rekke indikatorer og verktøy i samarbeid med partnere er i gang.

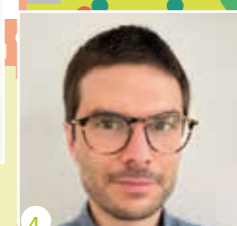
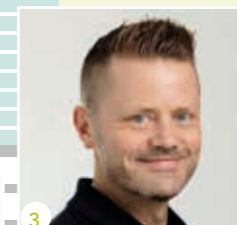
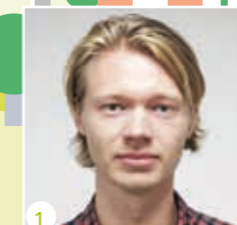


Seniorforsker
IGOR SARTORI
er leder av arbeidspakke 4
i FME ZEN



Fra venstre: Synne K.Lien, Igor Sartori, Shabnam Homaei, Åse L. Sørensen og Harald Taxt Walnum.

Små bilder: 1. Marius Bagle (PhD), 2. John Clauss, 3. Thomas Elverum Lassen, 4. Luis Caetano, 5. Reidar Kind, 6. Laurent Georges, 7. Abolfazl Mohammadabadi (PhD)



Elbilladning i norske hjem



Åse Lekang Sørensen
PhD-kandidat
FME ZEN

Utslippsfri transport er nødvendig for å oppnå nullutslippssamfunnet. Norge har lenge hatt en viktig satsing på elbiler, og 30% av personbilene våre er nå elbiler eller ladbare hybridbiler. I FME ZEN studerer vi hvordan bilene våre lades i tilknytning til bygninger. Nylig er det publisert en artikkel som omfatter hjemmelading i Norge.

Utslippsfri transport er nødvendig for å oppnå nullutslippssamfunnet. Norge har lenge hatt en viktig satsing på elbiler, og 30% av personbilene våre er nå elbiler eller ladbare hybridbiler. I FME ZEN studerer vi hvordan bilene våre lades i tilknytning til bygninger. Nylig er det publisert en artikkel som omfatter hjemmelading i Norge.

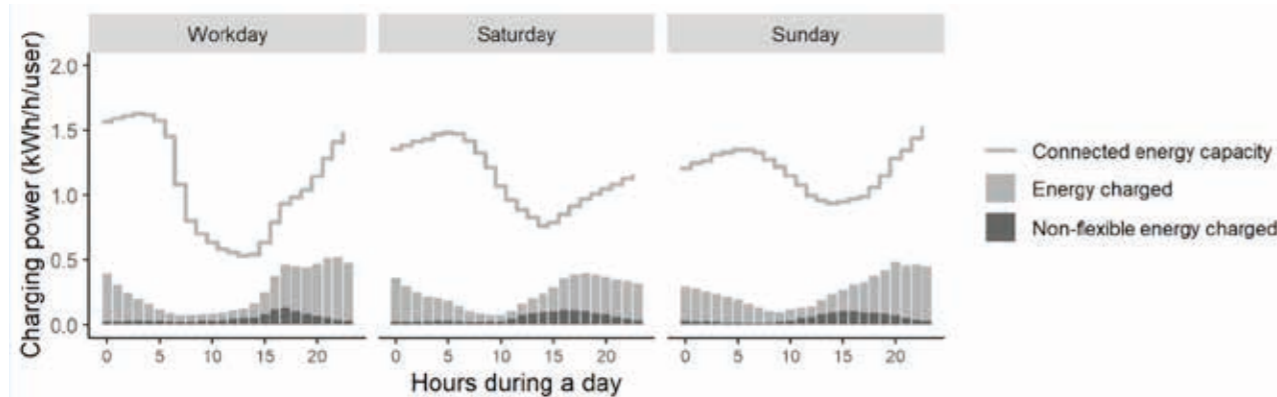
Studien tar utgangspunkt i laderapporter fra 12 lokasjoner, og analyserer over 35 000 ladeøkter for 267 elbilbrukere. Fra laderapportene vet vi hvor mye energi som lades i hver ladeøkt, samt tidspunktene for tilkobling og frakobling til laderen. Basert på denne informasjonen er det gjort vurderinger for ladeeffekt, batterikapasitet, ladetid og batteriets tilstand (state-of-charge).

Elbilbrukerne er deretter fordelt på ulike grupper, basert på ladeeffekt og batterikapasitet. Særlig er brukerne med "små" og "store" elbiler analysert og sammenlignet (grense er satt ved 4 kW ladeeffekt og 33 kWh batterikapasitet).

I gjennomsnitt lader elbilbrukerne rundt 6,2 kWh hjemme hver dag, fordelt på 3,7 ladesesjoner hver uke. Store elbiler lader rundt 1,7 ganger så mye energi som små elbiler. Det er et betydelig potensial for å flytte elbilladingen i tid, for eksempel til timer på natten med lavere energipriser. Mens selve ladetiden i gjennomsnitt er mindre enn 3 timer, er elbilene i snitt tilkoblet laderen rundt 12 timer.

Artikkelen er åpent tilgjengelig:

- Å.L. Sørensen, I. Sartori, K.B. Lindberg, I. Andresen, A method for generating complete EV charging datasets and analysis of residential charging behaviour in a large Norwegian case study, Sustain. Energy, Grids Networks (2023). 101195. <https://doi.org/10.1016/j.segan.2023.101195>



Figur: Gjennomsnittlige ladeprofiler per elbilbruker. "Energy charged" viser fordelingen av energi dersom ladingen skjer direkte ved tilkobling til laderen. "Non-flexible energy charged" viser ladeøktene hvor bilene kun er tilkoblet tiden som trengs for selve ladingen. "Connected energy capacity" viser potensialet for å flytte ladingen i tid.

Electric Vehicle Charging in Norwegian Homes

Emission-free transportation is essential to achieve a zero-emission society. Norway has long prioritized electric vehicles (EVs), and currently, 30% of our passenger cars are either EVs or plug-in hybrid vehicles. At FME ZEN, we study how our cars are charged in relation to buildings. Recently, an article was published that specifically addresses home charging in Norway.

The study is based on charging reports from 12 locations, analyzing over 35,000 charging sessions for 267 EV users. From these reports, we know the amount of energy charged in each session, as well as the connection and disconnection times. Based on this information, we evaluate charging power, battery capacity, charging time, and battery state-of-charge.

EV users are then categorized into different groups based on charging power and battery capacity. Particularly, we compare users with "small" and "large" EVs (the threshold being 4 kW charging power and 33 kWh battery capacity).

On average, EV users charge around 6.2 kWh at home daily, spread across 3.7 charging sessions per week. Large EVs charge approximately 1.7 times more energy than small EVs. There is significant potential to shift EV charging to off-peak hours, such as nighttime when energy prices are lower. While the actual charging time averages less than 3 hours, EVs remain connected to the charger for an average of 12 hours.



Home charging of electric vehicles. (SINTEF/Sørensen)

Open access:

- Å.L. Sørensen, I. Sartori, K.B. Lindberg, I. Andresen, A method for generating complete EV charging datasets and analysis of residential charging behaviour in a large Norwegian case study, Sustain. Energy, Grids Networks (2023). 101195. <https://doi.org/10.1016/j.segan.2023.101195>

Figure from the article:

Average charging profiles per EV user. "Energy charged" represents the distribution of energy if charging occurs directly upon connection to the charger. "Non-flexible energy charged" shows charging sessions where cars are connected only for the necessary time.

Energibruk og elbillading – helt luksus!

Å ha friheten til å dykke ned i problemstillinger fordi jeg synes de er interessante er ren luksus. Det sier Åse Lekang Sørensen som de siste årene har kost seg med å ta en Ph.d. Nå er luksuslivet snart over.

– Jeg har faktisk kost meg med dette, konstaterer Åse når hun har tenkt litt. Hun sikter til det å «ta» en doktorgrad. – Det handler i bunn og grunn om å fordype seg i et tema man selv er interessert i, uten å skulle skrive timer eller levere til kunder eller andre utenforstående. Man har tid til å gå i dybden på en del ting, som databehandling og statistikk m.m.

Hun lener seg tilbake i stolen på møterommet og smiler. Vel vitende om at andre har helt andre erfaringer.

HVORDAN BIDRA TIL FLEKSIBILITET

Åse jobber til vanlig som forsker i SINTEF Community, men har altså de siste årene kunnet dykke ned i et selvvalgt tema. Hun har sett på energibruk i leilighetsblokker,

og hvordan man bruker varme og strøm i leilighetene. I tillegg har hun sett på lading av elbiler.

– Men det er jo selvfølgelig ikke planekjøring. Det kan være vanskelig å publisere vitenskapelige artikler, og ikke alltid lett å forstå tilbakemeldingene fra tidsskriftene. Men jeg har likevel kost meg skikkelig med dette. Doktorgradsarbeidet gjøres i forbindelse med

forskning i FME ZEN. Og energifleksibilitet er et stort tema.

Hun har samlet mye energidata takket være samarbeid med et stort borettslag i Trondheim.

– Jeg har fått tilgang til mye energimålinger, og jeg synes det er veldig spennende å analysere reelle data. Og så har jeg sett på solenergi, og hvordan dette passer sammen med energibruken, men hovedfokuset har vært å se på elbillading i leilighetsblokker.

I starten så hun på energibruk og fleksibilitet mer generelt. – Men så fant jeg ut at elbillading var en stor del av fleksibiliteten, og ganske lett tilgjengelig, ettersom de fleste leilighetsblokker har et felles ladeanlegg. De har også ofte allerede en type lastbalansering for å ikke gå over en maksimum for parkeringsplassen. I tillegg er det mange elbiler i Norge, sammenlignet med andre land, så analyser og erfaringer herfra kan også komme til nytte andre steder.

LETT TILGJENGELIG ENERGI

Åse har analysert elbildata fra mange aktører i Norge. Å flytte lading av elbilen i tid er noe som ikke påvirker deg i særlig grad, så lenge du har nok strøm til neste tur. Derfor er det mye å hente på å utnytte fleksibilitet der. Det er en lavhengende frukt. Allikevel er det viktig med et system som lar deg som bileier ta de nødvendige valgene på en enkel måte, slik at bilen er ferdigladet ved avreise.

Ofte kobler man laderen til med en gang man kommer hjem fra jobb. I en enebolig, kan man ganske enkelt flytte ladingen til natt, og sparer penger på dette. Men i

en boligblokk har man i utgangspunktet ikke noe økonomisk motivasjon til å flytte ladingen til natta, fordi man stort sett betaler det samme for energien uansett. Disse beboerne må derfor motiveres på en annen måte. Åse sier det må være enkelt å samtykke. F.eks. ved å bekrefte på selve ladeboksen at man aksepterer å lade på natten, og slik spare en viss andel på strømregningen. Da blir motivasjonen større. –Det hadde vært spennende å teste ut dette i praksis i prosjekter, nå når PhD-arbeidet snart er over, sier Åse.

NYBROTTSARBEID

En annen problemstilling hun jobbet med var forvarming av elbiler når det er kaldt ute. – Det var et tema som jeg gikk inn på fordi det var interessant, og så var det ingen som har sett på det tidligere. Det kan være lurt å forvarme kalde biler – for å få både bedre komfort og sikkerhet. Man kan gjøre dette tilkoblet laderen, for å spare batteriet, men da øker man energibruken på morgenen, når det ellers er høyt energibruk og ofte dyrere strøm. Det kan derfor være lurt å bruke strøm fra bilens batteri til forvarmingen, dersom man ikke trenger 100% batterikapasitet den dagen. Det er larest både for lommeboka og for nettet.

Slike ting jobber altså Åse med som doktorgradskandidat, samtidig som hun også bidrar på flere prosjekter i FME ZEN og SINTEF.

ARMER OG BEIN

Hun vokste opp på Hadeland med lærerforeldre og barneskolen lå vegg i vegg med huset, så det var trygge forhold. Hun har alltid vært teknisk interessert, og som lite jente ville hun bli vaktmester. På videregående tok hun naturfag, og hadde lyst til å bli ortopedingeniør. – Jeg syntes det var litt kult å kunne lage armer og bein, og gjøre livet enklere for folk som trengte

dette. Der var det inntak hvert tredje år, så da første forsøk ikke gikk, ble det andre valget som var landbrukshøgskolen (NMBU) og sivilingeniørutdanningen innen energifysikk. Så egentlig litt tilfeldig, men jeg har ikke angret på det altså.

VERDENSVANT

Etter fullført grad dro Åse ut i verden og jobbet i Irland et par år. Så gikk turen til Trondheim med kjæresten på slep, og til NTNU som koordinator for senter for fornybar energi og gassteknisk senter. Hun jobbet også internasjonalt med universiteter i Uganda og Tanzania, der de samarbeidet om sommerutveksling for studenter og senere opprettelsen av mastergrader. Etter fire år i Trondheim dro de videre til Oslo. Norsk Energi, Norges Vel og Norsk solenergiforening er andre oppdragsgivere som har høstet av Åses kompetanse. Nå har hun vært åtte år i SINTEF og nærmer seg slutten på en ganske så fin periode som doktorgradsstudent.

TALLKNUSERNE

Samtidig krever også to små jenter sitt når forskerhverdagen er over. – I år har vi en skolejente og en barnehagejente. Begge to er forresten glade i tall og favoritten på Barne-Tv er «Tallkuber», en tegneserie om tall, som de har funnet frem til helt selv. Det er et ganske kjedelig program sammenlignet med alt det andre, men de elsker det!

Åse har vært med siden oppstarten av FME ZEN, og synes det har vært fint å være en del av et stort nettverk der problemstillingene er vide og man jobber tett med andre forskere, partnere og utviklere. – Det at vi jobber med reelle bygg og teknologier og bedrifter er viktig. Det gir oss forskere en dytt, og forskningen kommer nærmere virkeligheten. Det er veldig givende.

HARALD TAXT WALNUM

Forsker, SINTEF Community

HVA JOBBER DU MED I FME ZEN?

Jeg jobber med energibruk og energifleksible nabolag i arbeidspakke 4. Der utvikler vi verktøy for å studere hvordan energifleksibilitet kan forbedre samspillet mellom nabolag og tilknyttet nett. Jeg er også pilotkontakt for Furuset.

HVA ER HØYDEPUNKTET(ENE) FRA ARBEIDET DITT I 2023?

Vi har kunnet gjøre noen av verktøyene våre tilgjengelig for prosjektpartnerne i ZEN gjennom APler (application programming interface), som gjør det mulig for andre å bruke verktøyene i sine programmer. Spesielt har verktøyet PROFet, som kan brukes til å estimere energibruksprofiler for nye eller eksisterende nabolag, blitt tatt i bruk av både studenter, rådgiver og andre forskere.

HVA ER DET VIKTIGSTE VI (FORSKERE, FME ZEN, SAMFUNN) MÅ GJØRE FREMOVER FOR Å KLARE AMBISJONENE?

For at vi skal lykkes, må alle bidra, og da må det legges til rette for at vi skal lykkes. Det må lønne seg og gjøre de gode valgene. I tillegg er det viktig at vi tar vare på og forbedrer eksisterende bygningsmasse, ikke bare bygger nye fancy demonstrasjonsbygg.

HVA ER DET VIKTIGSTE SOM BØR STÅ IGJEN ETTER FME ZEN?

ZEN har vurdert mange gode og interessante tekniske løsninger, men arbeidet med pilotene har vist at det ikke er de tekniske barrierene som er de vanskeligste å overkomme. Ofte er det de sosiale og prosessuelle barrierene som er mest utfordrende. Det er derfor viktig å ha fokus på godt samarbeid mellom aktørene som er involvert i utvikling av et område. Dette gjelder alt fra beboere, private utbyggere, kommunale etater og energiselskaper.

HVA GJØR DU SELV FOR Å BIDRA TIL Å REDUSERE UTSLIPP?

Jeg bruker sykkel eller offentlig kommunikasjon i hverdagen. I tillegg overvåker jeg og prøver å redusere eget strømforbruk.

