



SINTEF

# COFACTOR forskningsprosjekt

REN Temadager, 20.april 2022

Karen Byskov Lindberg

PhD | Seniorforsker | SINTEF Community



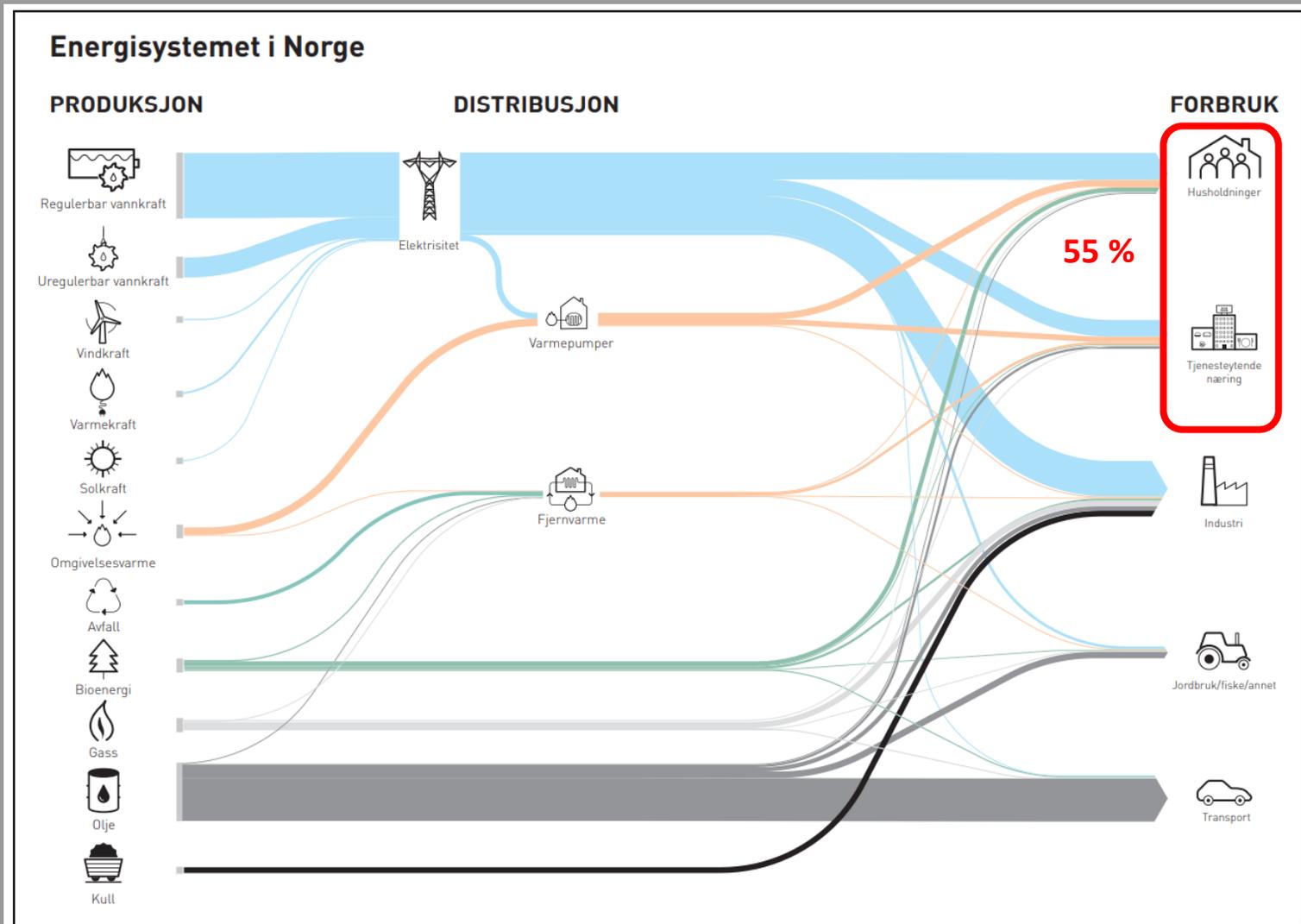
Teknologi for et bedre samfunn



SINTEF

# Bygninger

- Energibruk
  - Boliger og næringsbygg
  - Elektrisitet: 63 TWh (55 %)
  - Energi: 78 TWh (37 %)
- Verdiskapning
  - Bygg og anlegg, og eiendomsnæringen
  - Nest størst etter olje og gass
  - 15,9 % av verdiskapning i norsk næringsliv
  - 25 % av sysselsatte



Figur 2.1 Illustrasjon av Energisystemet i Fastlands-Norge.

Tykkelsen på pilene er dimensjonert etter faktiske størrelser. For at også de tynneste pilene skal være synlige er de gjort noe større en den faktiske mengden skulle tilsi.

Kilde: SSB/NVE/OED



SINTEF

# COFACTOR

- Kompetanseprosjekt for næringslivet (KSP)
- Samarbeid med både nettselskap og byggeiere
- 2021-2025
- MÅL
  - økt kunnskap om bruk av energi bak målerne i bygg i Norge
  - nye og oppdaterte **samtidighetsfaktorer** og **standard lastprofiler** for ulike bygningstyper
  - metode for hvordan vi kan estimere topplasten for bygg – for **prosjektering** og **energimerking av bygg**.

<https://www.sintef.no/prosjekter/2021/cofactor/>

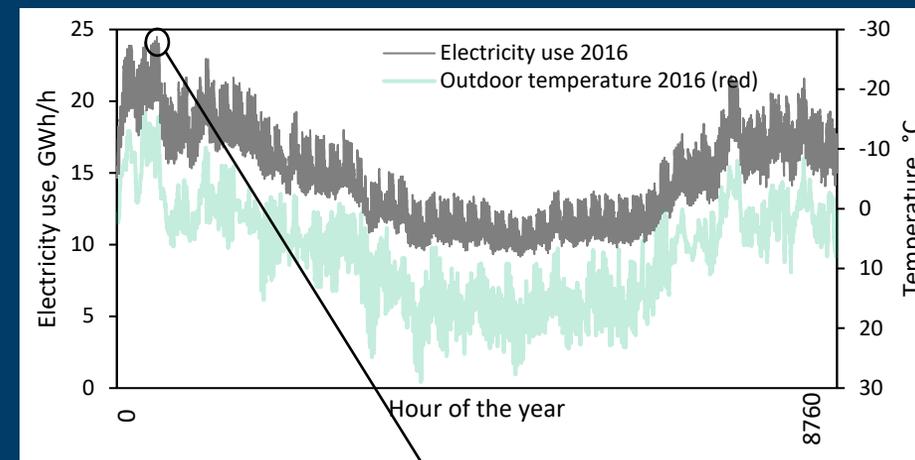


Figure 1 Hourly electricity load in Norway 2016 (NordPool)

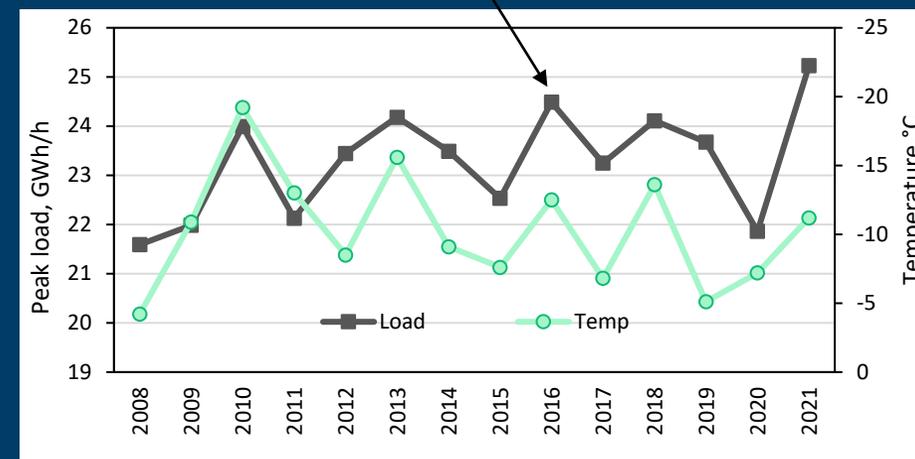


Figure 2 Peak power demand in Norway 2008-2021.



SINTEF

# Bakgrunn

- Ny teknisk spesifikasjon om bygningers effektbehov SN/TS 3032
  - Metode for å beregne effektbehov for ulike byggtyper
  - "(...) beregningsmetode for bygningers effektbehov som tar hensyn til samspillet mellom bygningskroppen og bygningens tekniske systemer for varme, kjøling og energiproduksjon."

<https://www.standard.no/nyheter/nyhetsarkiv/bygg-anlegg-og-eiendom/2022-nyheter/ny-teknisk-spesifikasjon-om-bygningers-effektbehov/>

- Enovas Energimerkeordning
  - Ønsker å basere energimerke-skalaen på effektbehov og levert energi
  - Høring med frist 13.mai 2020. Ligger hos OED.

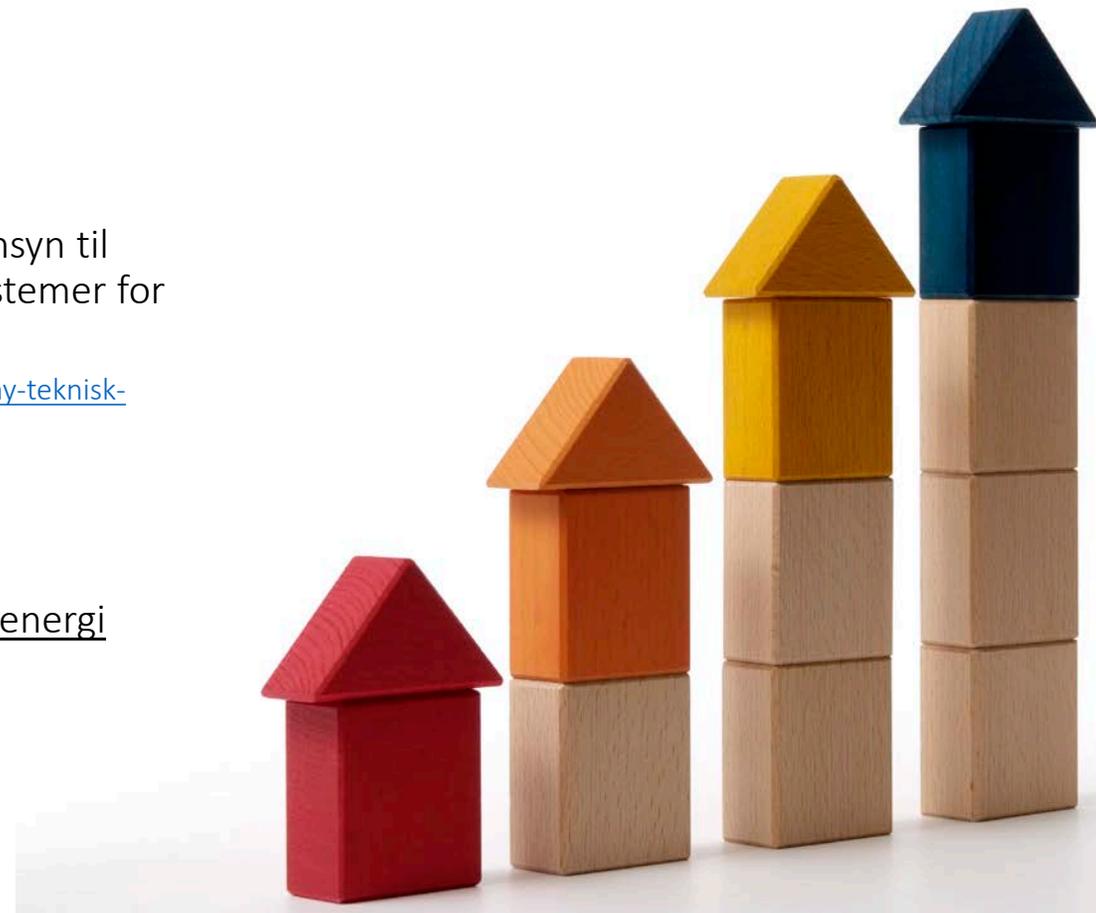
$$\text{Energimerket} = a \times E_{score} + (1 - a) \times P_{score}$$

$E_{score}$  = Poengsum fra 0 til 100 for behov for levert energi til bygget

$P_{score}$  = Poengsum fra 0 til 100 for den elektriske effektbelastningen til bygget

$a$  = politisk vektingsfaktor av energi mot effekt

$$0\% < a < 100\%$$





SINTEF

# Motivasjon

- Faktisk effektbruk viser seg å være lavere enn **innmeldt effektbehov for kontorbygg og boliger**
  - i noen tilfeller utgjør det kun 10% (se eksempel)
- **Trafoer, linjer og kabler i disribusjonsnettet er overdimensjonerte i forhold til faktisk belastning**
  - Ringerikskraft melder om gjennomsnittsbetastning på 20% på de fleste trafoer, og maksbetastning på ca 50%.
  - Når optimal ytelse på trafoen ligger rundt 70% fører dette til dårlig effektivitet i nettet og lav ressursutnyttelse
- → Behov for å revidere gamle tommelfingerregler om innmeldt effektbehov for bygg

## Soknedalsveien 10-12



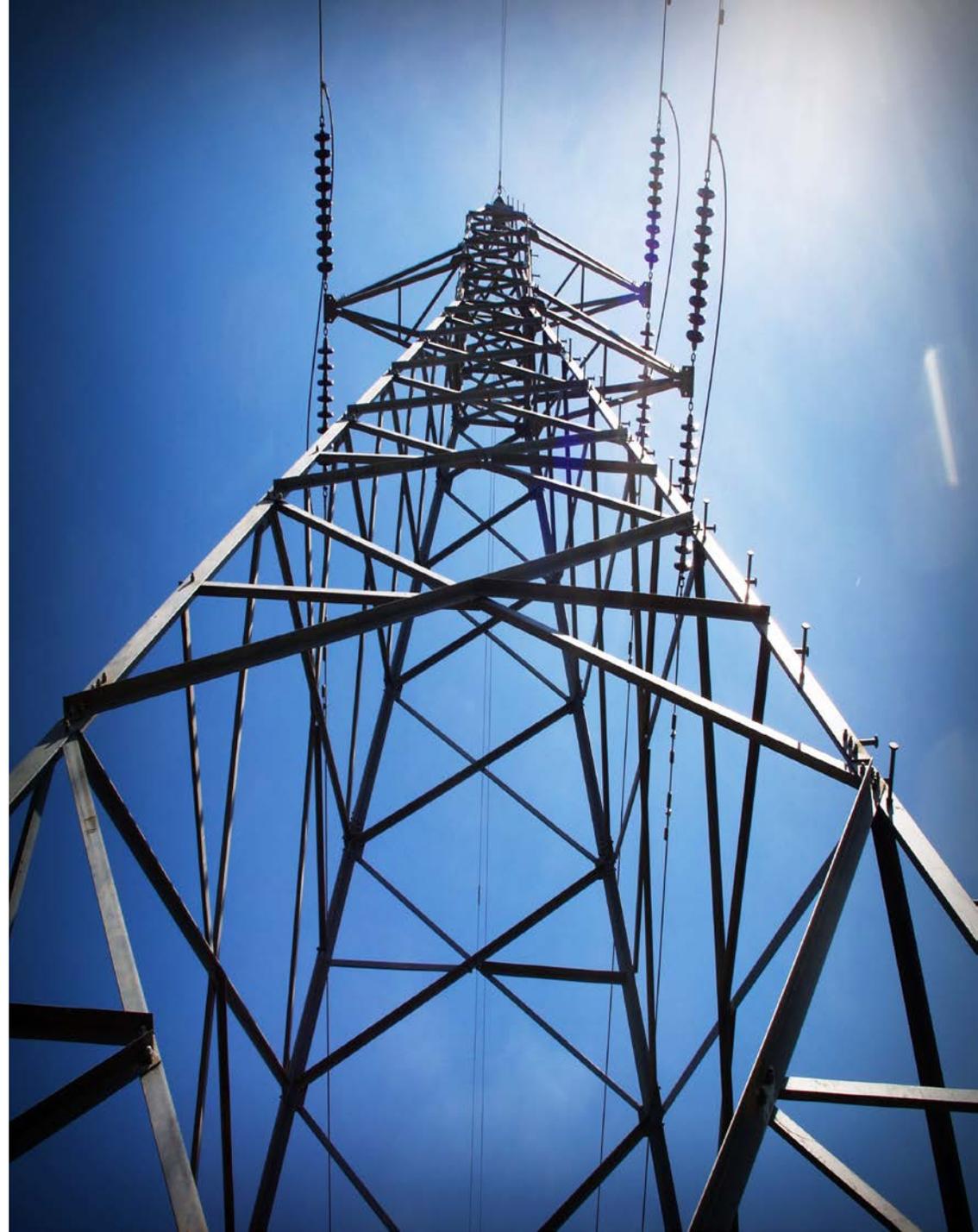
- Bestilt effekt 345kVA pr. blokk
- Trafo 800kVA (noen andre kunder)
- Målt makseffekt 36,3kVA
- Ekstra trafokost 50.000kr
- Neste blokk fikk «gratis» trafoøkning.