For at vi skal lykkes, må alle bidra, og da må det legges til rette for at vi skal lykkes

ARBEIDSPAKKE 5: OPTIMALISERING AV OMRÅDERS ENERGISYSTEM

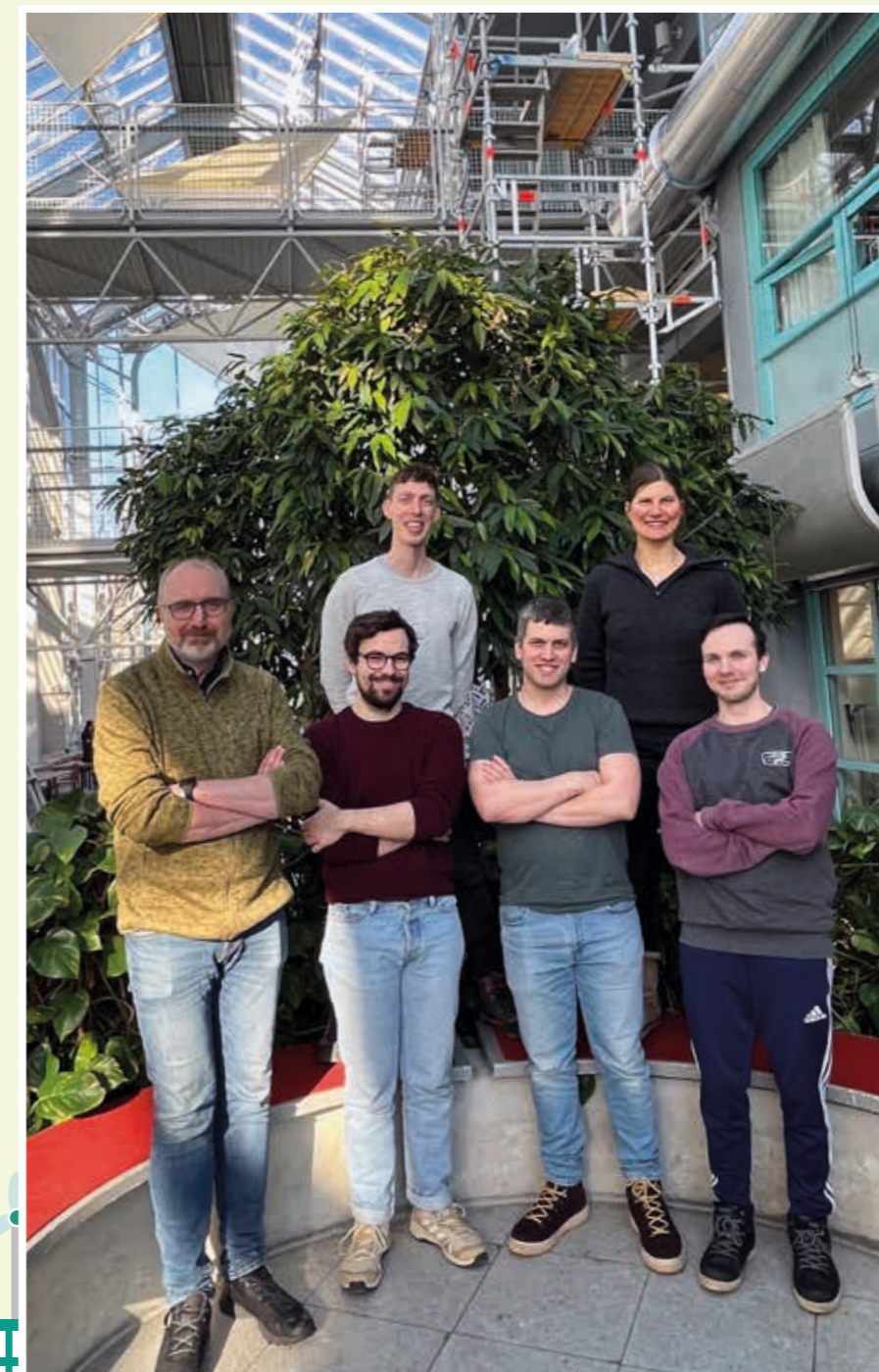
ARBEIDSPAKKE 5 har som hovedmål å utvikle og anvende metoder for beregning av kostnadseffektiv utnyttelse av tilgjengelige ressurser i områder, i et samspill med omkringliggende energisystem. I tillegg ser vi på det Europeiske energisystemet og hvordan nullutslipps nabolag (ZEN) virker innpå CO2 utslipp og lønnsomme investeringer.

Vi jobber med forskjellige verktøy: INTEGRATE for planlegging av lokale energiområder, og EMPIRE for å se på effekten av nullutslippsnabolag i det Europeiske energisystemet.

Det siste året har vi brukt INTEGRATE for planlegging av energisystemet på Nyhavna, som er en del av pilot Kunnskapsaksen. I Europeisk sammenheng har vi benyttet EMPIRE for å se effekten av fleksibilitet i nullutslippsnabolag på veien til netto null energisystem i 2050.



Seniorforsker
HANNE KAUKO
er leder av arbeidspakke 5
i FME ZEN



Energisk team: Bak fra venstre: Stian Backe, Hanne Laura Kauko (leder),
Foran fra venstre: Ove Wolfgang, Dimitri Pinel, Magnus Askeland og August Brækken

Energieffektivisering, fjernvarme og varmepumper for redusert kraftbehov



Hanne Kauko
Seniorforsker
SINTEF



Benjamín Manrique Delgado
Forsker
SINTEF



Igor Sartori
Seniorforsker
SINTEF



Stian Backe
Forsker
SINTEF

Det norske kraftsystemet står overfor enorme utfordringer i overgangen til et fossilfritt samfunn. Den pågående elektrifiseringen av transport og industri, sammen med etablering av ny kraftintensiv industri, krever rask og omfattende økning i både produksjon av fornybar elektrisitet og transmissjonskapasitet. Denne økningen kan delvis unngås gjennom energieffektivisering sammen med økt bruk av varmepumper og alternative energibærere til oppvarming. Redusert energibruk i bygninger og mer utbredt bruk av fjern- og nærvarme har et stort potensial for å redusere strømbehovet i Norge, og samtidig bidra til økt energisystemfleksibilitet, i perioder når nettet er høyest belastet.

Vi har i denne studien kvantifisert potensialet for økt bruk av fjernvarme og varmepumper for å redusere strømbehovet i Norge. Det fremtidige energibehovet til den norske bygningsmassen, delt i tre ulike grupper i forhold til beboertetthet, ble først modellert i ulike scenarier i forhold til energieffektivitet og bruk av vannbåren oppvarming. Resultatet ble deretter brukt i en energisystemmodell for å ta hensyn til ulike energikilder og fleksibiliteten som er tilgjengelig i produksjon av fjernvarme.

Studien viser at økt bruk av fjernvarme reduserer det totale strømforbruket, og da spesielt topplastbehovet. Sammenlignet med 2020-nivået, vil fortsettelse med dagens praksis føre til en økning på

+3 % i total etterspørsel for elektrisitet på grunn av bygninger alene innen 2030, og +7 % innen 2050. Den tilsvarende økningen i topplastbehov er +2 % innen 2030 og +5 % innen 2050. Gjennom maksimal bruk av fjernvarme vil det totale elektrisitetsbehovet forbli på 2020-nivå, mens toppeffektbehovet kan reduseres med -1 % innen 2030 og -5 % innen 2050.

En betydelig reduksjon i både det totale strømbehovet og topplastbehovet oppnås først når maksimal bruk av fjernvarme kombineres med ambisiøs energieffektivisering og maksimal bruk av varmepumper i distriktene. I et slikt scenario er det mulig å oppnå en reduksjon på -12 % i det totale strømbehovet innen 2030 og -26 % innen 2050 sammenlignet med 2020-nivået. Toppeffektbehovet kan reduseres med -17 % innen 2030 og -35 % innen 2050.

Resultatene er av største betydning for alle interessenter som er involvert i utviklingen av energisystemet i Norge, på lokalt og nasjonalt nivå. Kuldeperioder om vinteren, og ineffektiv bruk av strøm til oppvarming, er drivkraften for investeringer i kraftsystemet. Massiv utvidelse av kraftproduksjon og overføringskapasitet kan delvis unngås med sterkt fokus på energieffektivisering i bygg sammen med økt bruk av fjernvarme for oppvarming i tettbygde strøk, og varmepumper i rurale områder. Dette kan redusere de totale systemkostnadene for energiproduksjon og spare naturen for unødvendige ytterligere inngrep.

Energy efficiency, district heating and heat pumps to reduce power demand

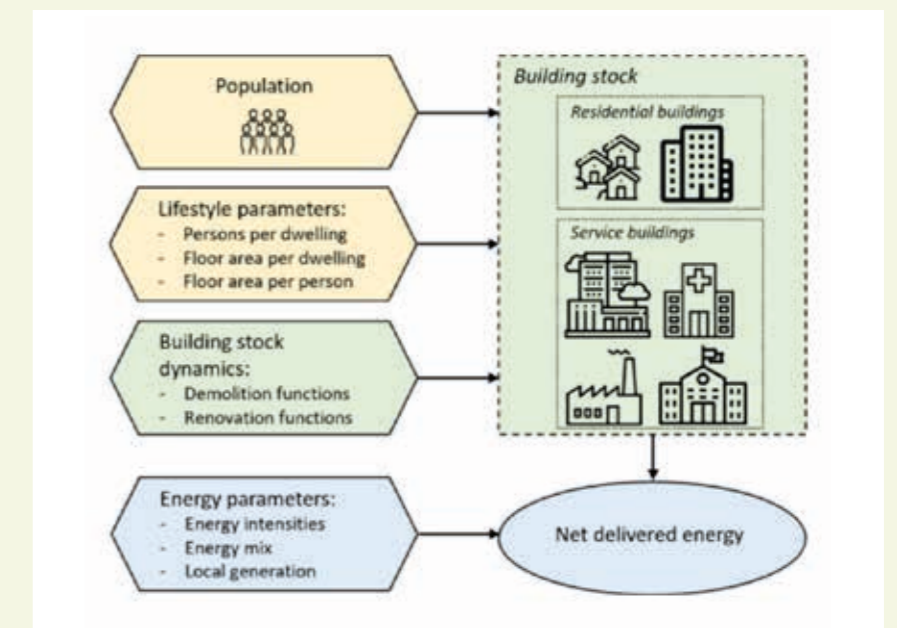
The Norwegian power system faces significant challenges in transitioning to a fossil-free society. The ongoing electrification of transportation and industry, coupled with the establishment of new power-intensive industries, demands rapid and extensive increases in both renewable electricity production and transmission capacity. However, part of this increase can be mitigated through energy efficiency measures, along with greater utilization of heat pumps and alternative energy sources for heating. Reducing energy consumption in buildings and promoting widespread adoption of district heating and local heat networks have substantial potential to decrease electricity demand in Norway while enhancing energy system flexibility during peak load periods.

In our study, we quantified the potential for increased use of district heating and heat pumps to reduce electricity demand in Norway. We first modeled the future energy requirements for the Norwegian building stock, categorized into three groups based on population density. These scenarios considered energy efficiency improvements and the adoption of water-based heating systems. The results were then incorporated into an energy system model, accounting for various energy sources and the flexibility available in district heating production.

The study reveals that increased adoption of district heating leads to a reduction in total electricity consumption, particularly during peak demand. Compared to 2020 levels, continuing with current practices would result in a 3% increase in total electricity demand due to build-

ings alone by 2030, and a 7% increase by 2050. The corresponding increase in peak load demand would be 2% by 2030 and 5% by 2050. However, by maximizing the use of district heating, the overall electricity requirement would remain at 2020 levels, while peak power demand could be reduced by 1% by 2030 and 5% by 2050.

Significant reductions in both total electricity demand and peak load requirements are achievable when district heating is combined with ambitious energy efficiency measures and extensive utilization of heat pumps in rural areas. In such a scenario, it is possible to achieve a 12% reduction in total electricity demand by 2030 and a 26% reduction by 2050 compared to 2020 levels. Peak power demand could be reduced by 17% by 2030 and 35% by 2050.



Vil bidra til endring

Ølbrygging, birøkting, bygningsoptimering og fleksibilitet. Kasper Emil Thorvaldsen (29) snakker med like stor entusiasme om både hobby og jobb. Dødtid er et begrep han ikke kjenner til. Noe som gagnar både venner, kolleger og arbeidsgiver. Ja, og biene.

– Birøkting er viktig, man jo ha en biinntekt, sier Kasper med et glis. Men dette er en familietradisjon altså, noe vi har holdt på med i over 20 år på Sørlandet. Og nå er det jeg som har ansvaret. «Farmen» produserer mellom 100-200 kg honning i året og selges stort sett til venner og familie.

Kasper har derfor en liten stand på kontoret sitt der det er mulig å få kjøpt lokal honning. Å være birøkter på Sørlandet, når man bor og arbeider i Trondheim er heller ikke noe stress.

– Biene klarer jo seg stort sett selv, men vi må passe på at de har plass nok til å produsere og lagre honning og leve om sommeren. Heldigvis har jeg en far som fremdeles synes det er greit å hjelpe til når jeg ikke er der, så sammen klarer vi dette fint.

INGENIØRMANGEL

Selv om han synes bi-røkting er kult, er dette bokstavelig talt en bi-geskjeft for Kasper Emil Thorvaldsen. I sitt daglige virke sprer han positivitet og engasjement for fag og hobbyer blant kolleger i SINTEF Energi og nå for tiden også blant studenter som førsteamanuensis 2 ved NTNU. På samme institutt som han selv studerte.

Og veien til NTNU startet allerede da han var 9 år. Da var det ingeniørmangel i Norge og faren mente at dette var et yrke for poden som var så god i matte. Dermed var tanken sådd. At det ble fornybar energi han skulle studere bestemte han seg allerede for i 10.klasse. – Da hadde vi et skoleprosjekt som skulle dimensjonere solcelleanlegg på skolen for å drifte både den og idrettshallen. Jeg lærte mye og ble bitt av basillen. Dette ville jeg jobbe med og kanskje bidra til å redde verden, litt, sier han og smiler bredt.

Men det kunne like gjerne blitt NHH, for Kasper er økonom av hjerte, og liker å se på det økonomiske aspektet. Men NTNU og Trondheim trakk det lengste strået etter en karrieredag med god rådgivning.

LIRKET INN I PH.D.

Etter hvert peilet han seg inn på tekniske-økonomisk retning og fikk professor Magnus Korpås som underviser og veileder på masteroppgaven, der tema var langtidsverdien av vannkraftsoptimering.

At det skulle bli en doktorgrad var ikke like opplagt, Kasper hadde sett for seg en jobb ute i næring eller industri, men Magnus Korpås ville det annerledes. Han traff med sitt forslag om å ta en ph.d.

– Den dagen forslaget kom, hadde jeg fått avslag på en jobb jeg hadde lyst på, så jeg var ganske langt nede. Så da Magnus ymtet frem på om å ta en doktorgrad hørtes det forlokkende ut. En slik mulighet gjør det mulig å dykke ned i problemstillinger som jeg synes er spennende.

LANGSIKTIGHET

Kasper fikk ph.d. stillingen innen nullutslippssnabolag i fremtidens distribusjonsnett, og kom dermed inn i de store FME-familiene ZEN og CINELDI i 2018. Tema for doktorgraden var å se på kortsiktig drift av bygninger i nullutslippssnabolag, og prøve å koble verdien av fleksibilitet inn i smartgrid og distribusjonsnettet. – Men jeg endret retning til å prøve å finne den langsiktige verdien av fleksibilitet i bygninger og nabolag mot langsiktig drift. Og nettopp metodene rundt vannkraftsoptimering som jeg hadde jobbet med i masteren ble utgangspunktet for hvordan dette skulle løses.

SAMFUNNSNYTTEN

– Jeg endte opp med å se på den månedlige effekttariffen. Den hadde næringslivet allerede som del av tariffgrunnlaget, og det var mye diskusjon om en skulle endre tarifferingen til å ha effektbaserte kostnader på husholdningsnivå også. F.eks. Hvordan skal vi ha innsikt i hva som er det langsiktige effektnivået vi skal drifte bygningen mot? Kan vi gjøre en kostnadsoptimal beslutning fra dag 1? Det var slike problemstillinger jeg ville prøve å løse på samme vis som det gjøres innenfor vannkraft.

Det Kasper trekker frem som litt spesielt fra arbeidet sitt, er at det han begynte å forske på i 2018, ble fra 2022 den faktiske

tariffen som gjelder i dag. Et sammentreff, selvfølgelig, for noe «policy making» har han ikke bedrevet.

HVA BETYR DET FOR OSS FORBRUKERE?

– Det betyr at vi må være litt mer strategiske, og bevisste på hva slags forbruk vi har hjemme. Og spesielt passe på at vi ikke bruker vaskemaskin, oppvaskmaskin og lader el-bilen samtidig. Jeg vil være med å endre hvordan vi bruker energi i bygninger, og sørge for at vi er mer synkronisert med behovet i strømmettet ved hjelp av sluttbrukers valg. Det er noe jeg fortsatt er veldig interessert i å finne ut.

AKADEMIA & FORSKNING?

Som underviser ved NTNU kjenner han på ansvaret for å utdanne ungdommen til kloke studenter slik at de er klare for det arbeidslivet trenger. Det er såpass kort tid siden han selv var i samme situasjon og vil gjerne bidra til at dagens studenter får det litt lettere. – Og det er spesielt innenfor optimering, programmering og digitale verktøy at jeg jobber. Det bør man lære på et tidlig tidspunkt, og ikke sent i masterløpet som var tilfellet før.