SINTEF

# Samtidighetsfaktorer

- Brukes i nettplanlegging for å dimensjonere kraftnettet
  - basert på hvordan bygg brukte elektrisitet for 20 år siden
- Endringer
  - Nytt forbruk
  - Bedre teknisk standard av bygningskropp
  - Varmepumper
  - Fleksibel styring: varmtvannsberedere og elbillading
  - PV
- Trenger mer kunnskap om
  - samtidighetsfaktorer for *ulike energiformål*
    - ikke bare samlet for én husholdning (eller ett bygg)
  - bygningers *formålsfordelte* energibruk og *lastprofil*
    - Særlig viktig er det å kjenne til lastprofilene til tappevann og romvarme



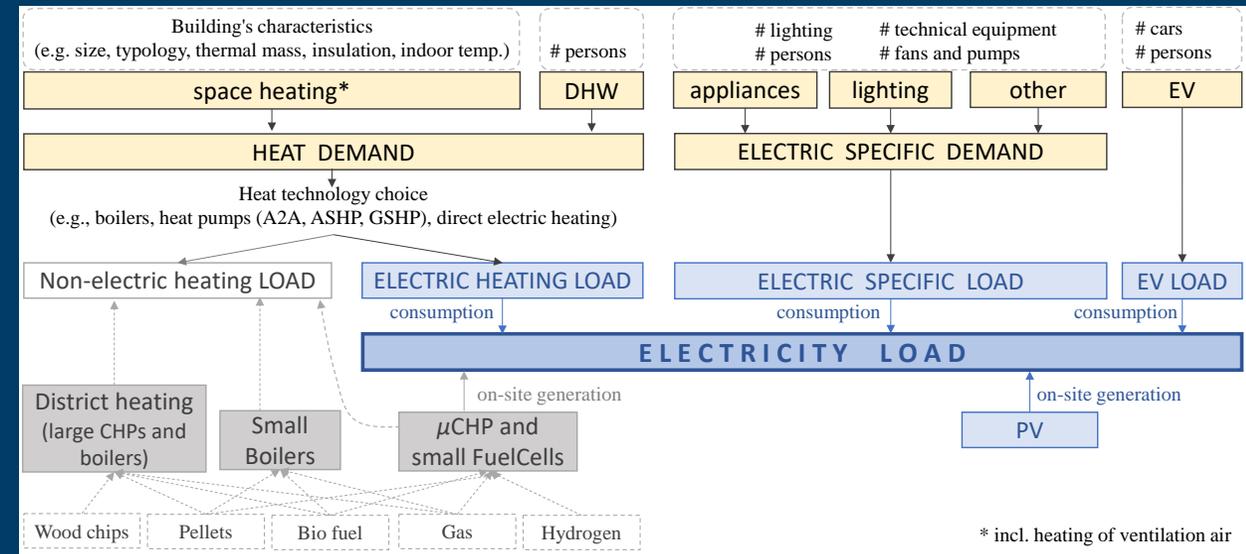
# Mål og delmål

- The primary objective
  - establish new knowledge on the energy use in buildings behind the meter
- Secondary objectives
  - O1. Develop a robust and novel methodology to calculate **the peak load** of buildings, that accounts for new technologies and that is suitable for the Energy Labelling of buildings;
  - O2. Develop a methodology for and provide updated **typical load profiles** for different building typologies;
  - O3. Provide new **coincidence factors** per building type and per energy service.

WP4, WP5

WP3

WP4



**Figure 3** Components of the electricity load of buildings in a Northern European climate (based on figure in Lindberg et al. 2019\*).

\*K. B. Lindberg, S. J. Bakker, and I. Sartori (2019). Modelling electric and heat load profiles of non-residential buildings for use in long-term aggregate load forecasts. Util. Policy, vol. 58, pp. 63–88, 2019, doi: 10.1016/j.jup.2019.03.004.



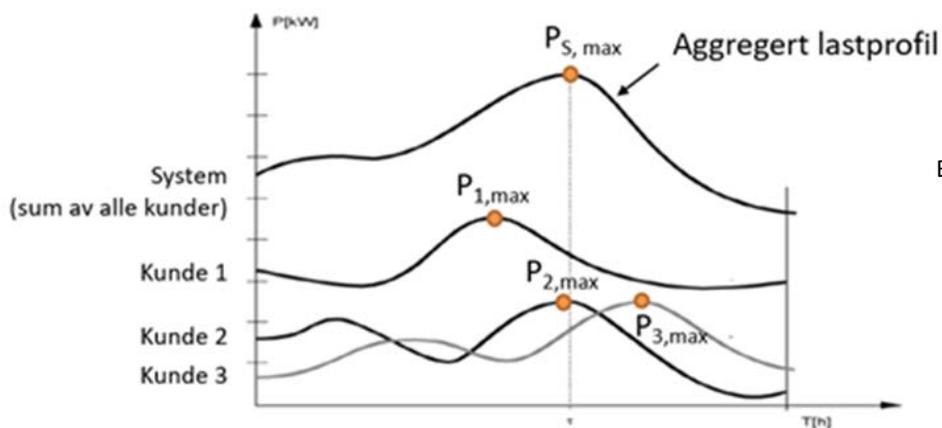
SINTEF

# Samtidighet og sammenlagring

## Nettplanlegging

### • Samtidighet

- hvor sannsynlig det er at alle individuelle bygg/kunder (av samme type) har sin makslast samtidig

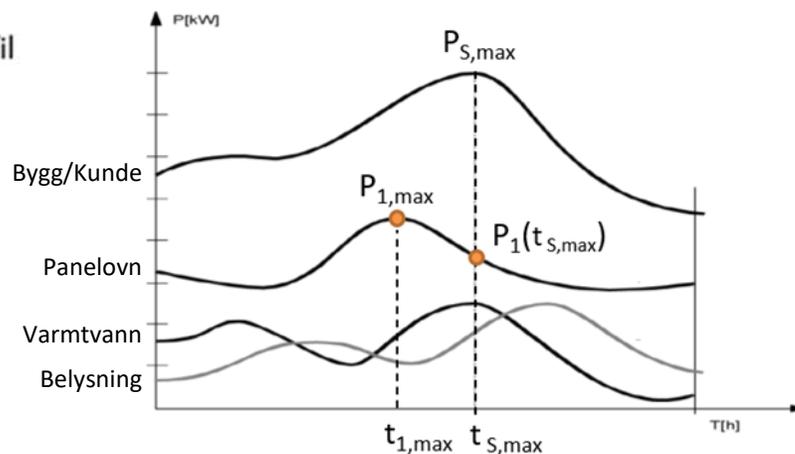


$$\alpha = \frac{P_{S,max}}{\sum_i^N (P_{i,max})}$$

## Innmeldt effekt

### • Sammenlagring

- hvor mye en last (eks. belysning) sin makslast bidrar til byggets/kundens makslast



$$s_i = \frac{P_i(t = t_{S,max})}{P_{i,max}}$$



Rapportnummer - Fortrolig

## COFACTOR: Samtidighetsfaktorer og sammenlagingsfaktorer

Definisjon og case-studie

### Forfattere

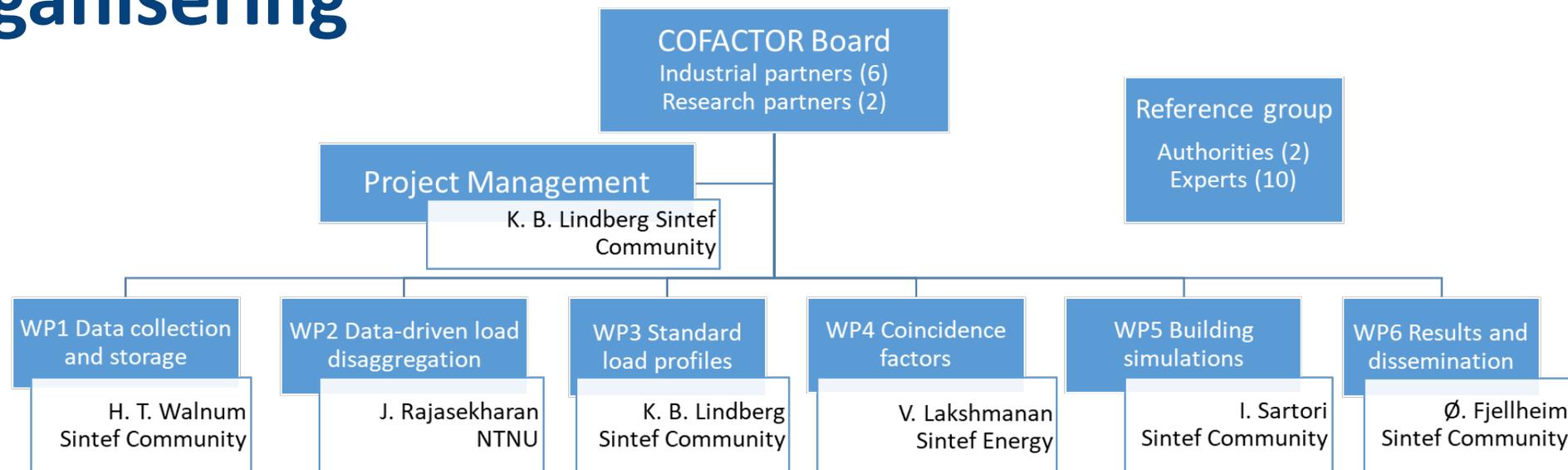
Karen Byskov Lindberg  
Synne Krækling Lien  
Øystein Fjellheim





SINTEF

# Organisering



- **Forskningspartnere**

- SINTEF Community, SINTEF Energi og NTNU Elkraftteknikk

- **Industripartnere**

- Statsbygg, Tensio TN AS, Elvia AS, Enova SF, Energi Norge, og Nelfo

- Referansegruppe: NEK, NOVAP, Standard Norge, Multiconsult (Erichsen&Horgen) og NVE

- Dataleverandører: Drammen Eiendom, Akershus Energi Varme AS, Thon Eiendom, FutureHome og Statnett



SINTEF

# Arbeidspakker

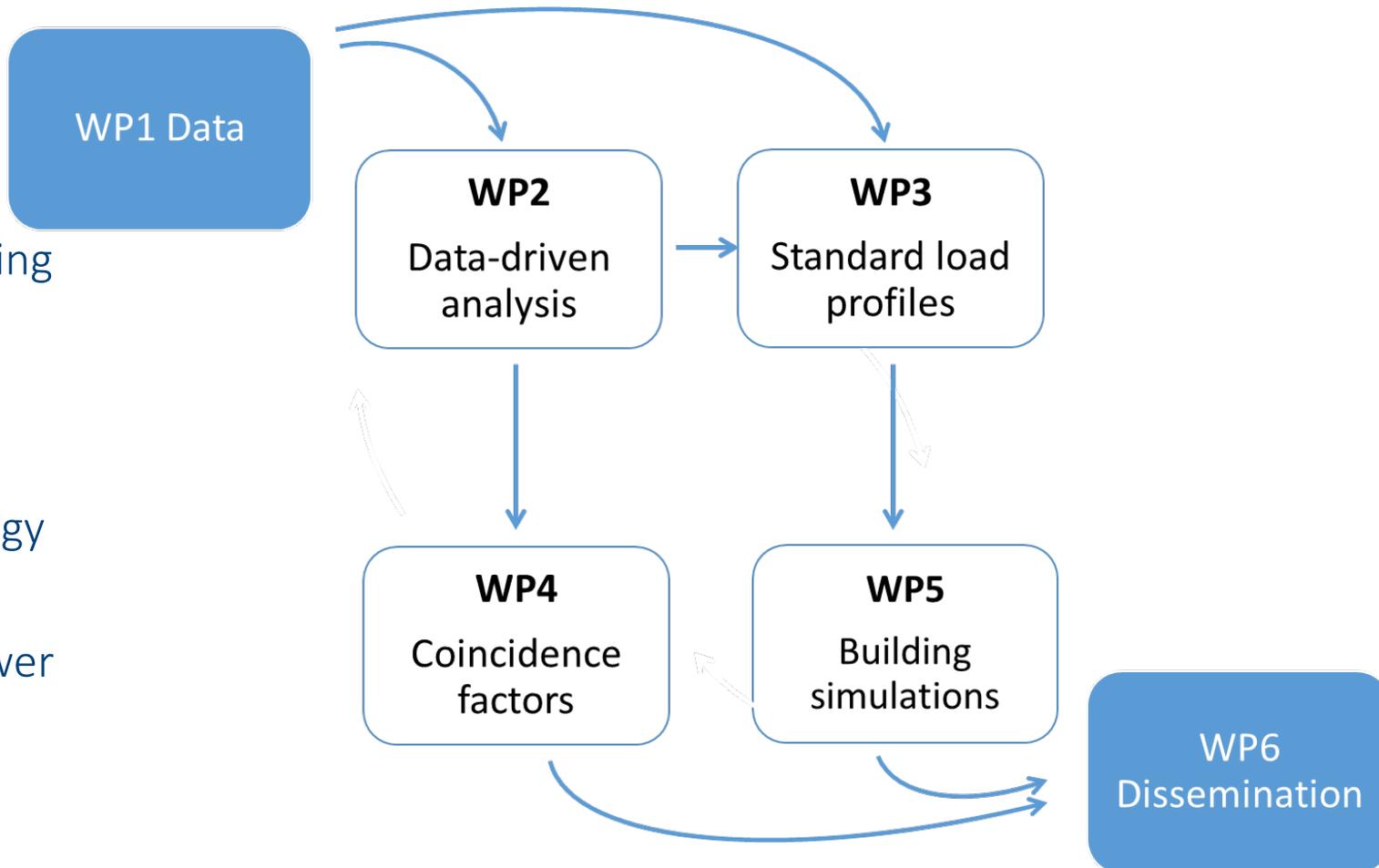
WP1 Data collection, cleaning and storing  
SINTEF Community