Hva fremtiden bringer er han ikke sikker på, men akkurat nå trives han veldig godt med både forskning og undervisning på agendaen. Et vekselbruk er bra.

DIALEKTFORVIRRET BRYGGERI

Men før vi avslutter så må vi rekke å snakke om den andre hobbyen, som han slettes ikke er alene om. Ølbrygging! – Ja, så nå er Dialektforvirret Bryggeri en realitet. Dette er også en hobby som stort sett passer seg selv, og gir et resultat det går an å sette pris på, sammen med gode venner under selve prosessen og i etterkant.

Men hva med navnet? Det har også sin forklaring. Man skal ikke ha snakket lenge med Kasper før man begynner å lure på hvor han har dialekten sin fra. – Jeg har ingen konkret dialekt, konstaterer han. Jeg snakker egentlig alle dialekter, og tar etter de jeg snakker med i hytt og pine, uten å vite det selv. Så det bryggerinavnet kom av seg selv, sier han fornøyd.

ARBEIDSPAKKE 6: PILOTOMRÅDER OG LIVING LABS

Hovedmålet for AP6 er å følge opp senterets pilotområder. I 2022-2023 har vi testet ut alle KPlene i pilotområdet Ydalir. Vurderingen gir oss konkrete resultater på anvendbarhet av KPlene. Resultatene er publisert i ZEN rapport 51. En ny Living Lab på Furuset fokuserte på hvordan ZEN oppfattes av lokale beboere, og hvordan ulike befolkningsgrupper kan bli bedre inkludert i arbeidet med å oppnå ZEN ambisjoner.



Forskningsleder
JUDITH THOMSEN
er leder av arbeidspakke 6
i FME ZEN



Sittende ved bordet fra venstre: Lars Arne Bø, Lillian Sve Rokseth, Carine Lausset.
På skjermen: Øverst: Judith Thomsen, Synne L. Krekling, Harald Walnum.
Nederst: Kamilla H. Andersen, Åse L. Sørensen, Shabnam Homaei.
På siden: Nicola Lolli.



Perspektiver på planlegging av Nyhavna



Marianne Skaar
Forsker
SINTEF



Lars Arne Bø
Seniorrådgiver
SINTEF



Judith Thomsen
Forskningsleder
SINTEF

Å utvikle nullutslippsområder krever engasjement og handling fra forskjellige interessenter over en lengre periode. I ZEN er det et mål å utforske prosesser for å oppnå klimanøytralitet, samtidig som det skal skapes attraktive steder å bo.

Mens bygninger har fått mye oppmerksomhet i hvordan man planlegger for å redusere utslipp og energiforbruk, er det fortsatt få empiriske studier som tar for seg hvordan vi planlegger ZEN på nabolagsnivå og hvordan vi kan balansere til tider motstridende interesser blant aktørene. Det er lite tilgjengelig forskning om hvordan man organiserer den komplekse prosessen mot en bærekraftig transformasjon av nabolag til nullutslippsområder.

I et ønske om å forstå hvordan planleggingsprosessen for Nyhavn i Trondheim foregår, har vi gjennomført 7 kvalitative intervjuer med 8 eksperter fra forskjellige interessentgrupper som er involvert i utviklingen av Nyhavna. Vi har også analysert offentlige tekstdokumenter og gjennomført deltakende observasjon i møter.

Målet er å utforske og forstå hvordan planleggingsprosessen og interessentstrukturene vi finner på Nyhavna påvirker utviklingen av nabolaget med sine spesifikke ambisjoner? Hvilke utfordringer ser de ulike intervjupartnerne, og hvilke strategier anses som avgjørende for å opprettholde høye ambisjoner gjennom utviklingsforløpet?

Studien pågår fortsatt, men foreløpige funn peker på sentrale aspekter knyttet til den tidlige planleggingsfasen:

- Kontinuerlig involvering av interessenter er utfordrende og må planlegges
- Planleggingshierarkiet og eierstrukturen til et nabolag kan skape hindringer for ambisiøse mål
- Målene for hierarkiet må være tydelig definert
- Rollene til interessenter og samspillet deres bør avklares.

Hovedutfordringen er å forankre og opprettholde ambisjonsnivået over den omfattende tiden det tar å utvikle et overgangsområde som Nyhavna



Perspectives on planning Nyhavna

Developing zero-emission neighbourhoods requires commitment and action from diverse stakeholders over an extended period. In ZEN it is of interest to explore pathways of how to achieve climate neutrality, while at the same time creating attractive places to live.

While buildings have received ample scholarly attention in how to plan for reducing emissions and energy use, empirical studies addressing high ambition levels on a neighbourhood scale and balancing sometimes conflicting ambitions are still underrepresented. Little available research explores how to organise the complex process towards a sustainable transition of neighbourhoods to achieve ZENs.

Addressing the planning process of Nyhavna in Trondheim, we conducted 7 qualitative interviews with 8 experts of different stakeholder groups involved in the development of Nyhavna. We analysed public text documents and carried out participative observation in meetings.

The aim is to explore and understand how the planning process and stakeholder structures we find at Nyhavna influence the development of the neighbourhood and the specified ambitions. What challenges can be identified, and which strategies are considered crucial for sustaining high ambitions throughout development?

The study is still ongoing, but initial findings highlight key aspects related to the early planning phase:

- Continuous stakeholder involvement is challenging and must be planned for.
- The planning hierarchy and the ownership structure of a neighbourhood can impose barriers to ambitious goals; -
- The hierarchy of goals must be clearly defined.
- The roles of stakeholders and their interplay should be clarified.

The main challenge is to anchor and maintain the ambition level over the extensive time of developing a transition area such as Nyhavna.



Geo-referert analyse av bygningsmasse som grunnlag for lokale tiltak innen energi og klimaavbøtende strategier



Lillian Sve Rokseth
Forsker
SINTEF

Bygninger står for 40 % av energiforbruket og 36 % av de energi-relaterte utslippene av klimagasser (GHG) i Europa ¹. Gitt at 75 % av den europeiske bygningsmassen ikke er energieffektiv, og at 85–95 % av dagens eksisterende bygningsmasse fortsatt vil være i bruk i 2050, er renovering avgjørende for å redusere både energiforbruket og de relaterte GHG-utslippene ². For nybygg er det essensielt å følge lavenergistandarder for å unngå uønsket teknologisk låsing på grunn av bygningens lange levetid.

En georeferert bygningsmodell ble brukt til å analysere energi- og klimaytelsen til Kunnskapsaksen i Trondheim, Norge, innen 2050. Strategier for energioppgraderinger, konstruksjon av mer energieffektive nybygg, endringer i oppvarmingsteknologier og deres implikasjoner med hensyn til energisparing og utslipp av klimagasser knyttet til energi og materialer ble vurdert gjennom ulike scenarier.

Tematiske kart ble brukt for å vise utviklingen av totalt gulvareal og energiforbruk. Sammenlignet med referanse-scenariotet for samme år, var energibesparelsene i området 2–9 %, 2–14 % og 2–19 % i henholdsvis 2030, 2040 og 2050. Nye passivhuskonstruksjoner kombinert med energioppgraderinger i renoveringsprosjekter og maksimal bruk av varmepumper har det største potensialet for energibesparelse.

Våre resultater viste stor variasjon i de totale netto GHG-utslippene som et resultat av alternative utslippsfaktorer. De totale netto GHG-utslippene påvirkes primært av energibesparelser (forsterket ved å anta fossilt brensel som marginalblanding), elektrisitetsmix (norsk eller europeisk) og valgt allokering metode for forbrenning av avfall til fjernvarmesystemet.

Kilder

1. UNEP, 2020 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a zero emissions, efficient and resilient buildings and construction sector, Nairobi, 2020
2. European Commission, Energy use in buildings, (2021)

Studie av: C. Lausset, L.S.Roksth, S.K. Lien, H. Bergsdal, (SINTEF), H. Brattebø (NTNU) S.H. Sandberg (SINTEF) J. Tønnesen, (Trondheim kommune)

Geo-referenced building stock analysis as a basis for local-level energy and climate mitigation strategies

Buildings account for 40 % of the energy use and 36 % of the energy-related greenhouse gas (GHG) emissions in Europe [1]. Given that 75 % of the European building stock is not energy efficient and that 85–95 % of the current existing building stock will still be in use in 2050, renovation is essential to reduce both the energy-use and related GHG emissions [2]. For new construction, it is essential to apply low-energy use standards to avoid undesirable technological lock-in because of the building's long lifetime.

A geo-referenced building stock model was used to analyse the energy and climate performance of the Knowledge Axis in Trondheim, Norway, by 2050. Strategies for energy upgrades, construction of more energy-efficient new constructions, changes in heating technologies, and their implications in terms of energy savings and greenhouse gas (GHG) emissions associated with energy and materials are assessed through various scenarios.

Thematic maps were used to display the development of the total floor area and energy use. Compared to the baseline scenario for the same year, the energy savings range from 2 to 9%, 2–14%, and 2–19% in 2030, 2040, and 2050, respectively. New passive house constructions combined with energy upgrades in renovation projects and the maximum use of heat pumps have the greatest energy-saving potential.

Our results displayed a large variation in the total net GHG emissions as a result of the alternative emission factors. The total net GHG emissions are primarily affected by the energy savings (amplified by assuming fossil fuel as the marginal mix), electricity mix (Norwegian or European), and allocation chosen for the incinerated waste to feed the district heating system.

References:

- 1) UNEP, 2020 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a zero emissions, efficient and resilient buildings and construction sector, Nairobi, 2020
- 2) European Commission, Energy use in buildings, (2021).



SHABNAM HOMAEI

Forsker, SINTEF Community

“Vi som forskere må gjøre konseptet om nullutslippsnabolag mer tilgjengelig for publikum.

HVA JOBBER DU MED I FME ZEN?

Jeg jobber med utviklingen av ZEN KPI-verktøyet i arbeidspakke 1, samt testing av ZEN-nøkkelindikatorer i pilotområdene for ZEN-prosjektet i arbeidspakke 6.

HVA ER HØYDEPUNKTET(ENE) FRA ARBEIDET DITT I 2023?

Mange detaljer ble inkludert i ZEN KPI-verktøyet. Det viktigste er oppdateringen vi har fått fra arbeidet med ZEN-definisjonen og ulike vurderingskriterier. Jeg har inkorporert disse oppdateringene i ZEN KPI-verktøyet for å gjøre det mer brukervennlig.

HVA ER DET VIKTIGSTE VI (FORSKERE, FME ZEN, SAMFUNN ETC.) MÅ GJØRE FREMOVER FOR Å KLARE AMBISJONENE?

Vi som forskere må gjøre konseptet om nullutslippsnabolag mer tilgjengelig for publikum, slik at de forstår betydningen av det og er villige til å ta i bruk ulike bærekraftige løsninger for å oppnå klimamålene.

HVA ER DET VIKTIGSTE SOM BØR STÅ IGJEN ETTER FME ZEN?

Praktiske veiledninger, retningslinjer og et sett med verktøy, definisjoner, indikatorer, tiltak og andre ressurser som kan implementeres i lokalsamfunn for å fremskynde overgangen til et nullutslippssamfunn.

HVA GJØR DU SELV FOR Å BIDRA TIL Å REDUSERE UTSLIPP?

Jeg forsøker å redusere min bilkjøring og benytter offentlig transport så ofte som mulig. Videre fokuserer jeg på energisparing hjemme og tar hensyn til rush-tiden. Jeg begrenser oppvarmingen hjemme og foretrekker å kle meg varmere om vinteren.

DEL 3

PILOTOMRÅDER OG PARTNERSAMARBEID



Forskningsleder
JUDITH THOMSEN

Pilotområdene i FME ZEN er arenaer for å lære, samarbeide og formidle kunnskap utviklet i ZEN. Dette gjør vi i tett samarbeid med våre partnere. Pilotene er svært forskjellige og dekker ulike problemstillinger vi jobber med.



Fornebu

Foto_Wilhelm Andersen_Wikimedia Commons



Planlagt sentral gate i Zens pilotprosjekt Furuset.

Copyright City of Oslo Planning and Building Services

Mot slutten av ZEN-prosjektet har det vært viktig å teste ZENs indikatorsett i passende pilotprosjekter. Alle nøkkelindikatorerne har blitt testet i dialog med partnerne i pilotområdet Ydalir. Resultatene ble presentert på seminaret "Hvordan skal vi måle at et pilotområde oppnår nullutslipp?" i august 2023 på Ydalir, med deltakelse av ulike ZEN-partnere: Statsbygg, Elverum kommune og Elverum vekst, Bærum kommune, Future Built, Multiconsult, pluss andre assosierte: Eidsiva energi, Plan 1 AS. Samlingen var en god anledning til å reflektere rundt anvendbarheten av indikatorerne for forskerne og praktikerne.

Gjennom året har flere studier blitt levert i god dialog med pilotene og partnerne, blant annet en studie av alternative løsninger for energisystemet på Nyhavna og ZEN-case "Spasiale indikatorer for sen planfase", som ble presentert i et seminar for de involverte partnerne Bodø og Bærum kommune.



Bysykel på Sluppen

Foto: R. Kjeldsberg AS

I ZEN har vi jobbet med "living Labs" eller forskningsmetodikk der lokalbefolkningen involveres. Dette har vi i 2023 blant annet gjort på Furuset i Oslo. Her fant forskerne ut at beboerne ikke hadde noe spesielt forhold til ZEN-løsninger. Ideen om mikrogridsystemet på Furuset synes flere var teoretisk interessant, men de var nok mest opptatt av om det hadde en betydning for dem selv.



Annes hus – Evenstad

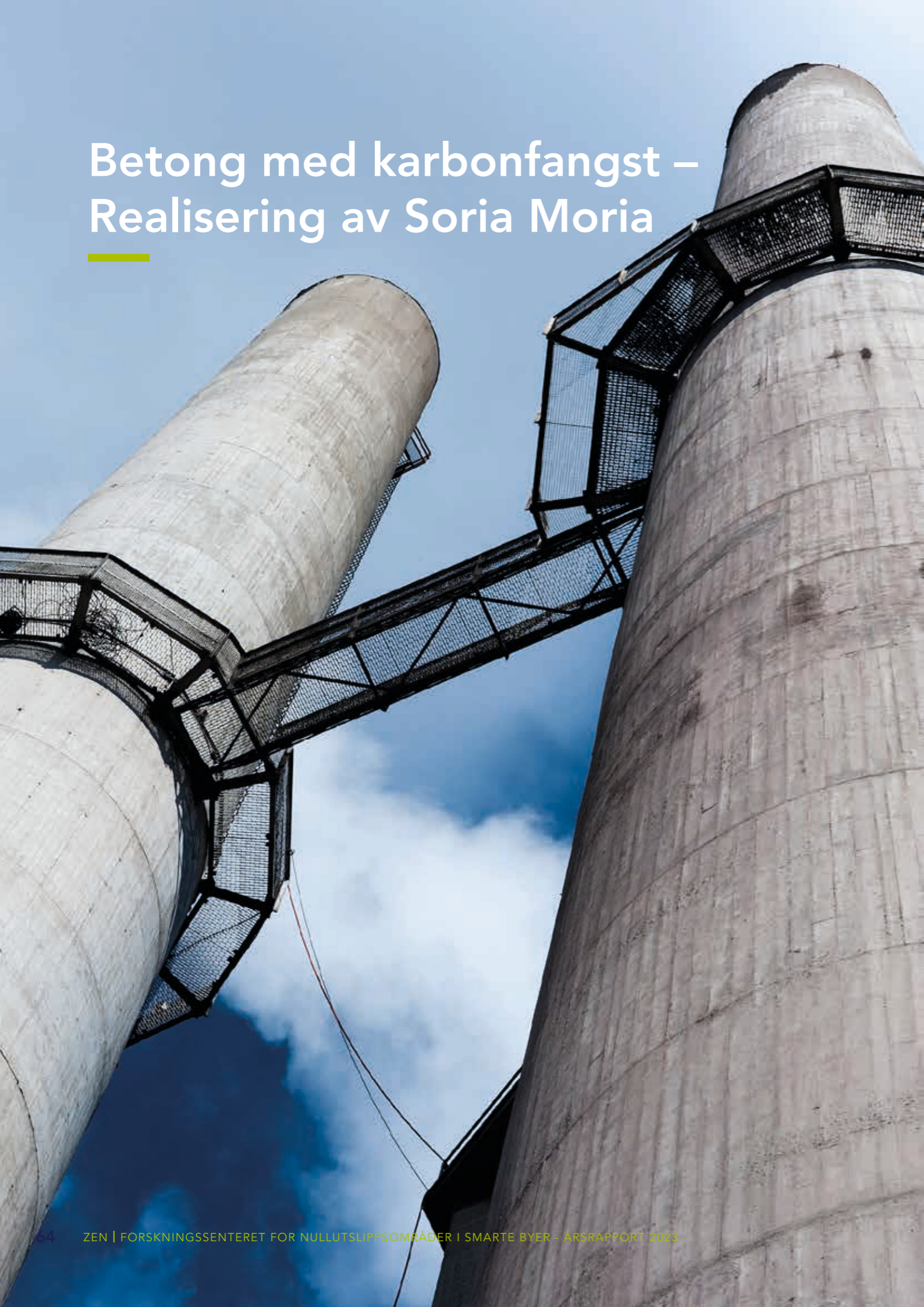
Foto: AnneLise Aakervik



Lager 11 – Sluppen

Illustrasjon Gehl Arkitekter

Betong med karbonfangst – Realisering av Soria Moria



Etter nærmere 20 års forskning og utvikling blir Heidelberg Materials i Brevik verdens første sementfabrikk som produsere sement med karbonfangst og lagring (CCS) når den står ferdig i 2025. Dette er en milepæl for en klimaversting.



VETLE HOUG
Bærekraftsjef • Heidelberg Materials

– Vi er selvsagt stolte over å være den første som klarer å produsere sement med karbonfangst og lagring. Dette vil hele industrien få nytte av, sier Vetle Houg som er bærekraftsjef for Heidelberg Materials, som også er partner i FME ZEN. – For vår fabrikk i Brevik betyr det at vi kutter en betydelig del av egne utslipp, ca. 400 000 tonn i året, som utgjør nær 50 %. Men det gjenstår en siste innsjutt for å få alt klart til produksjon.

Ifølge CCS Norway står sementindustrien for mellom 5-7 prosent av verdens totale CO₂-utslipp. Globalt er Heidelberg Materials verdens nest største sementprodusent. Det er mye å hente på å få ned utslippene herfra.

Karbonfangst, også kalt CCS, har vært et slags Soria Moria for industrien, et fjernt mål langt borte, som det har vært jobbet med å nå gjennom mange år. For Heidelberg Materials i Norge startet planleggingen allerede for nesten 20 år siden. Så å si samtidig som regjeringen Stoltenberg la fram sine planer i 2007 om et forskningsanlegg for rensing av CO₂ på Mongstad. Anlegget ble etter hvert et testsenter for verifisering av teknologier for CO₂-fangst, og har gjennom årene testet og verifisert en rekke fangstløsninger.

LANGSKIP GA FINANSERING

– Da Regjeringen lanserte sin «Langskip-pakke» i 2020 som skulle bidra til å finansiere nye renseteknologiløsninger, og vi vant oppdraget med å utvikle karbonfangst av sementproduksjon, fikk vi endelig et økonomisk grunnlag til å realisere dette. På veien har vi gått gjennom mange steg som har inkludert

ulike samarbeid med akademia og industri. I prosessen har det handlet å finne en teknologi som er moden og realiserbar. Og valget falt på flytende amin-teknologien til Aker, som også ble testet ut på Mongstad testsenter.

Det store løftet for Heidelberg Materials nå er byggingen av et fangst- og rensenanlegg til sementfabrikken. Dette skjer tett inntil og delvis inne i det eksisterende produksjonsanlegget, så utfordringene har vært mange.

– I 2024 vil vi ferdigstille og ha et teknisk ferdig anlegg på slutten av året og fra 2025 er planene å levere den første CCS-reduserte sementen til markedet. Så nå siger alvoret inn over oss, medgir Vetle Houg. Om et års tid kommer vi til å være den eneste sementfabrikken i verden med karbonfangst fra egen produksjon, som vil gi et solid bidrag til at CO₂-utslipp fra betongbruk går ned.

EGET DESIGN

Anlegget i Brevik er i tillegg designet for å bruke overskuddsvarmen fra produksjonen av sement i rensesprosessen, og dette gir ny og viktig innsikt om hvordan man kan gjøre dette kostnadseffektivt. CO₂-en som fanges gjennom prosessen blir komprimert og lagret på 16 bars trykk og – 26 grader. Så blir det hentet og fraktet til Øygarden utenfor Bergen hvor det er en mottakssentral som pumper gass gjennom rørledningen 110 km ut og 2,6 km under havbunnen der den lagres i sandsteinformasjoner.

I det store perspektivet vil sement være en viktig bestanddel i byggeindustrien også i årene fremover, og derfor er det veldig viktig at fabrikk klarer å produsere en lavutslippvariant fra 2025, og at målsetningen om en nullutslippssement fra 2030 lar seg gjennomføre.





FORRETNINGSMODELLER OG BETALINGSVILJE

Utviklingen og forskningen som nå resulterer i en metode og anlegg er ikke forsket frem i ZEN, men som partner i FME ZEN ønsket Heidelberg Materials å demonstrere en del andre produkter med lavt klimaavtrykk som de har utviklet.

– Dette tenkte vi å gjøre i pilotprosjektene, men av forskjellige årsaker så gikk ikke det, sier Kjell Skjeggerud, som er utviklingsjef. Vi har derimot brukt case-ordningen aktivt og har gjennom flere caser/prosjekter fått god valuta for å være med i ZEN. I første fase har vi gått gjennom CCS produkter for sement og betong med tanke på å utvikle forretningsmodeller for finansiering og gjennomføring av CCS pro-

dukter. Dette ga oss viktig forståelse for hvordan vi f.eks. bør introdusere produktene i markedet og finne gode finansieringsmodeller.

To masterstudenter har i tillegg undersøkt betalingsviljen for de ulike sementproduktene som Heidelberg Materials kan tilby.

Skjeggerud påpeker at kunnskapsnivået og nettverket innenfor LCA-miljøet i ZEN har vært veldig viktig for deres deltagelse i sentret.

STOR OPPMERKSOMHET

Houg forteller at det er stor oppmerksomhet rundt prosjektet, både fra sementindustrien globalt og fra mange av kon-

kurrentene som også har vært på besøk. Anlegget er i tillegg et demonstrasjonsprosjekt som innebærer en plikt til å dele kunnskap. Det gjør bedriften i stort monn.

– Vi opplever en entusiasme hos konkurrentene våre over det som skjer nå, som jeg synes er ganske unikt. Det gjelder også fra andre typer industrier, som jo har utslipp som er vanskelig å kutte ellers, og ikke minst fra myndigheter og politikere som ser at dette faktisk er mulig. Det er en løsning vi kan få til hvis man tar grep, men det ikke kan være opp til hver enkelt virksomhet å få til alene. Det krever samarbeid mellom ulike industrier og med politisk drahjelp for å få til. Og i det lange perspektivet er det interessant å se hvilken smitteeffekt det som skjer på Breivik har på an-



dre? En fabrikk med karbonfangst hjelper jo ikke verden.

Houg påpeker at lavutslippsbetong ikke vandr inn i bransjen av seg selv. Dette må både utbyggere, entreprenører, og statlige etater som står bak store byggverk stille krav om. Industrien må ha etterspørsel for å foreta slike enorme investeringer og et teknologiløft.

At lavkarbonbetong vil ha betydning for byggebransjen er det liten tvil om. Sammen med forskere i ZEN går selskapet nå gjennom beregningene av klimagassutslipp og -regnskap på eksisterende byggeprosjekter, og ser hvordan de vil bli påvirket dersom løsningene fra Heidelberg Materials hadde vært tilgjengelig da.

– En annen ting er at ZEN har mange forskjellige partnere. Denne plattformen har resultert i at vi har knyttet flere kontakter i en bredere bit av markedet, spesielt byggherresiden i det offentlige, enn der vi tradisjonelt sett knytter gode kontakter. Dette er selvsagt viktig for oss, ikke minst når vi nå introduserer en ny sementtype.

FAKTA OM CCS:

CCS er en klimateknologi som fanger, transporterer og lagrer CO₂ utslipp under bakken. I dette prosjektet leveres gassen i tanker til kaien, transporteres med skip, mellomlagres, før det pumpes gjennom rørledninger ned i et oljefelt under havbunnen i Nordsjøen.



STATSBYGG:

I front med lokal fornybar energi

– erfaringer fra uttesting av nye teknologiske miljøløsninger i Statsbygg

Høgskolen i Innlandet, Evenstad, er Statsbyggs piloteiendom der de tester nye teknologiske miljøløsninger. Dette har gjort Evenstad til Norges mest selvforsynte studiested med lokal fornybar energi.

– Dette er et prosjekt hvor vi gikk inn i det ukjente og har utforsket og forsket, prøvd og feilet, sier Morten Dybesland som er prosjektleder for Statsbygg. Sammen med forskere

i FME ZEN har det dedikerte driftsfolket fra Statsbygg på Evenstad og visjonære folk på skolen testet ut en rekke løsninger siden 2015 for å gjøre høgskolens bygg og områder

mest mulig selvforsynt med strøm og varme. Energisystemet på Evenstad består av flere innovative energiløsninger som er nye i norsk og europeisk sammenheng.



Låven er satt opp der den opprinnelige låven sto. Her holder administrasjonen til og gymsal blant annet. Solcelletaket ble montert i 2013 og var da Norges største. Det varte ikke lenge.



Per Anders Westgaard er driftsansvarlig på Evenstad. Uten innsatsen for dedikerte og kunnskapsrike folk på Evenstad hadde ikke prosjektet blitt så vellykket.

– Det har ikke vært rett frem, forklarer driftsansvarlig på Evenstad, Per Anders Weststad. – Ikke alt passer sammen, for Evenstad og Statsbygg har ligget i forkant av utviklingen. Vi har testet pilotversjoner og kommet med innspill til forbedring. Siden vi har brukt mange forskjellige løsninger så snakker ikke disse sammen, så tilpasninger har vært helt nødvendig. Lokalt næringsliv er også med på dette og leverer både flis og tre-materialer. Det har skapt næringsutvikling og bidratt til innovasjon i norske bedrifter.

ET EVENTYR

Å besøke Evenstad er et eventyr. Hit kommer det studenter fra hele verden, for øyeblikket er det 250 stykker som studerer anvendt økologi, landbruk, skog og bioteknologi. For det første er historien om selve stedet rik og fokuset som byggeier Statsbygg har hatt på klimatiltak og løsninger som gir minst mulig utslipp, er imponerende.

I 2013 monterte de Norges største solcelletak på låven, men ble bare etter noen uker det nest største. I 2019 demonstrerte Statsbygg for første gang

i Norge at man kan overføre strøm fra elbil til bygg og strømmettet ved å ta i bruk en toveis elbillader (vehicle-to-grid, V2G). Dette gjør det mulig å utnytte fleksibiliteten i elbiler mye bedre.

OVERFØRINGSVERDI

Samfunnsnyttene ved at noen tar risikoen ved å gå foran er udiskutabel. Som en stor statlig aktør høster Statsbygg mye operativ erfaring fra Evenstad – både fra enkeltteknologier og fra samspillet mellom disse. Statsbygg forvalter totalt 2.200 bygg og 3 millioner m² på landsbasis, og det er et mål at erfaringene skal være nyttige for de andre eiendommene til Statsbygg.

Erfaringsutveksling står sentralt og interessen for hva som skjer på Evenstad har vært stor. Ukentlig mottar de henvendelser fra interessenter som ønsker å komme på befarings og høste kunnskap. Sammen med involverte, sentrale forskere fra FME ZEN har Statsbygg nå oppsummert erfaringene fra alle løsningene og teknologiene som er testet ut, og har samlet disse med beskrivelser og anbefalinger på en egen formidlingsside <https://statsbygg-pilot-evenstad.no/>.

Å kunne demonstrere løsninger på et lukket område som høgskolen på Evenstad, gir god erfaring og mulighet til tett oppfølging. Her finnes 22 bygg, med totalt BTA 10 581 m² som forvaltes og eies av Statsbygg. Den eldste bygningen er fra 1700-tallet og den nyeste er administrasjonssenteret (2019) som er et nullutslippsbygg (ZEB) med det nest høyeste ambisjonsnivået, ZEB COM. Sju bygg er knyttet til nærvarmeanlegget. Egen energi produseres lokalt ved hjelp av både solcellepaneler på tak og vegger, solfangere på studentboligenes tak, flisbasert CHP-maskin (Combined Heat and Power) samt biokjel, og det er installert et stasjonært batteri som kan ta effektoppene og som kan lades opp når strømmen er billig. Her testes også hvordan man kan bruke elbilene som back-up ved å hente strøm til nettet og lade de opp når det passer.

Energisentralen er hjertet på Campus. Her er det to flisfyringsanlegg og en batteribank. Samt varmtvannstank som forsyner fjernvarmenettet med varme.



Siste scener fra et partnerskap

Det siste, offisielle partnerseminaret i FME ZEN - gikk av stabelen 31. oktober 2023 – på selveste Halloween. Det ble lite "trick or treat" på deltagerne, desto mer diskusjoner og input om fremdrift og resultater i FME ZEN.

I løpet av dagen, som vi tilbragte på DOGA i Oslo, fikk deltagerne en oppdatering på resultatene i 2023, samt bidra med innspill til arbeidsplan for 2024. Vi diskuterte bl.a. hvordan alle de gode nyvinningene, erfaringene og resultat-

ene kan komme flest mulig til gode, fra politikere, virkemiddelapparatet, industrien og folk som skal bygge og bo. Og som alltid var det gode innspill fra våre partnere gjennom sju år, om hva vi bør satse på i innspurten.

Faglige presentasjoner var en viktig del av møtet og her fikk vi oppdatert informasjon fra tre partnere som presenterte hver sin ZEN-case med sentrale resultater:

- Campus Evenstad og kommunikasjon av pilotprosjektet v/Vitalis Pavlovas, Statsbygg
- Energisparepotensialet i bygg v/Tor Helge Dokka, Skanska
- Kriterier for sirkulære bygg v/Stein Stoknes, FutureBuilt

Så hvordan skal vi nå målet og hvilket avtrykk skal vi sette?



Alle foto: Anne-Lise Aakervik



DETTE MENER VI

Vi inviterte fire av partnere på scenen til å snakke om hvordan vi skal sette et nedslag med 20 i stil. Dette var Svein Olav Munkeby, konserndirektør i NTE, Irene Skiri fra pilot Bodø Kommune, Ole Aksel Sivertsen, Multi-consult og Tonje Frydenlund, styreleder i ZEN, samt direktør i partner Snøhetta. De fikk muligheten til å si noe om hvorfor de ble med i ZEN og hvordan svevet har vært før vi nå går inn for landing.

Alle fire trakk frem samarbeid og tett kontakt med forskere som viktig for utvikling av egen organisasjon. Å bli kjent med andre partnere er viktig, og gir mulighet for å bygge tillit som kan gi bedre dialog. Dette har ZEN bidratt til! I tillegg er det viktig å ha gode pilotprosjekter og ZEN-case som gjør det mulig å teste ut problemstillingene og mulige løsninger.

PARTNERPRAT

FME ZEN er inne i sitt siste aktive år. Vi ønsker tilbakemelding fra våre partnere om hva de har fått ut av deltagelsen og opplevd gjennom nærmere åtte år som partner i FME ZEN.

DETTE SPØR VI OM:

1. Hvorfor ønsket dere å være partner i ZEN?
2. Hva har deltagelsen i FME ZEN gitt dere?
 - a. Forskningsmessig,
 - b. resultatmessig
 - c. samfunnmessig
3. Deltagelse over så mange år krever noe fra begge parter.
 - a. Hvordan har «forholdet» vært?
 - b. Hvilke erfaringer vil dere trekke frem som verdifulle?
 - c. Hva har vært utfordrende?
 - d. Hva kunne vært gjort annerledes?
4. Vi er inne i det siste aktive året: Hva bør vi etterlate oss av arbeid og hvordan kan resultatene bidra til å gjøre forskjell? (Hvordan kan resultatene fra FME ZEN bidra til å nå klimamålene?)



LIV B. RINDAL og MAGNI FOSSBAKKEN

Asplan Viak

- Det har vært et vellykket partnerskap, sier Liv Bjørhovde Rindal, fungerende regionleder for arkitektur og bygg i Asplan Viak. – Og vi har fått mange gode ting ut av deltagelsen, ikke minst kunnskap fra forskning i ZEN som har bidratt i utvikling av vårt eget energiplanleggingsverktøy i innovasjonsprosjektet INTO-ZERO. Dette står nok igjen som det viktigste resultatet for oss, både innovasjonsmessig og forretningsmessig.

Asplan Viak var på sett og vis også involvert i forløperen til FME ZEN, ZEB, men ikke som partner.

- Da var vi derimot med i deler av forskningen gjennom en annen partner og det betød jo at vi ikke fikk den samme «kred» for prosjektene som andre. Det var nok en årsak til at vi ønsket å være partner da muligheten dukket opp i FME ZEN, sier Magni Fossbakken som er partnerkontakt. – Vi var nysgjerrige på hva vi kunne bidra med og utrette i ZEN og ville være med der det «skjedde».