WP2 Data-driven load disaggregation  
NTNU Elkraftteknikk

WP3 Standard load profiles methodology  
SINTEF Community

WP4 Coincidence factors and peak power  
SINTEF Energi

WP5 Building simulation  
SINTEF Community





SINTEF

# Fremdriftsplan

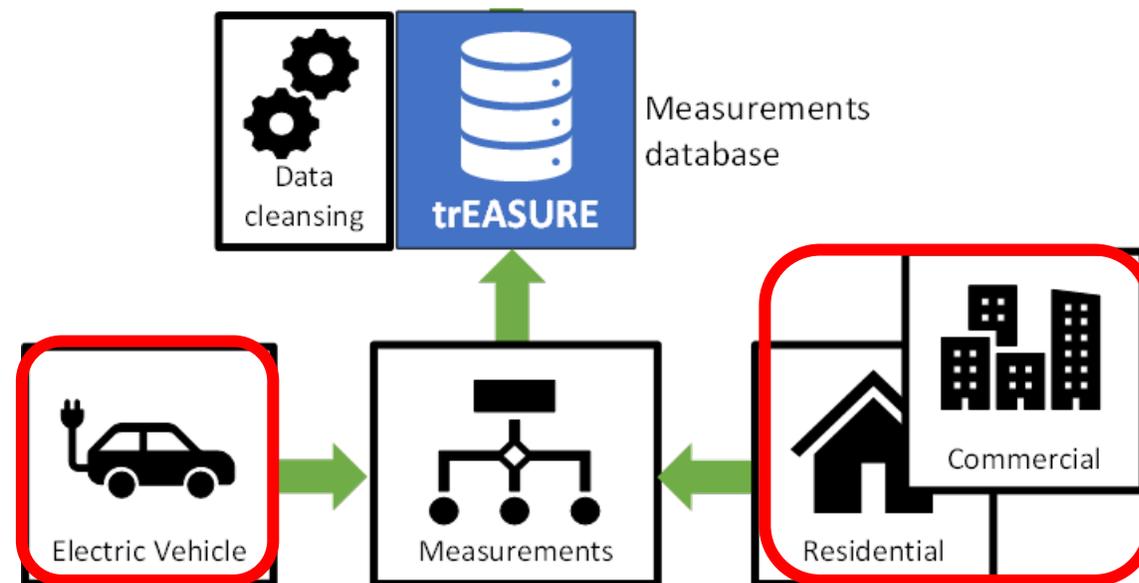
- Oppstart 1.okt 2021
- Slutt 1.okt 2025

2022 2023 2024 2025

	Cycle 1		Cycle 2		Cycle 3		Cycle 4	
	Q1Q2	Q3Q4	Q1Q2	Q3Q4	Q1Q2	Q3Q4	Q1Q2	Q3Q4
<b>WP0 Project management</b> 0.1 Administration 0.2 Internal and external communication	SINTEF C: Dr. K. B. Lindberg							
<b>WP1 Data collection, cleaning and storing</b> 1.1 Stock-data collection 1.2 Additional plugs/meters (procurement and installation) 1.3 Classification of building typologies (for WP2, WP3, WP4 and WP5) Deliverables for WP1	SINTEF C: M.Sc. H.T.Walnum <i>trEASURE database</i>							
<b>WP2 Data-driven load disaggregation</b> 2.1 Disaggregation modelling framework 2.2 Load disaggregation per energy service and energy technology 2.3 Building load profile classification Deliverables for WP2	NTNU: Dr. J. Rajasekharan							
<b>WP3 Standard load profiles methodology</b> 3.1 Load profile methodology and modelling 3.2 Per building category and energy service 3.3 Per building typology Deliverables for WP3	SINTEF C: Dr. K. B. Lindberg							
<b>WP4 Coincidence factors and peak power</b> 4.1: Methodology and modelling framework 4.2: Pmax(1), Pmax(∞), and coincidence factor per building typology 4.3: Coincidence factor for selected energy services Deliverables for WP4	SINTEF E: Dr. V. Lakshmanan							
<b>WP5 Building simulations for peak load estimator</b> 5.1 Simulation archetypes for calculating peak load 5.2 New methodology for calculating peak power of buildings Deliverables for WP5	SINTEF C: Dr. Igor Sartori							
<b>WP6 Results and dissemination</b> Annual reports and Final report Workshops (internal) Closing seminar Presentations (external at conferences)	SINTEF C: Director Ø. Fjellheim							

# WP1 Data collection, cleaning and storing

- trEASURE (FME ZEN & FME ZEB)
- SmartBuildingHUB
  - Innvilget e-infrastruktur (forskningsinfrastruktur)
- Erfaringer fra VarmtVann2030
  - Kunnskap om byggene/systemene gjør det lettere å forstå målingene
  - Målingene gjør det lettere å forstå byggene/systemene
  - For eksempel: Målinger av varmetap i varmtvannssirkulasjonen



PhD candidate Åse Sørensen  
FME ZEN in Smart Cities

PhD Thesis Karen B. Lindberg  
FME ZEB  
FME ZEN in Smart Cities



SINTEF

# Datainnsamling

- Så langt:
  - Drammen eiendom
  - Statsbygg
  - GreenCharge
  - PhD Statnett/NTNU (Matthias Hofmann)
- Fremover
  - Elhub
- Systematisering, organsiering og data cleaning
  - **SmartBuildingHUB** (e-infrastruktur) 25 mill NOK

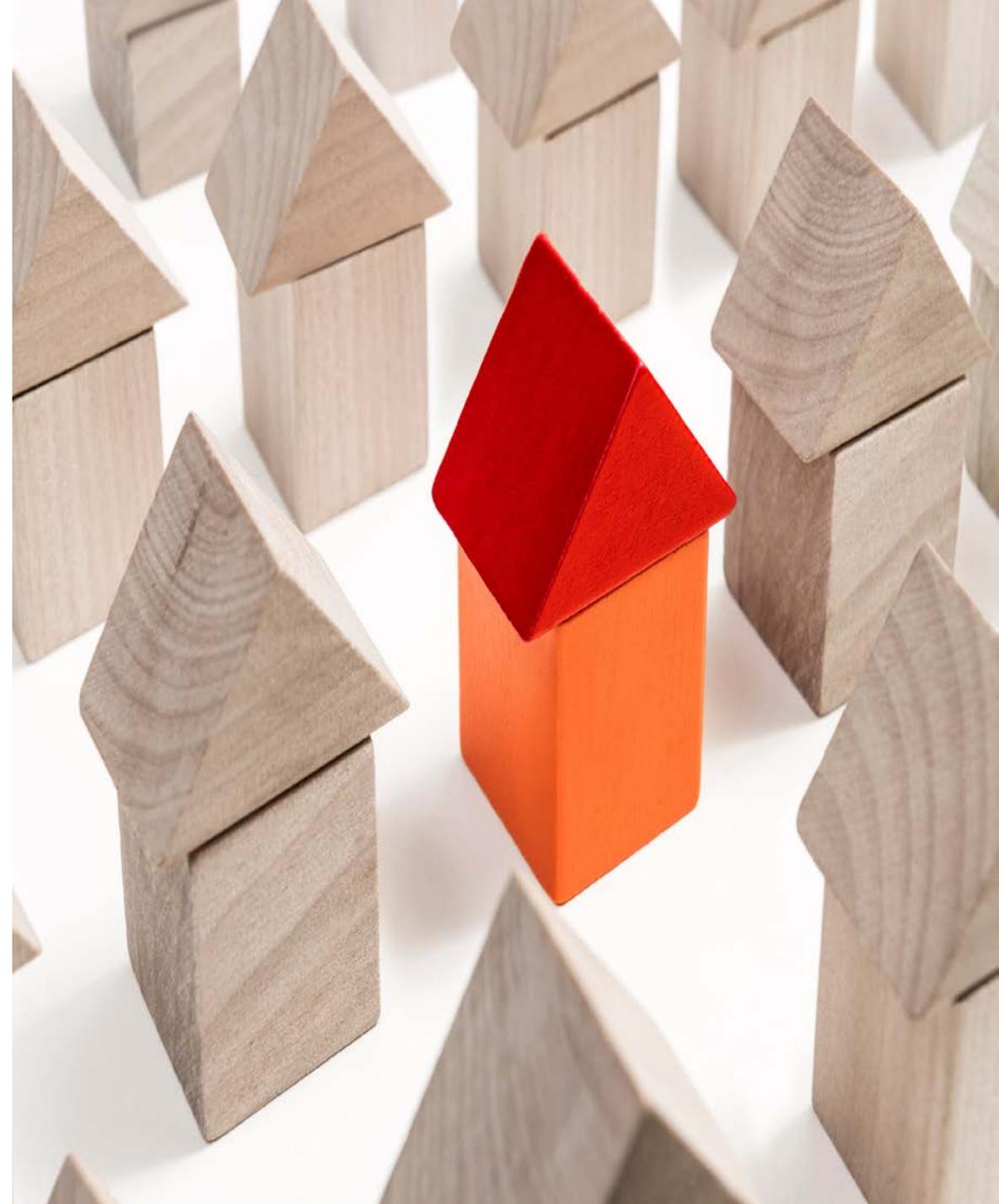




SINTEF

# Hvorfor er det viktig med målinger?

- Energistandard
  - Gammel, TEK10, TEK17, nesten nullenergi
- Ventilasjonssystemer
- Oppvarmingsystemer
  - Panelovn
  - Varmepumpe (luft-til-luft, bergvarmepumpe)
  - Vedovn
- Elbil
- Sol
- Lager
  - Varmelager
  - Batteri

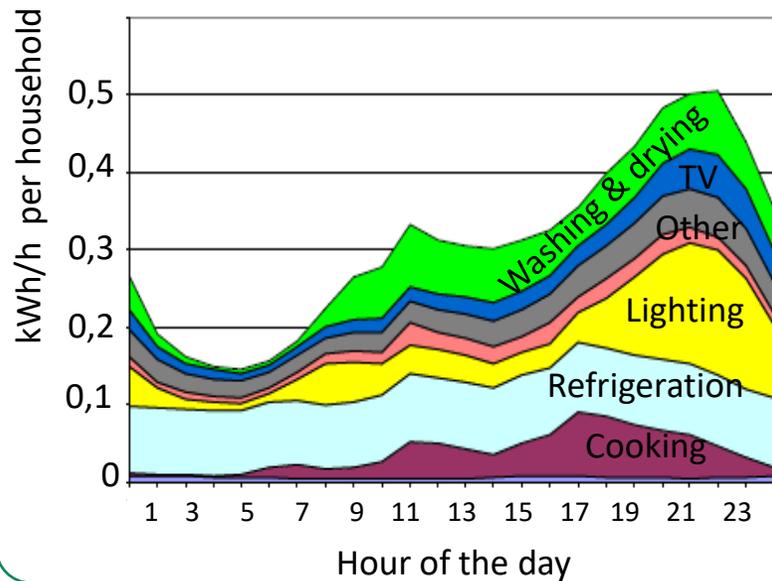




SINTEF

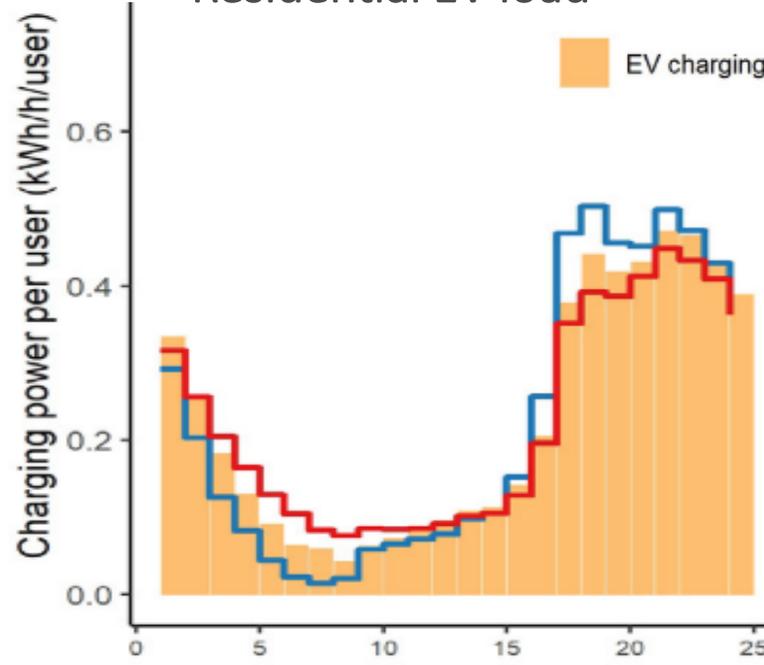
# Boliger

### Household load



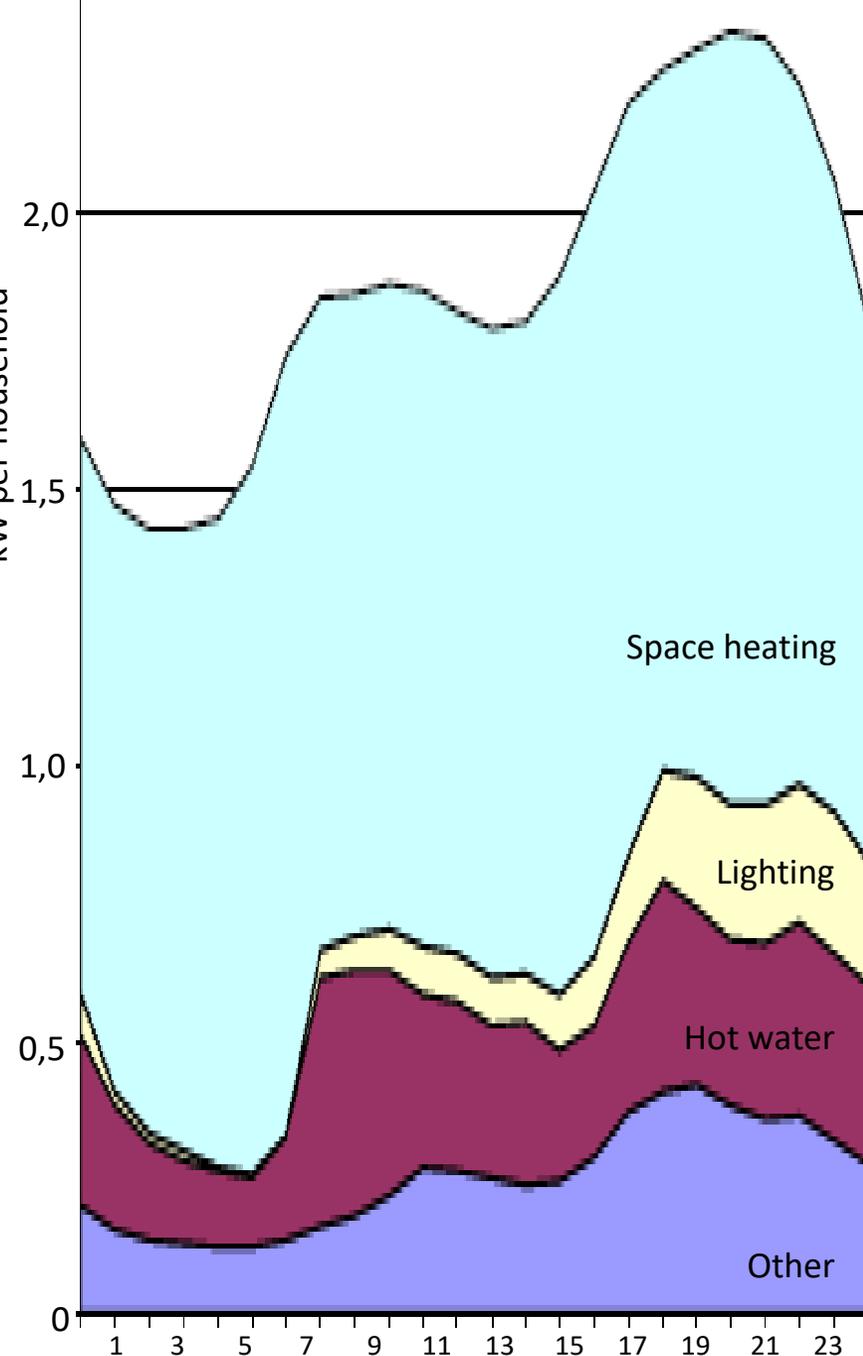
Source: SINTEF Energi

### Residential EV load



Source: Sørensen, Å. L. et al. (2021). <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.110923>