INNOVASJON OG FORRETNINGSUTVIKLING

Deltagelsen i FME ZEN har inspirert til flere interne endringer, om man kan kalle det det, sier Rindal. – Da man gikk fra FME ZEB til FME ZEN åpnet man opp for planperspektivet, og Asplan Viak har en stor planavdeling som jobber med alt fra komunedelplaner og regionale planer til reguleringsplaner og byutvikling. Vi har også tatt initiativ og søkt Forskningsrådet om støtte til utvikling av egne og mer markedsrettede verktøy som gjør oss enda mer aktuelle for markedet og kunder. Dette skjedde under Covid-perioden da vi fikk tid til å tenke noen smarte tanker som åpnet nye muligheter for oss. Resultatet ble innovasjonsprosjektet Into-Zero som tar utgangspunkt i forskning i ZEN og som vi utvidet med mobilitet, dataøkosystemer og forretningsmodeller. Dette er blant annet energi-analyser som kan benyttes på detaljnivå, som enkelthus, til en hel bydel eller region, og som kan beregne energi- og effekt konsekvenser av byggeplaner og tiltak. Dette er verktøy som vi i dag brukes som datagrunnlag, kan tilby på lisens og som brukes som verktøy i oppdrag hos Asplan Viak.



Magni Fossbakken,
Seniorrådgiver
Asplan Viak, energi og miljø

- Nye tjenester for markedet var helt klart et mål, og noe vi prioriterte i partnerskapet med FME ZEN, påpeker Liv Rindal.

FOKUS OG SAMARBEID

Å holde fokus gjennom åtte år krever innsats og planer for hvordan man skal involveres, informeres og hvordan kommunikasjonen flyter.

- Her har vi varierende erfaringer, sier Fossbakken. – Det har vært utfordrende til tider. Når vi går inn som partner har vi et sterkt ønske om å være med i forskningsarbeidet, og bidra med kunnskap og utføre arbeid.

– Vi er en kompetansebedrift, og ønsker å bidra med vår kompetanse der vi kan. Det er mange høyt kvalifiserte personer i rådgiverbedriftene, mange med både master- og doktorgrad, og som har mye å bidra med i FoU prosjekter. Noe av årsaken ligger nok i hvordan Forskningsrådet rigger finansieringen til slike forskningscentre, så da er det lite vi kan gjøre med det, sier Rindal. Men vi har fått mye igjen, og kanskje en av de viktigste jobbene har vært en konseptutredning for innovative energi- og miljøløsninger i bygg, områder og energisystem på Nyhavna i Trondheim.

Her tok man utgangspunkt i de syv hovedkriteriene for nullutslippsområder som FME ZEN har utviklet, med hovedvekt på energi-, effekt og klimagassresultat. Som et resultat av denne utredningen ble et sesongvarmelager utredet og beregnet i en tidligfase. Nå blir det en pilot på sesongvarmelager fra Statkraft varme der også Asplan Viak er med.

- Dette arbeidet venter vi oss mye av også fremover, avslutter Liv B. Rindal.





ANNA-THEKLA TONJER

Prosjektleder i Elverum Vekst, daglig leder i datterselskapet Elverum Tomteselskap

For Elverum Vekst har deltagelsen i FME ZEN gikk tyngde, nettverk og kompetanseheving. Selv om partnerskapet i utgangspunktet ikke var planlagt.

- Et forskningssenter som FME ZEN er viktig fordi det gir oss en tyngde i det vi gjør, og det har satt oss i en posisjon til å bygge nettverk. Det gir også bidrag til kompetanseheving både internt og hos aktørene vi har med oss, samt i hele kommunen. Det øker den generelle bevisstheten rundt nullutslippsbygg og områder.

Det sier Anna-Thekla Tonjer, prosjektleder i Elverum Vekst, daglig leder i datterselskapet Elverum Tomteselskap (grunneier i Ydalir bydel).

- Elverum fikk en henvendelse fra FME ZEN om de kanskje kunne bli en partner i forskningssentret. - Det var altså ikke vi som oppsøkte ZEN, sier Anna-Thekla. - Men noen visste at vi hadde et område som skulle utvikles.

FOKUS PÅ TRE

I tillegg hadde Elverum kommune vært tidlig ute med å lage en treveileder, med fokus på bruk av tre; både fordi tre er en viktig næring i Elverum, det har estetiske kvaliteter og er gunstig klimamessig. Og de var allerede i startgropa med å tenke nytt om tomteområdet Ydalir. Kunne det bli noe helt annet og sprekt? Kanskje et utstillingsvindu i klimasammenheng f.eks.

- Så da ZEN kom opp var det en god kobling for oss. Vi fikk løftet ambisjonen ytterligere og det ga mer tyngde bak ambisjonene våre. Vi hadde nok ikke gått så høyt ut, uten partnerskapet. Mange er nysgjerrige på hva vi driver med, og vi får besøk av en del folk som vil se hva vi holder på med, og slik både får vi kunnskap og vi får delt kunnskap.

HVA HAR PARTNERSKAPET I FME ZEN GITT DERE?

- Vi, som eiendomsutviklere og kommune, holder jo ikke på med forskning, slik som noen av konsultantselskapene gjør f.eks. Partnerskapet betyr at vi har noen å snu oss til med de utfordringene og problemstillingene som dukker opp, og vi får topp profesjonell bistand som hjelper oss i utviklingen vi står midt i, sier Tonjer, som påpeker at forskningen har ikke kunnet løse alle utfordringer de har møtt på. – Vi henvender jo oss til det åpne markedet og der kan ikke forskningen gi oss alle svar.

Hun håper at ZEN blir den nye normalen etter hvert. Og at slik Elverum tenker rundt Ydalir, blir slik alle må tenke når man planlegger nye boligområder.

- Men ved å være tidlig ute kan vi kanskje si at vi har bidratt til å flytte samfunnet litt i riktig retning. Vi kan jo håpe det. Uten partnerskapet i ZEN hadde vi nok ikke klart å sette miljøvennlig bydelsutvikling på agendaen i så stort omfang som vi har gjort. Vi har ikke klart å omvende alle, men vi har skapt oppmerksomhet og invol-

vering. Bydelsutvikling er veldig kompleks, og det gjør det ikke mindre krevende når man setter seg høye ambisjoner i tillegg. Og med lange tidshorisonter, ulike aktører med ulik kunnskap og erfaringer blir det enda mer krevende og komplekst.

MÅ INVESTERE

Partnerskapet har gått over mange år, og det kan være krevende å holde det ved like. Anna Thekla Tonjer synes likevel at det har vært et godt forhold mellom partene.

- Det handler om å møte opp og investere tid for å få de viktige nettverkene. Vi har gjort oss selv relevante for partnerne i ZEN. Vi har stilt oss til disposisjon, delt data og tall og utfordringene våre, og på en måte har det vært bra. I starten ønsket vi kanskje at forskerne i ZEN skulle ha flere svar til oss, men nå ser vi at vi må finne svarene sammen.

Partnersamarbeid har også ført til at prosjektet har endret seg på bakgrunn av innspill, og det har vært bra. Det har satt mer fokus på menneskene. Nabolag er mer enn tekniske løsninger og bygg, da blir folkene og omgivelsene enda viktigere. – Det perspektivet var ikke så tydelig for FME ZEN i starten, men har blitt sterkere underveis. Det har vært en modning som har vært bra for både FME ZEN og vi som partnere.

Mot slutten av FME ZEN er det viktig å være synlig i media, være med der man kan påvirke, som f.eks. Arendalsuka og gi innspill på høringer, samt flere råd og anbefalinger til myndigheter og politikere.

- I tillegg kan vi gjøre mer på hjemmebane med å involvere innbyggerne våre og spre kunnskap, og dermed endre holdninger. Der har vi mye å gå på før alle skjønner hva vi holder på med. Likevel tror jeg vi er et helt annet sted i dag, spesielt kunnskapsmessig blant folk flest, enn vi ville ha vært uten deltagelsen i FME ZEN.

Vi har spurt Trygve Mellvang Tomren-Berg, daglig leder, Norsk Fjernvarme, fem spørsmål om FME ZEN og deltagelsen.

1. Hvorfor og hvordan er et forskningssenter som FME ZEN viktig? Bidrar de til reelle endringer?

Et bredt forskningssenter, sammensatt av aktører som fra forskjellige vinkler er opptatt av et felles tema, er svært viktig, fordi det samler og spisser forskning. Mye hadde kanskje skjedd uansett, men mer fragmentert og uten like mye av den faglige brytningen som et bredt senter fører til. Nettopp bredden og diskusjonene gir resultatene større verdi – og gjennom det kunne bidra til reelle endringer.

2. Hvorfor ønsket dere å være partner i ZEN i utgangspunktet?

Det var på mange måter helt nødvendig for oss å være med, all den tid utvikling i energi- og effektbruk i landets bygningsmasse er helt sentralt for urbane energi-aktører som våre medlemmer er. At den foregående FME'en ZEB gikk «ut av bygget» for å se hvordan områdeløsninger kan realiseres var en velkommen utvikling. For utfordringene med energibruk i bygg løses ikke (bare) i det enkelte bygg, men i samspill med andre bygg, omgivelsene og energisystemene, hvor helheten er helt sentral.

3. Hva har deltagelsen i FME ZEN gitt dere?

a. Forskningsmessig,
Vi synes særlig de kortere case-forskningsløpene har vært verdifulle. Utrolig viktig at et åtteårig FME kan ta ut resultater av forskningen underveis – og se på helt spesifikke sammenhenger.

b. Resultatmessig
Igjen, spesielt de kortere case'ene har gitt mye – og også samspeillet med «avleggere» som f.eks. FlexBuilt. Å få en forskningsrapport om strøm- og effektivitetspotensialet i den eksisterende bygningsmassen ved å bytte direkte elektrisk oppvarming med vannbårne løsninger var spesielt verdifullt for oss.

c. Samfunnmessig

At også bygningssektoren nå i større grad er opptatt av effektutfordringer, har FME ZEN åpenbart bidratt til. Det må bygges videre på. Egen produksjon av energi er viktig – men kanskje enda viktigere er det at produksjonen faktisk treffer når behovet er der, enten eget behov eller behov i systemet. At bygninger kan spille en sentral rolle i å avlaste et presset kraftnett ved å barbere egne effekttopper og utnytte annen fornybar energi enn strøm, er også et helt sentralt poeng i samfunnsdebatten. Også at dette kan gjøres enten i bygget eller gjennom tilkobling til bysystemer.

4. Deltagelse over så mange år krever noe fra begge parter.

a. Hvordan har «forholdet» vært?
Som alle forhold inneholder også et forhold til en FME både oppturer og nedturer, lykkelige øyeblikk og krangler. Men det er jo også noe av poenget når partnere med forskjellige ståsteder skal diskutere felles utfordringer. Uten friksjon, ingen forskning.

b. Hvilke erfaringer vil dere trekke frem som verdifulle?

Det er verdifullt å inngå i et fellesskap med aktører man kanskje vanligvis ikke omgås, men definitivt har behov for å forstå og snakke med. Å kunne se og forstå andres saker eller hjertebarner og formidle på samme måte egne ståsteder er nødvendig for at bedrifter og næringer utvikler seg og responderer på utfordringer og behov i samfunnet.

c. Hva har vært utfordrende?

Av og til er det utfordrende å definere hva som faktisk er forskning. For det kan fort være ideologiske syn som kan bli styrende. En FME har jo gjerne en ambisjon om å finne noen svar og må på forhånd peke på i hvilken retning man skal gå for å finne svarene. Men det kan jo ikke være sånn at svarene er gitt på forhånd og forskningen er satt til å forklare hvorfor det er sånn.



TRYGVE MELLVANG TOMREN-BERG

Daglig leder, Norsk Fjernvarme

d. Hva kunne vært gjort annerledes?

Det er selvsagt alltid mye som kunne ha blitt gjort annerledes sett i etterkant. Bytter av senterledere er for eksempel alltid utfordrende, men heller ikke lett å planlegge for. Det å holde på partnere er jo også en utfordring.

5. Vi er inne i det siste aktive året: Hvordan kan vi formidle resultatene best mulig og hvordan få de iverksatt i industri, virkemiddelapparat og som regler og standarder? (Hvordan kan resultatene fra FME ZEN bidra til å nå klimamålene?)

Jeg tror ikke senterets ende setter et punktum ved temaene som er blitt behandlet de siste årene, kanskje i større grad peker det på utfordringer framover. Budskapet om hvordan riktig energibruk til riktig tid er lett å koble til klimamålene. For oss som jobber med oppvarming og kjøling er dette et helt sentralt poeng. Når vi verken har nok kraftproduksjon eller nok nett til den nødvendige elektrifiseringen av den enormt store andelen fossil energi som samfunnet fortsatt bruker, er det helt avgjørende at vi også gjenbraker energi og utnytter annen fornybar energi enn strøm. Den indirekte fossilutfasingen dette bidrar til er helt avgjørende for at vi skal kunne få mer av alt, raskere, som Energikommisjonen ba om.



DEL 4

KOMMUNIKASJON OG FORMIDLING

I FME ZEN 2023



ANNE-LISE AAKERVIK
kommunikasjonsrådgiver
FME ZEN

I 2023 har vi skrudd tempoet opp ytterligere på formidling av små og store resultater som skapes av dyktige folk i FME ZEN. Vi har aktivt gått ut til partnere med spørsmål om samarbeid for å synliggjøre resultater og innovasjoner, noe som resulterte i frokostseminar sammen med Asplan Viak og Bodø kommune, samt workshop med Elverum kommune. Vi har også avholdt kronikkurs for Ph.D. kandidater og forskere og ser resultater av det. Vi deltok også på Arendalsuka i år med arrangement som traff publikum veldig godt.

Her følger en oversikt over noen aktiviteter og hendelser gjennom 2023:

- **16. februar:** Energisamspill på Nyhavna, samarbeid med Asplan Viak og Statkraft Varme i Trondheim. Lokalet hos Asplan Viak var fylt til randen da vi inviterte til frokostseminar om energisamspill på Nyhavna. Innledere kom fra Tensio, FME ZEN, Asplan Viak, Statkraft Varme og Nyhavna Utvikling AS. Dette er et av de største, sammenhengene byutviklingsområdene i Trondheim som skal utvikles. Å få på plass en energistruktur som favner grønn omstilling og klimamål er viktig.



- **24. mars:** I forbindelse med NTNU Energy Transition Week organiserte vi en workshop med tema *Zero Emission Cities and Neighbourhoods*.
- **19. april** mottok Maria Justo Alonso Kronprins Haakons forskningspris innen astma og allergi for sitt forskningsarbeid på inneløst klima og ventilasjon som hun gjorde i sin doktorgrad i FME ZEN i 2022.
- **24. april** besøkte, den gang, statsråd for høyere utdanning, Ola Borten Moe NTNU og FME ZEN. Han fikk bl.a. innføring i campus som pilot og en omvisning på ZEB Laboratoriet.
- **4. mai** Deltagere fra FME ZEN sitt søsterprosjekt i Kina, ChiNoZEN, besøkte NTNU og ZEB Laboratoriet. Koordineringen deles mellom Shanghai Jiao Tong universitetet og NTNU.
- **8. juni** gjennomførte vi en ZEN-dag med arbeidspakkeledere og sentrale forskere i FME ZEN, samt administrasjonen. Denne dagen hadde to hensikter; for det første ønsket vi å samle laget og bygge lagfølelse etter nesten tre år med pandemi og flere lederskifter, og ikke minst starte prosessen med arbeidsplanen for ZEN for 2024. Det var god stemning og godt vær, og vi avsluttet med visshet om at vi hadde bidratt til et godt grunnlag for å komme i gang med det siste året i FME ZEN. Så kunne vi avslutte dagen i sola med utsikt over hele Trondheim by!





- 17. august: *Hvordan får vi fart på energieffektiviseringen av bygg i Norge? Arendalsuka.* Vi samlet fullt hus da vi samlet politikere, næringslivsaktører og organisasjoner til 50 minutter med fokus på resultatene i rapport nr. 50 som viser at vi kan spare opp mot 40 TWh i 2050 hvis vi satser på energieffektivisering. Det ble gode diskusjoner og innspill fra aktørene. Så kan vi håpe på endringer. Rapporten ble lansert noen dager før i DN-teltet på Arendalsuka.
- 29. august: *Styre- og ledersamling inkl. workshop* på Nyhavna. Vi entret lokalene til Havet, formet som en overbygd fiskegjel da vi arrangerte en dags samling for både styret og ledergruppen. Vi fikk informasjon om kvalitetsprogrammet på Nyhavna, om planarbeidet og betydning for utviklingen av ullutslippsområde, samt utkast til bærekrafts kriterier for Nyhavna som transformasjonsområde blant annet.