### kW per household

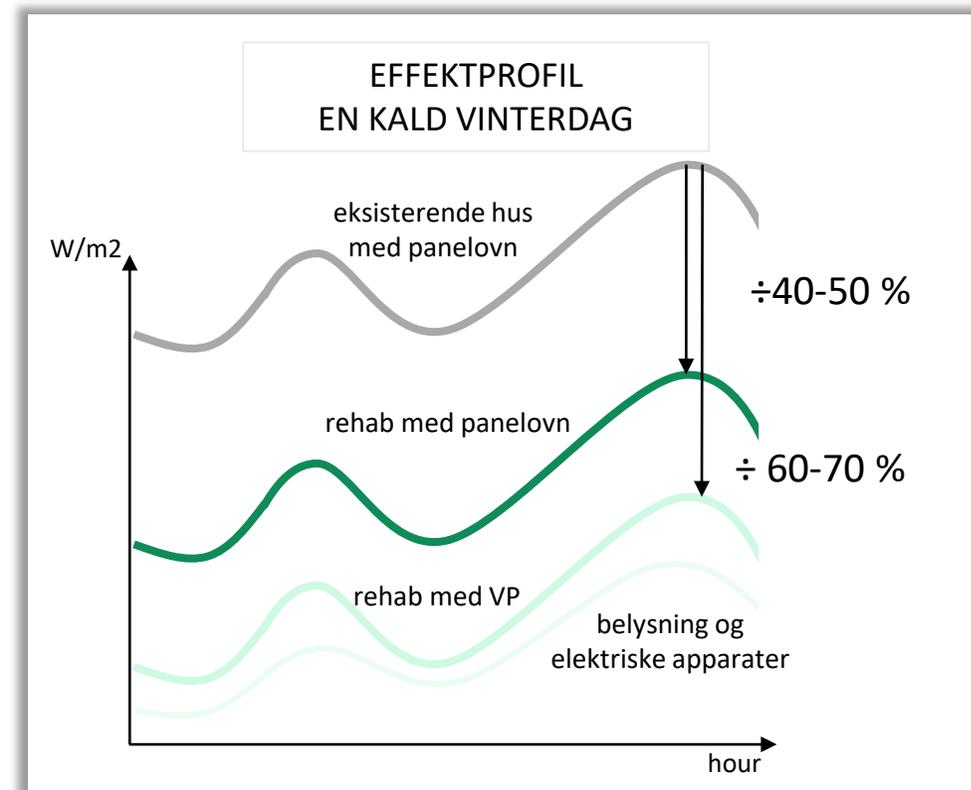


Source: SINTEF Energi



# Isolering og tekniske systemer i bygg

- Påvirker effektbehovet
- Isolasjon og tetting
- Varmepumpe og akkumulator
  
- Vannbårne systemer en forutsetning
  - dekke *alt varmebehov*
    - tappevann og all romvarme (inkl. badegulv)
  - *energifleksibilitet*
    - Ved bruk av varmelager



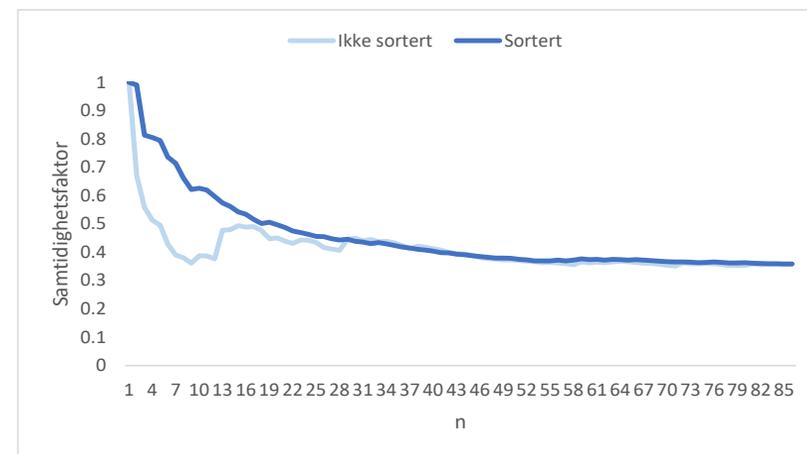
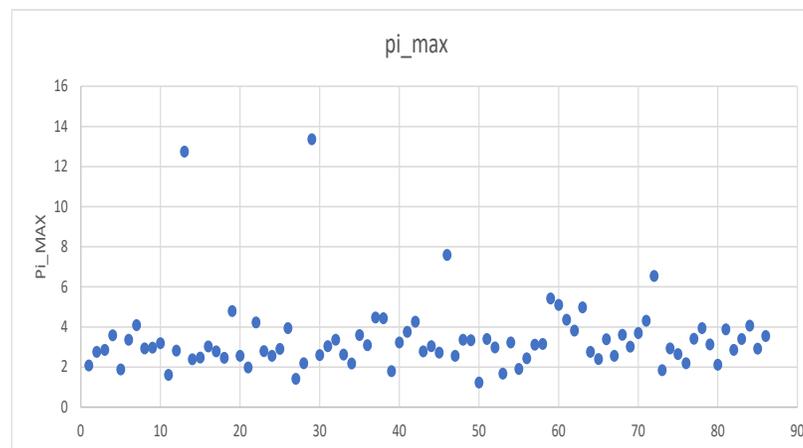
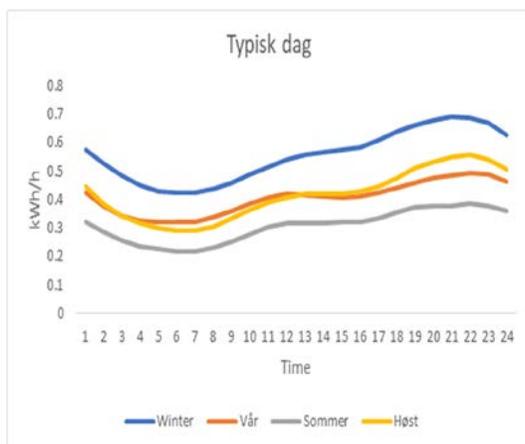


SINTEF

# Eksempel 1: Ringerikskraft

- Timesmålinger fra 4 blokker (86 målere)
- Anonyme, ukjent størrelse på leiligheter
- Elspesifikt forbruk (varmebehov dekkes av fjernvarme)
- 2018/2019-2021

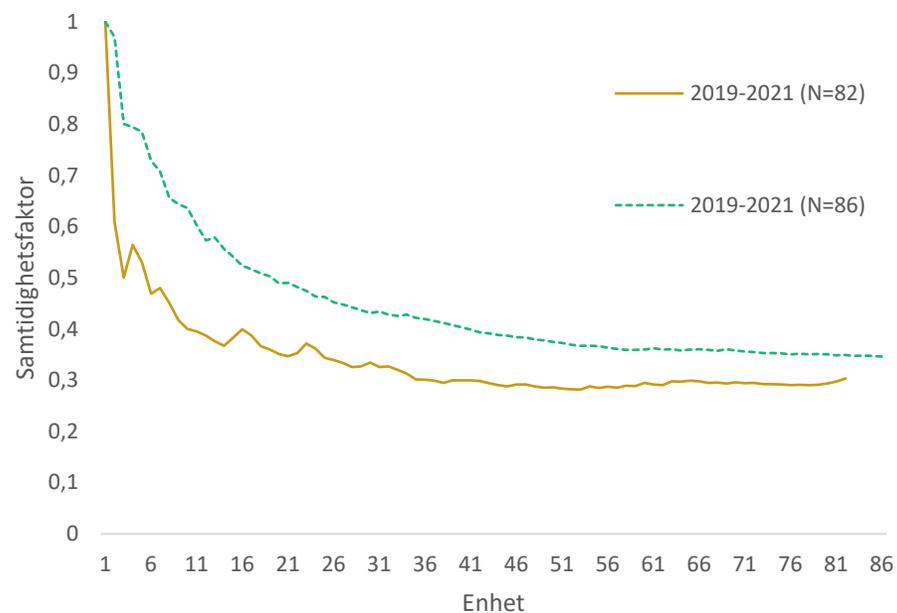
$$\alpha = \frac{P_{S,max}}{\sum_i^N (P_{i,max})}$$