- 30. august: Frokostmøte om *Klimanøytrale Trondheim, fra forskning til realisering.* Oppspill til politikerdebatt i forbindelse med presentasjonen av Trondheim kommunes arbeid med Klimaplan.
- 31. august – 1.september: *Hvordan kan vi måle at et pilotområde oppnår nullutslipp?* Samarbeid med Elverum Vekst, og Elverum kommune. I Elverum. Workshop hvor hensikten var å gi innspill til ZEN prosessveileder.
- 4. september fikk vi besøk fra Kommunal og Distriktsdepartementet, samt Olje og Energidepartementet (Nå Energidepartementet)
- 6. september kom NVE på besøk, som også er partner i FME ZEN.
- 29. september: *Omvisning i Living Lab for 10 grupper i forbindelse med Researchers Night* v/Kristian Skeie og Anne-Lise Aakervik. Dette arrangementet samler ca. 1000 ungdommer en fredagskveld i Realfagsbygget på Gløshaugen. Her er det stands og omvisninger. Hensikten er rekruttering og viser frem hvilke muligheter som finnes ved NTNU. En veldig artig kveld. Vi gjennomførte også omvisninger i ZEB Laboratoriet for 12 grupper i forbindelse med Researchers Night v/ Francesco Goia.
- 25. oktober: Arrangerte vi sammen med forskning.no kronikkurs for Ph.D. studenter, forskere og andre interesserte i FME ZEN. 12 deltagere fikk god innføring og repetisjon i hvordan skrive kronikk.

- 30. oktober: *Partnerseminar, DOGA, Oslo.* Siste partnersamling i FME ZEN.



- 15. november: *Energi- og områdeplanlegging av et nullutslippsområde (ZEN) i tidlig fase.* Samarbeid med Bodø kommune og Kompetanseforum og Bodø Næringsforening. I Bodø. Ca. 30 deltagere fra Kompetanseforum Bodø og andre interesserte samlet seg for å få innsikt i hvordan forskning kan bidra til å finne løsninger, og innføring i noen konkrete verktøy som kan benyttes fra FME ZEN; Asplan Vika, Skanska og Bodø kommune. Et vellykket seminar.



- 27.- 28. november: *Sirkularitet i det bygde miljø!* Seminar & Workshop på Nyhavna i samarbeid med TSO Bærekraft.



- 9. desember: FNs klimatoppmøte, COP28, går av stabelen. Fra NTNU og FME ZEN stiller professor Edgar Hertwick som hovedtaler på arrangementet: "Building a net-zero and nature-positive future". Her presenterer han resultatene fra de to rapportene: *Material Efficiency Strategies for a Low-Carbon Future (2022)* og *Technical Guidelines for Construction Sector in Argentina, Mexico, and Indonesia (2023)*. Hertwick er medlem av FNs Ressurspanel og EUs Klimaråd.



VI HAR I LØPET AV ÅRET HATT 17 LUNSJFOREDRAG

Sju av disse var dedikert til ZEN nøkkelindikatorene, inkludert introduksjon. Fra og med 28. februar er alle lunsjforedragene tatt opp og lagt ut som videoer på FME ZEN sin hjemmeside.

26. januar	<i>The urban microclimate – How does it affect the built environment and city dwellers in Norway?</i> v/Johannes Brozovsky, SINTEF
16. januar	<i>Coordination mechanisms to activate the potential of decentralized energy resources and flexibility.</i> v/Magnus Askeland, SINTEF
28. februar	<i>Intro to ZEN KPI:</i> Shabnam Homaei, SINTEF.
2. mars	<i>ZEN KPI Klimagasser:</i> Camille Vandervaeren, SINTEF.
7. mars	<i>ZEN KPI Energi:</i> Synne Krekling Lien, SINTEF.
9. mars	<i>ZEN KPI Effekt:</i> Igor Sartori, SINTEF.
14. mars	<i>ZEN KPI Byform og areal:</i> Lillian Sve Rokseth, SINTEF.
16. mars	<i>ZEN KPI Mobilitet:</i> Solveig Meland, SINTEF.
21. mars	<i>ZEN KPI Økonomi:</i> Caroline Cheng, SINTEF.
13. april	<i>CO₂-fangst fra fjernvarmeanlegg som bidrag til nullutslippsbyen Trondheim</i> v/Morten Fossum, Statkraft.
24. mai	<i>Offentlige anskaffelser i et klimaperspektiv</i> v/ Hilde Sætertrø fra Leverandørutviklingsprogrammet.
20. september	<i>Klimafotavtrykk fra VVS-installasjoner</i> v/Anders Liaøy og Arnkell J. Petersen, Multiconsult.
4. oktober	<i>Utslipp fra fjernvarme og allokering av utslipp fra avfallsforbrenning</i> v/Jan S. Næss, NTNU
18. oktober	<i>Navigating the Intellectual Property Rights (IPR) Landscape: A Journey to Innovation Protection</i> v/Innovasjonsleder, Dave Collins, FME ZEN & IAT, NTNU.
8. november	<i>Klimanorm Sluppen ved Trondheim kommune</i> v/ Bjørnar Sandberg, Trondheim kommune.
30. november	<i>Building a New Bridge – How to Predict its Impacts on Cycling?</i> v/Peter Schön, Ph.D. FME ZEN.
6. desember	<i>Pursuing ambitious goals in projects – challenges and tools</i> v/Giulia Vergerio, post-doc. FME ZEN



KOMMUNIKASJONS- OG FORMIDLINGS-AKTIVITETER I TALL 2023



11

unike Nyhetsbrev

Mer enn
31.000

sidehenvisninger i løpet av året
på fmezen.no

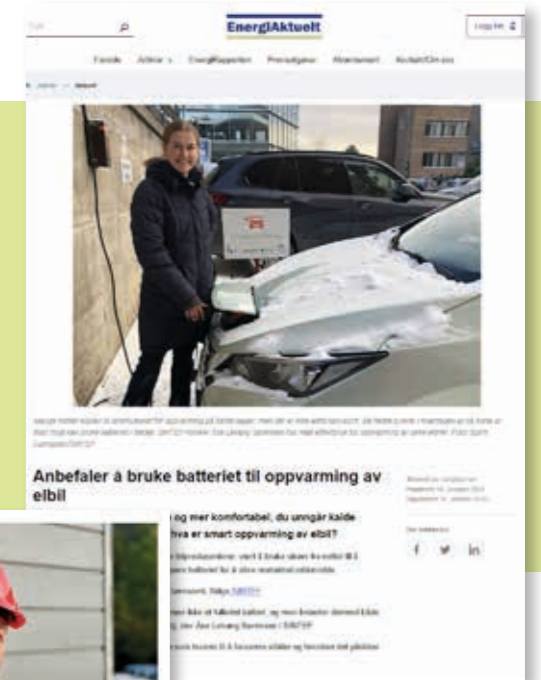


17

lunsjforedrag

32

seminarer
og konferansebidrag



Energibruken i norske bygg kan halveres

- Det er et enormt potensial for energiparing i byggingen, viser forskning. Bygginger kan spille en sentral rolle i arbeidet med å nå de nasjonale klimamålene, uttaler SINTEF FME ZEN og forskerleder Tor Hengevik i et intervju med E24.



6

populærvitenskapelige og
bloggartikler

52

medieoppslag
via Retriever

16

vitenskapelige
tidsskriftartikler



FULLT HUS OG GOD STEMNING PÅ ARENDALSUKA

Det var stinn brakke og god stemning på Thon Hotel 17. august, da vi diskuterte hvordan få fart på energieffektiviseringen av bygg i Norge under Arendalsuka.

Med utgangspunkt i nyttgutte ZEN rapport nr. 50: Energisparepotensialet i bygg fram mot 2030 og 2050 – Hva koster det å halvere energibruken i bygningsmassen? inviterte vi til paneldebatt og kunnskapsdeling.

Forskerne Inger Andresen, NTNU og Nina Holck Sandberg, SINTEF presenterte sterke tall for at det er mulig å spare 40 TWh i 2050. Omregnet i vindturbiner tilsvarer det 3400 turbiner, eller 42 x Storheia vindpark. Storheia er i dag Norges største vindpark.

-Enøk er dessverre ikke sexy nok og Enova har abdisert fra energieffektivitetstiltakene, sa Bård Folke Fredriksen i NBBL. – Vi vet at dette er et av de raskeste tiltakene for å få ned klimautslippene og energiforbruket, men Regjeringen mangler en strategi og handlingsplan for at vi skal få det til, sa Guro Hauge i BNL.

Mens Tor Helge Dokka, sjefsrådgiver i Skanska presenterte tall fra rapporten som viser at vi kan halvere energibruken i norske bygg ved hjelp av energieffektivisering. – Oppskriften finner man i rapporten, sa Dokka. Men det krever selvsagt også insentiver fra politikerne. – Planen og strategien kommer, sa Mani Hussaini fra AP som sitter i Stortingets miljø og energikomite.

Ingrid Liland fra MDG var tydelig på at kunnskapen om energieffektivisering og hvor mye verden kan bidra med har vi hatt lenge. Og dette er altså et konfliktfritt tiltak som langt på vei svarer på de utfordringene vi har. Når det ikke har blitt gjort noe er det manglende politisk vilje gjennom år, sa hun.

Debatten ble klokke inn på tida av en god moderator, Per Søreide Senstad fra Manifest Media.



DEL 5 APPENDIX



PERSONALE

Senterledelse

Etternavn	Fornavn	Stilling	Forsknings-område	Institusjon
Kvellheim	Ann Kristin	Senterdirektør / førsteamanuensis		NTNU/SINTEF
Collins	Dave	Innovasjonsleder		NTNU
Bezududna	Yana	Økonomirådgiver		NTNU
Skjevik	Hanne Kristin	Økonomirådgiver		SINTEF Community
Aakervik	Anne-Lise	Seniorrådgiver kommunikasjon		NTNU
Svarva	Brynjar	Senterkoordinator		NTNU

Arbeidspakkeledere

Etternavn	Fornavn	Stilling	Arbeidspakke	Institusjon
Brattebø	Helge	AP1 leder / professor	AP 1	NTNU
Backe	Stian	AP2 leder / forsker	AP 2	SINTEF Energi
Georges	Laurent	AP3 leder / professor	AP 3	NTNU
Sartori	Igor	AP4 leder / seniorforsker	AP 4	SINTEF Community
Kauko	Hanne	AP5 leder / seniorforsker	AP 5	SINTEF Energi
Thomsen	Judith	AP6 leder / forskningsleder	AP 6	SINTEF Community

Nøkkeleforskere

Etternavn	Fornavn	Stilling	Arbeidspakke	Institusjon
Andresen	Inger	Professor 2	AP 6	NTNU
Baer	Daniela	Forsker	AP 1	SINTEF Community
Bagle	Marius	Forsker	AP 4	SINTEF Community
Berker	Thomas	Living lab koordinator/ professor	AP 6	NTNU
Boer	Luitzen de	Professor	AP 2	NTNU
Brozovsky	Johannes	Forsker	WP 3	SINTEF Community
Clauss	John	Forsker	AP3&4	SINTEF Community
Fjellheim	Kristin	Forsker	AP 1	SINTEF Community
Gaitani	Niki	Internasjonal koordinator / førsteamanuensis	All	NTNU
Georges	Laurent	Førsteamanuensis	AP 3 & 4	NTNU
Heinen	Eva	Professor	AP1&6	NTNU
Hertwich	Edgar	LCA koordinator / professor	AP 1	NTNU
Hamdy	Mohamed	Førsteamanuensis	AP 3 & 4	NTNU
Homaei	Shabnam	Forsker	AP 1	SINTEF Community
Krogstie	John	Professor	AP 1	NTNU
Lausset	Carine	Forskningsleder	AP 1	SINTEF Community
Lien	Synne Krekling	Forsker	AP 1 & 4	SINTEF Community
Liu	Peng	Forsker	AP 3	SINTEF Community

Etternavn	Fornavn	Stilling	Arbeidspakke	Institusjon
Manum	Bendik	Professor	AP 1 & 6	NTNU
Nordström	Tobias	Professor 2	AP6	NTNU
Rokseth	Lillian	Forsker	AP1	SINTEF Community
Petersen	Sobah Abbas	Førsteamanuensis	AP 1	NTNU
Tomasgard	Asgeir	Professor	AP 2	NTNU
Sandberg	Nina Holck	Seniorforsker	AP 1	SINTEF Community
Walnum	Harald Taxt	Seniorforsker	AP 4 & 6	SINTEF Community
Wiik	Marianne	Seniorforsker	AP 1 & 6	SINTEF Community
Woods	Ruth	Seniorforsker	AP 6	NTNU
Schneider-Marin	Patricia	Førsteamanuensis	AP 3	NTNU

Postdoktorer tilknyttet senteret

Etternavn	Fornavn	Emne og arbeidspakke
Kandpal	Bakul	WP2
Korsnes	Marius	The role of prosumers in zero emission buildings and neighbourhoods (WP6)
Nielsen	Brita	Planning tools for smart energy communities (WP1&6)
Sandberg	Nina Holck	Dynamic modelling of energy use of building stocks (WP1)
Sandstad Næss	Jan	Modelling of urban mobility and the development of mitigation strategies for the transport sector (WP1)
Sinaeerpoufard	Amir	Information management of big data to achieve ZEN (WP1)
Stokke	Raymond	Innovation ecosystem and green public procurement (WP2)
Tereshchenko	Tymofili	Interaction between zero emission neighbourhoods and district heating systems (WP4)
Vergerio	Giulia	Innovation in building processes (WP2)
Woods	Ruth	ZEN Living Labs (WP6)
Zaferanlouei	Salman	WP5

PhD kandidater med finansiering over senterbudsjettet.

Etternavn	Fornavn	Emne og arbeidspakke	Periode	Nasjonalitet	Institusjon
Askeland	Magnus	Regulatory and economical aspects related to ZEN within a larger energy system (WP5)	20180801 - 20210731	Norge	SINTEF Energi
Backe	Stian	Transition pathways towards zero emission neighbourhoods (WP2)	20170706 - 20210606	Norge	NTNU
Brozovsky	Johannes	The climate dimension and the physical principles of zero emission neighbourhoods in Norway (WP1&6)	20180601 - 20211215	Tyskland	NTNU
Favero	Matteo	Thermal comfort enabling thermal flexibility of buildings (WP4)	20180901 - 20211231	Italia	NTNU
Hamdan	Hasan Ahmed	Public private collaboration (WP2)	20180608 - 20220819	Norge	NTNU
Homaie	Shabnam	Optimal integrated building designs for resilient zero emission neighbourhoods (WP3)	20171023 - 20211221	Iran	NTNU
Justo Alonso	Maria	Optimal combination of demand-controlled ventilation and heat recovery for ZEB (WP3)	20170907 - 20220605	Norge	NTNU
Pinel	Dimitri	Local energy system optimization within a larger system (WP5)	20170801 - 20210829	Frankrike	NTNU
Lausset	Carine	LCA methods for zero emission neighbourhood concepts (WP1)	20170317 - 20210316	Sveits	NTNU
Rokseth	Lillian	CO ₂ emission and correlation to building form and spatial morphology at neighbourhood scale (WP6)	20171001 - 20211231	Norge	NTNU
Satola	Daniel	Off-grid zero emission building concepts for warm climates (WP3)	20180901 - 20220831	Polen	NTNU
Skeie	Kristian	Building energy performance assessment through in-situ measurement (WP3)	20171001 - 20220131	Norge	NTNU
Sørensen	Åse Lekang	Smart strategies for energy and power management in neighbourhoods (WP6)	20180101 - 20210101	Norge	SINTEF Community
Thorvaldsen	Kasper Emil	The value of buildings energy flexibility in power markets (WP4)	20180901 - 20220831	Norge	NTNU
Formolli	Matteo	Solar neighbourhood planning (WP1)	20200920 - 20230913	Italia	NTNU
Schön	Peter	Urban Form and Accessibility: Implications for Active Mobility, Modal Shares and GHG Emissions (WP1)	20210201 - 20240131	Østerrike	NTNU
Bjelland	David	Sustainable solutions for retrofitting existing buildings towards zero emission neighbourhoods (ZEN) (WP3)	20210901 - 20240831	Tyskland	NTNU
Yin	Hang	Building needs to talk in zero emission neighborhoods (WP3&4)	20220117 -	Kina	NTNU

PhD kandidater med økonomisk støtte fra andre kilder

Etternavn	Fornavn	Emne og arbeidspakke	Periode	Nasjonalitet	Finansiering
Henriksen	Hanne Marit	Representing zero-emission built environments (WP6)	20201001 - 20240401	Norge	NTNU
Ness	Maria Coral Albeida-Estelles	Exploring the limits of building bioclimatic design in cold climates (WP6)	20140915 - 20190915	Spania	NTNU
Rousseau	Lola Silvia Annie	Mitigation of greenhouse gas emissions in urban planning and development: resource efficiency as a tool for local climate action in Bærum	20210715 - 20250114	Frankrike	NTNU
Yang	Yunbo	Neighborhood-level distributed energy resources (DERs) management and multi-agent optimization	15092021 - 15092025	Kina	NTNU
Mangion	Tanya	Migrating landscapes (WP6)	01052022 - 30042026	Belgia	NTNU
Sharbaf	Sara	Cost-benefit life cycle analysis of upgrading measures in existing non-residential buildings towards a zero-emission target		Iran	NTNU

Andre tilknyttede ressurser

Etternavn	Fornavn	Institusjon	Stilling	Arbeidspakke	Finansiering
Andersen	Tuva	NTNU	ZEN stud.ass.		FME ZEN, andre
Bergsdal	Håvard	SINTEF Community	Seniorforsker	AP 1	NFR, SINTEF
Bø	Lars Arne	SINTEF Community	Seniorrådgiver	AP 1 & 6	NFR, SINTEF
Cao	Guangyu	NTNU	Prof.	AP 3	NTNU
Carlucci	Salvatore	NTNU	Prof.	AP 3 & 4	NTNU
Clauss	John	SINTEF Community	Forsker	AP 3 & 4	FME ZEN, SINTEF
Farahmand	Hossein	NTNU	Førsteamanuensis	AP 4 & 5	NTNU
Fufa	Selamawit Mamo	SINTEF Community	Forsker	AP 1 & 6	FME ZEN, andre
Goia	Francesco	NTNU	Førsteamanuensis	AP 3	NTNU
Graabak	Ingeborg	SINTEF Energi	Seniorforsker	AP 5	FME ZEN, andre
Gullbrekken	Lars	SINTEF Community	Forskningsleder	AP 3	SINTEF Community
Gustavsen	Arild	NTNU	Instituttleder		NTNU
Hestnes	Anne Grete	NTNU	Professor emeritus		NTNU
Holmen	Elsebeth	NTNU	Prof.	AP 2	NTNU
Holøs	Sverre	SINTEF Community	Forsker	AP 3	FME ZEN, andre
Jacobsen	Terje	SINTEF	Seniorrådgiver		SINTEF
Korpås	Magnus	NTNU	Prof.	AP 4 & 5	NTNU
Labonnote	Nathalie	SINTEF Community	Forsker	AP 3	FME ZEN, andre
Larssæther	Stig A.	NTNU TSO Bærekraft	Koordinator	AP 6	
Liu	Peng	SINTEF Community	Forsker	AP 6	FME ZEN, SINTEF
Manum	Bendik	NTNU	Prof.	AP 1 & 6	NTNU
Nord	Natasa	NTNU	Førsteamanuensis	AP 4	NTNU
Novakovic	Vojislav	NTNU	Prof.	AP 3 & 4	NTNU
Risholt	Birgit	SINTEF Community	Forsker	AP 3	



Etternavn	Fornavn	Institusjon	Stilling	Arbeidspakke	Finansiering
Strømman	Anders	NTNU	Prof.	AP 1	NTNU
Thunshelle	Kari	SINTEF Community	Seniorforsker	AP 3	FME ZEN, andre
Nocente	Alessandro	SINTEF Community	Forsker	AP 3	FME ZEN, andre
Andersen	Kamilla Heimar	SINTEF Community	Master of science	WP 4 & 6	FME ZEN, others
Bagle	Marius Eide	SINTEF Community	Master of science	AP 4 WP	FME ZEN, andre
Ekambaram	Anandasivakumar	SINTEF Community	Forsker	AP 2	FME ZEN, andre
Nitter	Kathrine	SINTEF Community	Senior kommunikasjonsrådgiver / Webredaktør	AP 7	FME ZEN, andre
Oksavik	Andreas Odne	SINTEF Community	Rådgiver	AP 2	FME ZEN, andre
Gaarder	Jørn Emil	SINTEF Community	Forsker	AP 3	FME ZEN, andre
Cheng	Caroline Yeng-Ting	SINTEF Community	Forsker	AP 2	FME ZEN, andre
Bergheim	Einar	SINTEF Community	Laboratorieleder	AP 3	FME ZEN, andre
Ahang	Mohammadreza	NTNU	Post.doc	AP 9	FME ZEN, andre
Korsnes	Marius	NTNU	Førsteamanuensis		NTNU
Holck Sandberg	Nina	SINTEF Community	Seniorforsker		FME ZEN, andre

ZEN Vitenskapelige komite

Etternavn	Fornavn	Institusjon
Heiskanen	Eva	University of Helsinki, Finland
Helsen	Lieve	KU Leuven, Belgia
Mjörnell	Kristina	RISE, Sverige
Selkowitz	Stephen	Lawrence Berkeley National Laboratory, USA

Mastergradsstudenter 2023

Etternavn	Fornavn	Emne
Johansen/Waade	Erik André/Thomas Pedersen	Possibilities for energy-efficient renovation of external walls using internal insulation
Langsrud/Ragnhildstveit Stiansen	Kristin/Live	Life cycle assessment of a new cycling-bridge
Nohr Tryggeseth	Ingvild	Life cycle assessment of building renovation
Orbelians	Meghedi	Design for disassembly in life cycle assessment and circularity evaluation
Petursson	Sigurdur Alex	Environmental footprints of electrical appliances in buildings
Roxanne Bøe	Charlotte	Environmental impact of HVAC installations in buildings
Stai	Peter	Regulatory Challenges and Opportunities in Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities. Focus on profitability from power flexibility at ZEN pilot Campus Evenstad
Støle	Julie	Potential environmental savings by reusing HVAC equipment
Zhang	Tenguye	Investigation on the distribution patterns and prediction model of thermal condition in urban street canyons with panorama images

ØKONOMISTATUS

FINANSIERING OG UTGIFTER

Finansiering	Beløp	Totalt
Forskningsrådet		23 686 149
Vertsinstitusjon (NTNU)		4 422 735
Forskningspartnere		3 932 750
Sintef Energi		603 678
Sintef Community		3 329 072
Bedriftspartnere		10 501 092
ByBo AS	221 500	
AS Civitas	50 000	
Fornybarakademiet AS	287 000	
AFRY	200 000	
Asplan Viak	477 350	
GK Norge AS	386 097	
Heidelberg Materials Sement Norge AS (Norcem)	454 208	
Norsk fjernvarme	210 990	
NTE Marked	17 600	
Snøhetta Oslo AS	164 862	
Multiconsult ASA	200 000	
Skanska Norge AS	745 000	
Boligbyggelaget TOBB	272 350	
Elverum tomteselskap AS	285 150	
Offentlige partnere		4 912 573
Bergen kommune	200 000	
Bodø kommune	617 500	
Bærum kommune	651 248	
Direktoratet for byggkvalitet	200 000	
Elverum kommune	150 000	
Norges vassdrag og energidirektorat (NVE)	241 250	
Oslo Kommune - Plan og bygningsetaten (futurebuilt)	372 900	
Oslo kommune - klimaetaten	250 000	
Statkraft varme AS	358 350	
Statsbygg	820 180	
Steinkjer kommune	0	
Trondheim kommune	393 675	
Trøndelag fylkeskommune	657 470	
Andre bidrag		
Overført fra tidligere år	6 378 985	
Entreprenørforeningen -Bygg og anlegg (EBA)	150 000	
Totalt		47 372 299

Utgifter	Beløp	Totalt
Vertsinstitusjon (NTNU)		23 632 224
Forskningspartnere		
Sintef Energi		3 728 675
Sintef Community		15 947 068
Bedriftspartnere		2 071 107
ByBo AS	71 500	
AS Civitas	0	
Fornybarakademiet AS	137 000	
Afry Norway AS	0	
Asplan viak	277 350	
GK Norge AS	365 097	
Heidelberg Materials Sement Norge AS (Norcem)	204 208	
Norsk fjernvarme	80 990	
NTE Marked	17 600	
Snøhetta Oslo AS	64 862	
Multiconsult ASA	0	
Skanska Norge AS	495 000	
Boligbyggelaget TOBB	172 350	
Elverum tomteselskap AS	185 150	
Offentlige partnere		2 012 572
Bergen kommune	0	
Bodø kommune	367 500	
Bærum kommune	151 247	
Direktoratet for byggkvalitet	0	
Elverum kommune	0	
Norges vassdrag og energidirektorat (NVE)	41 250	
Oslo Kommune - Plan og bygningsetaten (futurebuilt)	372 900	
Oslo kommune - klimaetaten	0	
Statkraft varme AS	108 350	
Statsbygg	420 180	
Steinkjer kommune	0	
Trondheim kommune	143 675	
Trøndelag fylkeskommune	407 470	
Totalt		47 372 299

PUBLIKASJONER I 2023

ZEN RAPPORTER:

Hanne Kauko, Benjamin Manrique Delgado, Igor Sartori, Stian Backe (2023) Energy efficiency and district heating to reduce future power shortage. Potential scenarios for Norwegian building mass towards 2050. ZEN Report 47, 2023.

Aakervik, Anne Lise, Brynjar Svarva, Ann Kristin Kvellheim (2023). ZEN Annual Report 2022. ZEN Report 48, 2023.

Nina Holck Sandberg, Tor Helge Dokka, Anne G. Lien, Igor Sartori, Kristian Stenerud Skeie, Benjamin Manrique Delgado, Niels Lassen (2023) Metode for klimagassberegninger av bygg – ZEN-case for test og sammenligning av NS 3720 og FutureBuilt Zero. ZEN Report 49, 2023.

Nina Holck Sandberg, Tor Helge Dokka, Anne G. Lien, Igor Sartori, Kristian Stenerud Skeie, Benjamin Manrique Delgado, Niels Lassen (2023) Energisparepotensialet i bygg fram mot 2030 og 2050 – Hva koster det å halvere energibruken i bygningsmassen? SINTEF Bokhandel. ZEN Report 50, 2023.

Marianne Kjendseth Wiik, Benjamin Manrique Delgado, Solveig Meland, Hampus Karlsson, Lillian Sve Rokseth, Shabnam Homaei (2023) YDALIR Testing av alle ZEN nøkkelindikatorer i en ZEN-pilot. ZEN Report 51, 2023.

Jonas Winsvold, Anders Reinertsen Liaøy, Christian Steneng, Håvard Bergsdal, Arnkell Petersen (2023) Klimagassbelastning for VVS-installasjoner. ZEN Report 52, 2023.

Marianne Kjendseth Wiik, Freja Rasmussen, Shabnam Homaei, Kristin Fjellheim (2023) Kriterer for sirkulære bygg. Kartlegging av bransjestandard. ZEN Report 53, 2023.

TIDSSKRIFTSARTIKLER:

Aghasizadeh Sharbaf, Sara; Reitberger, Roland; Schneider-Marin, Eva Patricia (2023). Comparative cost-benefit analysis of upgrading existing office buildings in European climates. Building Simulation Conference Proceedings 2023 NTNU

Akin, Sahin; Nwagwu, Chibuikem; Heeren, Niko; Hertwich, Edgar (2023). Archetype-based energy and material use estimation for the residential buildings in Arab Gulf countries. Energy and Buildings 2023; Volum 298. NTNU

Askeland, Magnus; Georges, Laurent Francis Ghislain; Korpås, Magnus (2023). Low-parameter linear model to activate the flexibility of the building thermal mass in energy system optimization. Smart Energy 2023; Volum 9:100094. s. 1-14 ENERGISINT NTNU

Bagle, Marius Eide; Goia, Francesco (2023). Combined reinforcement learning (RL) and model predictive control (MPC) for optimal building energy use. Building Simulation Conference Proceedings 2023; Volum 18. SINTEF NTNU



- Dimd, Berhane Darsene; Völler, Steve; Midtgård, Ole-Morten; Cali, Umit; Sevault, Alexis Gerard Edouard (2023). Quantification of the Impact of Azimuth and Tilt Angle on the Performance of a PV Output Power Forecasting Model for BIPVs. IEEE Journal of Photovoltaics 2023 ;Volum 14.(1) s. 194-200. NTNU ENERGISINT
- Hamdan, Hasan; Boer, Luitzen de; Andersen, Poul Houman (2023). The architecture of procurement in sustainable and zero-emission neighborhood projects—strategic challenges and new realities. Environment Systems and Decisions 2023; Volum 43. s. 472-488. NTNU
- Iyer, Aishwarya V.; Rao, Narasimha D; Hertwich, Edgar G. (2023). Review of Urban Building Types and Their Energy Use and Carbon Emissions in Life-Cycle Analyses from Low- and Middle-Income Countries. Environmental Science and Technology 2023; Volum 57 (26) s. 9445-9458. NTNU
- Lausset, Carine; Dahlstrøm, Oddbjørn Andvik; Thyholt, Marit; Eghbali, Aida; Schneider-Marin, Eva Patricia (2023). Methods to Account for Design for Disassembly: Status of the Building Sector. Buildings 2023; Volum 13. (4) s. SINTEF NTNU
- Loli, Arian; Skaar, Christofer; Bergsdal, Håvard; Reenaas, Marte. (2023). Comparing embodied GHG emissions between environmental product declaration and generic data models: Case of the ZEB laboratory in Trondheim, Norway. Building and Environment 2023; Volum 242. s. - SINTEF
- Ouellet-Plamondon, Claudine et. al. (2023). Carbon footprint assessment of a wood multi-residential building considering biogenic carbon. Journal of Cleaner Production 2023. NTNU SINTEF
- Sartori, Igor et. al. (2023). Sub-hourly measurement datasets from 6 real buildings: Energy use and indoor climate. Data in Brief 2023. SINTEF NTNU
- Stai, Peter Elias Halle; Bjarghov, Sigurd Nikolai; Thorvaldsen, Kasper Emil; Backe, Stian. (2023). Value stacking flexibility services in neighborhoods participating in fast frequency reserve markets. Journal of Physics: Conference Series (JPCS) 2023; Volum 2600. ENERGISINT NTNU
- Sørensen, Åse Lekang; Ludvigsen, Bjørn; Andresen, Inger. (2023). Grid-connected cabin preheating of Electric Vehicles in cold climates – A non-flexible share of the EV energy use. Applied Energy 2023; Volum 341. NTNU SINTEF
- Sørensen, Åse Lekang; Sartori, Igor; Lindberg, Karen Byskov; Andresen, Inger. (2023). A method for generating complete EV charging datasets and analysis of residential charging behaviour in a large Norwegian case study. Sustainable Energy, Grids and Networks 2023; Volum 36. NTNU SINTEF
- Walnum, Harald Taxt; Holøs, Sverre Bjørn; Sartori, Igor. (2023). Investigating scalable replacement of weather compensated control with MPC in buildings with legacy equipment. Building Simulation Conference Proceedings 2023; Volum 18. s. - SINTEF
- Wiik, Marianne Rose Kjendseth. (2023). A comparative assessment of the development of GHG emission criteria and benchmark values for buildings in Norway. Journal of Physics: Conference Series (JPCS) 2023; Volum 2654. SINTEF
- I MEDIA:**
- Andersen, Geir (2023). «Agder-kommuner konkurrer om flatsprengning». Fædrelandsvennen, 2023.
- Backe, Stian; Bjarghov, Sigurd; Thorvaldsen, Kasper (2023). «Slik kan vi få automatisk styring av strømforbruk i nabolag». Teknisk Ukeblad, 2023.
- Blakstad, Svanhild (2023). «Skanska signerte samspillskontrakt for Tårnkvarteret på Fornebu». Bygg.no, 2023. Republisert i VVSforum.no.
- Bodø Kommune (2023). «Kompetanseforum om nullutslipp». Bodo.kommune.no, 2023.
- Dokka, Tor Helge; Simonsen, Trond; Andresen, Inger (2023). «Energisparing i bygg kan bli Norges største «kraftverk». Teknisk Ukeblad. no, 2023.
- Einan, Vegard; Solli, Nina (2023). «Columbi egg for kraftsituasjonen i vår region». Romerikes Blad, 2023.
- Endal, Tone Svendsen (2023). «-Kraftbransjen bør bidra til lavere strømforbruk». Europower.no, 2023.
- Energiaktuelt.no (2023). «Forsker på energilagring i Trondheim». Energiaktuelt.no, 2023.
- Energiaktuelt.no (2023). «Lever energi til bygningsmassen kan halveres innen 2050». Energiaktuelt.no, 2023.
- Fjernvarme.no (2023). «Tester varmelager i Trondheim». Fjernvarme.no, 2023.
- Fremtidensbygg.no (2023). «Norgeshus lanserer klimagassregnskap». Fremtidensbygg.no, 2023.
- Grindland, Tone; Solli, Nina (2023). «Strømsparing kan løse mange av problemene våre». Dagsavisen.no, 2023.
- Hansen, Stian (2023). «Tobb og NTE med nysatsning: - Kutter halvparten av strømforbruket utenfra». MN24.no, 2023.
- Hanssen, Stig (2023). «Skal vi virkelig sløse bort 43 Alta-kraftverk?». Mynewsdesk.no, 2023.
- Hansson, Hans; Solli, Nina (2023). «Byggenæringen har teknologien og kompetansen, boligeierne ønsker lave og forutsigbare strømgeregninger, mens bedriftene og kommunene har behov for mer kraft». Ranablad.no, 2023.
- Holst, Inga (2023). «NTNU-forsker: – Legger du på rundt 300 - 400 000 kroner på enøk-tiltak, kan du spare tusenvis av kroner hvert år». Minenergi.no, 2023
- ITBaktuelt.no (2023). «Tett dialog rundt kravspesifikasjoner er en forutsetning for vellykkede BREEAM-prosjekter». ITBaktuelt.no, 2023
- Javorovic, Benedikt (2023). «Fire minutters forelesning for å sette fokus på overarbeid». Universitetsavisa.no, 2023.
- Jensen, Giselle (2023). «Det er på tide å spørre brukerne». Fremtidensbygg.no, 2023.
- Kauko, Hanne Laura Pauliina. (2023). «Derfor burde vi ikke bruke strøm til oppvarming». Energieffektive Bygg 2023.
- Kauko, Hanne Laura Pauliina; Manrique Delgado, Benjamin. (2023). «Fjernvarme, varmepumper og energieffektivisering kan bidra til å løse Norges effektutfordringer». Teknisk Ukeblad 2023. Republisert i SINTEF.no, VVSForum.no.
- Kvåle, Mona (2023). «Stakraft tester varmeanlegg i fjell». Energiteknikk.no, 2023.
- Motvind Norge (2023). «Norge kan droppe 3400 vindturbiner». Kommunikasjon.ntb.no, 2023.
- Møre-Nytt (2023). «Slik ladar du el-bilen smart». Morenytt.no, 2023
- Saga, Kristin; Haukedal, Irene Bordier; Gran, Morten (2023). «Kraftoverskudd gir fornuftige strømpriser til folk og bedrifter». Tønsbergs Blad, 2023.
- Saga, Kristin; Solli, Nina (2023). «Må få fart på energieffektiviseringen». Varden.no, 2023.
- SINTEF (2023). «Byggforskserien publiserer lastprofiler og lastvarighetskurver for ulike bygningskategorier». Kommunikasjon.ntb.no, 2023.
- SINTEF (2023). «Kald bil? Bruk batteriet til oppvarming om morgenen». Kommunikasjon.ntb.no, 2023. Republisert i energiaktuelt.no, Gemini.no, Sciencenorway.no
- Sintef (2023). «Ny definisjon og veileder for nullutslippsområder i smarte byer». Sintef.no, 2023.
- SINTEF (2023). «Ny delingsordning: Energisamfunn kan løse flere utfordringer i strømmettet». Publisert av NTB Kommunikasjon, 2023.
- S-n.no (2023). «Går sammen og etablerer et felles energiselskap». Stjørdalsnytt.no, 2023.
- Stokke, Raymond Andreas. (2023). «Vi kan ikke skatte oss ut av klimakrisen». VG: Verdens gang 2023.
- Thiis, Thomas; Gustavsen, Arild (2023). «Byggteknisk forskrift er ikke god nok i fremtiden». Teknisk Ukeblad, 2023.
- VVSaktuelt.no (2023). «Nytt case-studie rundt verdien av termiske systemer». VVSaktuelt.no, 2023.
- Zero.no (2023). «Systemsmart energibruk med nytt case». Zero.no, 2023.
- Aakervik, Anne-Lise (2023). «Drømmen om nullutslippsgården». Sintef.no, 2023

POPULÆRVITENSKAPELIG OG BLOGGARTIKLER:

Backe, Stian (2023). Nabolag kan tjene penger på å stanse elbil-ladingen i 30 sekunder. Gemini.no 2023
ENERGISINT NTNU

Hertwich, Edgar G. (2023). Gamle og forkastede klimateorier i SSB-notat. Forskersonen.no 2023. NTNU

Rambæk, Ida (2023). Hva er smart oppvarming av en elbil? Gemini.no 2023.

Brozovsky, Johannes (2023). Avansert simulering av luftstrømmer kan gi mer levelige byer. Gemini.no, 2023.

Homaei, Shabnam (2023). Ny metode skal gi bærekraftige designløsninger for Flytårn-området. Sintef.no, 2023.

Sørensen, Åse Lekang (2023). Lastprofiler kan gi mer fleksibel el-billading. Sintef.no, 2023

ARRANGEMENT- OG KONFERANSEBIDRAG:

Andresen, Inger. Hvordan får vi fart på energieffektivisering av bygg i Norge? Arendalsuka 2023; 2023-08-17 - 2023-08-17. NTNU

Andresen, Inger. Strømkunde i dag, selvforsynt i morgen? - Slik kan dagens strømkunder bidra med 20TWh. Debatt om energikommisjonens rapport på Arendalsuka; 2023-08-16. NTNU

Bergsdal, Håvard; Tønnesen, Jens. ZEN LCA-database for ventilasjonskomponenter. VVS-dagene 2023; 2023-10-24 - 2023-10-25. SINTEF

Berker, Thomas; Henriksen, Hanne Marit; Woods, Ruth; Røe, Per Gunnar.

Splintering Furuset The history and possible effects of a well-intentioned urban climate mitigation pilot. BEYOND CRISIS/BEYOND NORMAL; 2023-09-27 - 2023-09-28. NTNU UiO

Bjarghov, Sigurd Nikolai; Askeland, Magnus; Rana, Rubi; Berg, Kjersti; Taxt, Henning. Lastflytsimulering av storskala solcelleintegrasjon i distribusjonsnettet. Elsikkerhetskonferansen 2023; 2023-10-31 - 2023-11-01. NTNU
ENERGISINT

Bjarghov, Sigurd Nikolai; Askeland, Magnus; Taxt, Henning. Lokale energisamfunn og koordineringsmekanismer. Brukermøte spenningskvalitet og EMC 2023; 2023-10-31 - 2023-11-01. ENERGISINT NTNU

Brozovsky, Johannes Georg. The Urban Microclimate in Cold-Climate Cities at High Latitudes. ZEN lunch lecture; 2023-01-26. SINTEF

Henriksen, Hanne Marit; Woods, Ruth. Non-trivial resistance against Zero Emission Neighbourhoods. Nordic STS; 2023-06-07 - 2023-06-09. NTNU

Hertwich, Edgar G. False Narratives about the European Energy Crisis. 11th International Conference on Industrial Ecology (ISIE 2023); 2023-07-01 - 2023-07-05. NTNU

Justo Alonso, Maria. Luftkvalitet i rom med ulike ventilasjonsløsninger. VVS-Dagene på NTNU Inneklima og ventilasjon i framtidens bygninger; 2023-10-25 - 2023-10-25. NTNU
SINTEF

Justo Alonso, Maria. Behovsstyrt ventilasjon: Er dagens tilnærming god nok? Trøndersk VVS-dager; 2023-11-10 - 2023-11-10. NTNU
SINTEF

Justo Alonso, Maria. Indoor environment, allergy and why I was granted Crown Prince Haakon's Research Award. EPT-Dagen; 2023-11-14 - 2023-11-14. NTNU
SINTEF

Justo Alonso, Maria. Tettere Bygningskropp krever bedre ventilasjon. Ventistål arena 2023- Mulighetenes møteplass; 2023-10-26 - 2023-10-27. SINTEF
NTNU

Kauko, Hanne Laura Pauliina. Energisamspill i en modell: Hvordan kan energiforsyningssystemet best bidra til at Nyhavna blir et nullutslippsområde? Frokostworkshop: Energisamspill på Nyhavna; 2023-02-21 - 2023-03-21. NTNU
ENERGISINT

Kauko, Hanne Laura Pauliina. Energisamspill på Nyhavna. Nordic City Network: Lab Trondheim; 2023-09-21 - 2023-09-21. ENERGISINT
NTNU

Kauko, Hanne Laura Pauliina. Energisamspill på Nyhavna. Bodø Kompetanseforum; 2023-11-15 - 2023-11-15. ENERGISINT
NTNU

Kauko, Hanne Laura Pauliina. Er det mulig å få frigjort 17 TWh strømprøduksjon og 6 GW nettkapasitet uten naturinngrep? Hvordan kan lokal overskuddsenergi avlaste kraftnettet? Arendalsuka. 2023-08-16 - 2023-09-16. ENERGISINT
NTNU

Kauko, Hanne Laura Pauliina. Hvor mye kan strømbehovet reduseres med energieffektivisering og fjernvarme? Zerokonferansen; 2023-11-02 - 2023-11-02. NTNU
ENERGISINT

Kauko, Hanne Laura Pauliina. ZEN Case: Rollen og verdien av termiske systemer i avlastning av kraftsystemet. Verksted for ZEN-case om rollen til termiske systemer; 2023-02-08 - 2023-02-08. NTNU
ENERGISINT

Kolby, Marius Aleksander; Sørensen, Åse Lekang. Vehicle to grid - Erfaringer fra Evenstad. Nelfos Teknologikonferanse 2023; 2023-05-09 - 2023-05-10. SINTEF

Korpås, Magnus. Hvordan bør vi omstille samfunnet til et bærekraftig energisystem i Norge og Europa mot 2050? Faglunsj Miljødirektoratet; 2023-02-10 - 2023-02-10. NTNU

Korpås, Magnus. Om solkraft og annen lokal energiproduksjon. Fagmøte NVE; 2023-09-18 - 2023-09-18. NTNU

Korpås, Magnus. Representing Energy Storage and Flexibility in Capacity Expansion Models: Why it matters and How to do it. Energy Systems Seminar; 2023-11-10 - 2023-11-10. NTNU

Liu, Peng; Caetano, Luis; Kind, Reidar. Design optimization of ventilation systems regarding emissions from materials and operation. VVS-Dagene på NTNU 2023; 2023-10-25 - 2023-10-25. SINTEF

Næss, Jan Sandstad; Nygaard Rasmussen, Freja; Pappa, Triantafyllia; Rousseau, Lola Sylvie Annie; Amini, Sara; Hertwich, Edgar G. Under utbygging - sirkularitet i det bygde miljø; 2023-11-27 - 2023-11-28. NTNU

Stai, Peter. Value stacking flexibility services in neighborhoods participating in fast frequency reserve markets. CISBAT 2023; 2023-09-13 - 2023-09-15. NTNU

Sørensen, Åse Lekang. Energiprofiler og fleksibilitet i leilighetsbygg med elbillading. FME ZEN styremøte; 2023-11-30 - 2023-11-30. SINTEF

Wiik, Marianne Rose Kjendseth. Hva er et nullutslippsområde og hvordan kan vi måle at et område oppnår nullutslipp? Kompetanseforum: nullutslippsbygg og -nabolag; 2023-11-15. SINTEF

Wiik, Marianne Rose Kjendseth. Hva er et nullutslippsområde? Om definisjon og indikatorer. Besøk fra departementene; 2023-09-04. SINTEF

Wiik, Marianne Rose Kjendseth. Hvordan skal vi måle at pilotområdet oppnår nullutslipp? Ydalir workshop; 2023-08-31 - 2023-09-01. SINTEF

Woods, Ruth; Berker, Thomas; Henriksen, Hanne Marit. Sustainability transitions in Oslo's suburbia: Furuset's microgrid. Nordic STS: Energy Communities and Urban Sociotechnical Transformations; 2023-06-07 - 2023-06-09. NTNU

MEMOS:

Askeland, Magnus (2023). Improved representation of electricity costs in the Integrate model. ZEN Memo 47, 2023.

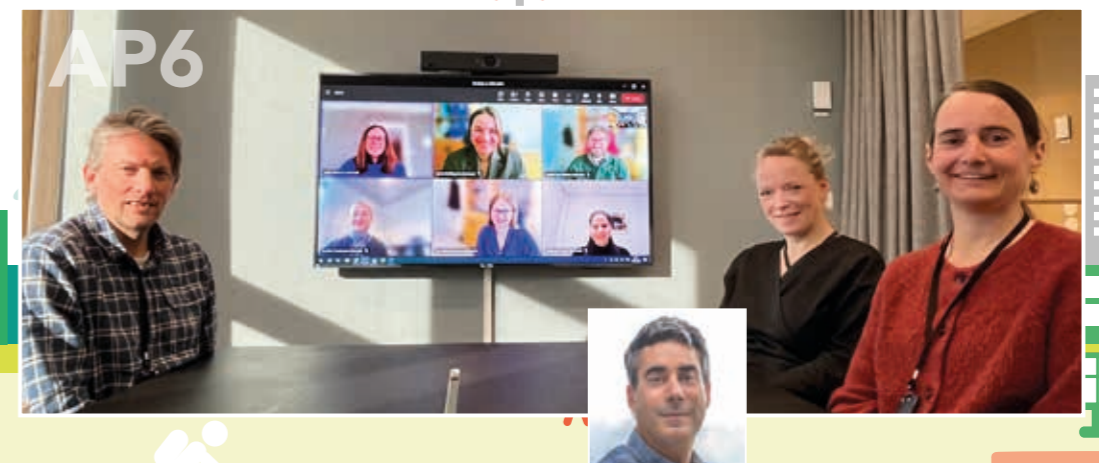
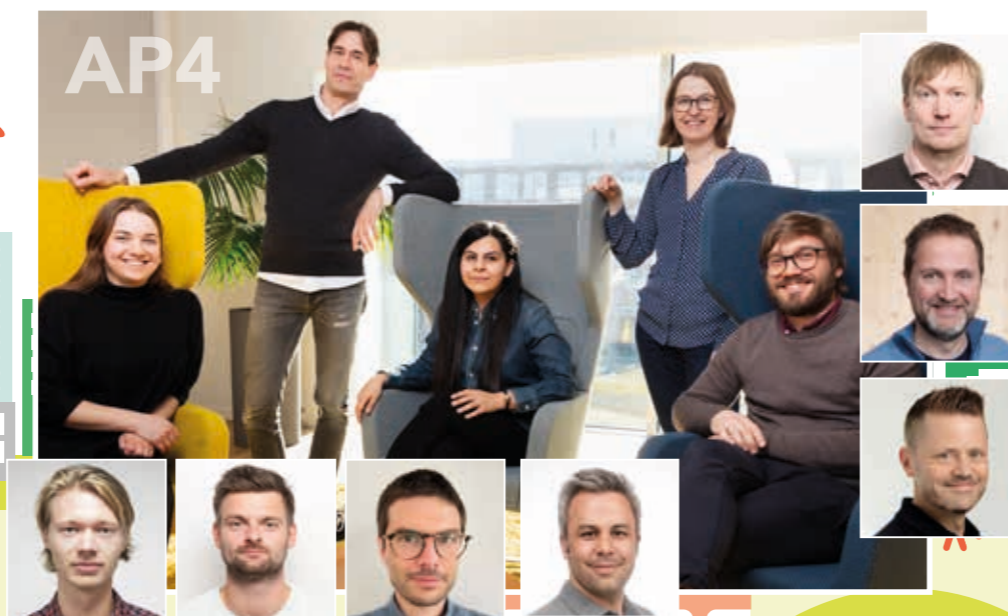
Delgado, Benjamin; Bø, Lars Arne (2023). Energy and power in Flytårnet/ Fornebu. ZEN Memo 48, 2023.

Delgado, Benjamin; Walnum, Harald Taxt; Sartori, Igor (2023). Heat pump, solar PV and battery systems modelling. ZEN Memo 49, 2023.

ANNET:

Kvellheim, Ann Kristin (2023). Årsrapporten fra FME ZEN er klar. Pressemelding. SINTEF.no, 2023.





“Hovedformålet i ZEN-definisjonen er å oppnå nullutslippsområder (nZEN). For å oppnå netto nullutslippsområder gjelder det først å redusere klimagassutslippene mot null og deretter gjøre kompensierende tiltak for de gjenvarende utslippene.”

Tonje Frydenund, styreleder i FME ZEN.

Redaktører:

Anne-Lise Aakervik (NTNU)
Brynjar F. Svarva (NTNU)
Ann Kristin Kvellheim (SINTEF)

Bidragstyttere:

Ansatte og tilknyttede ressurser i FME ZEN

Grafisk produksjon:

Skipnes AS



ZEN

Research Centre on
ZERO EMISSION
NEIGHBOURHOODS
IN SMART CITIES

NTNU - Gløshaugen campus
Høgskoleringen 13, ZEB-Laboratory
NO-7491 Trondheim, NORWAY



<https://fmezen.no>

ISBN 978-82-536-1834-0 (pdf)
ISBN 978-82-536-1835-7 (trykt)