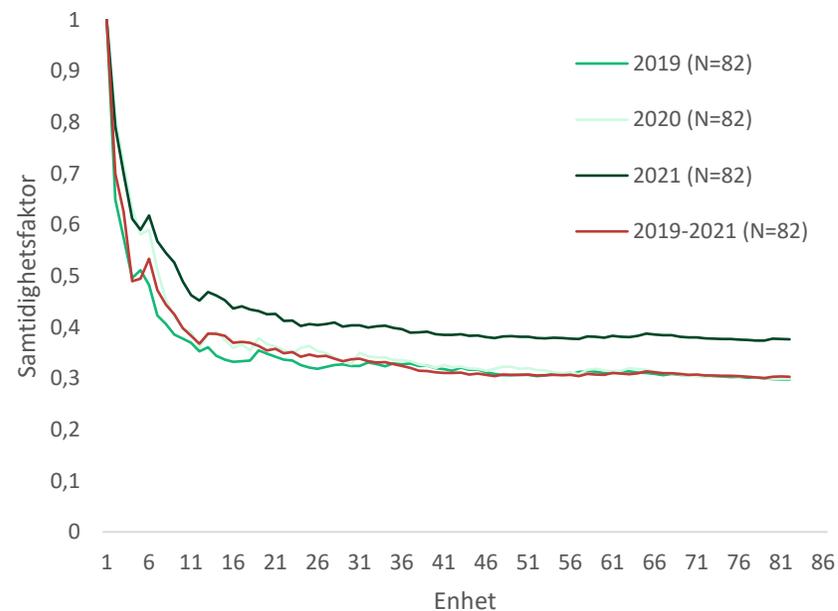


SINTEF

# Utvalget påvirker samtidighetsfaktoren



- **Utvalget av bygg** påvirker.
- Målere med ekstreme verdier kan ha stor påvirkning på utviklingen i samtidighetsfaktor.
- Her ser vi forskjellen i utvikling av samtidighetsfaktor når vi tar med de 4 byggene med høyest topplast



- Årlige variasjoner i klima og adferd påvirker også utviklingen.



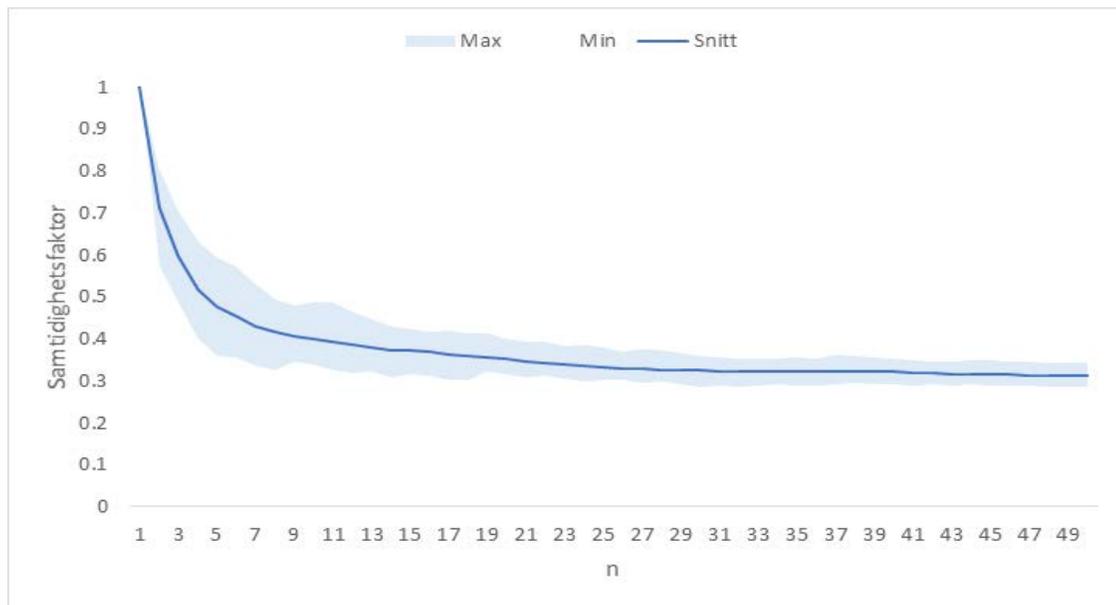
SINTEF

# Løsning

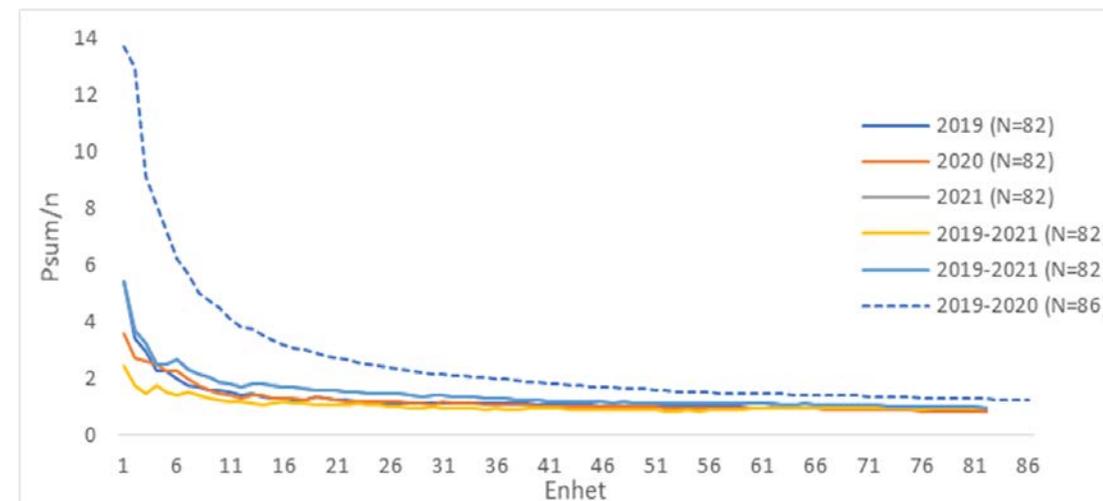
Vi tar et tilfeldig utvalg av 50 bygg 50 ganger. Samtidighetsfaktoren konvergerer når vi nærmer oss 50 (liten variasjon, nær maks utvalg)

Samtidighetsfaktor		
Utvalg	n=50	n=N
2019-2020 (N=82, sortert)	0.31	0.30

- Samtidighetsfaktor



- Makslast

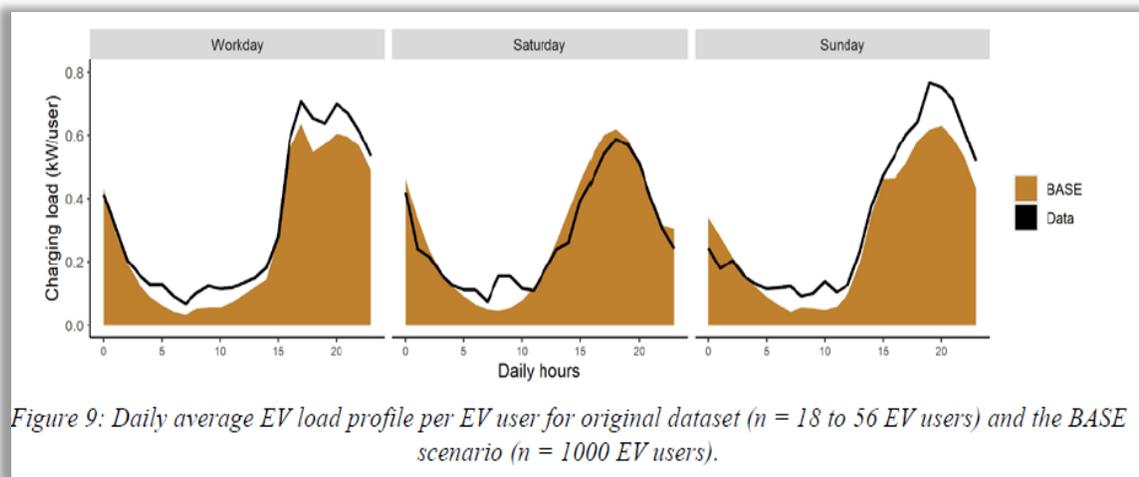




SINTEF

# Eksempel 2: elbillading

- Basert på målinger i Norge



Samtidighetsfaktor

Maks effekt

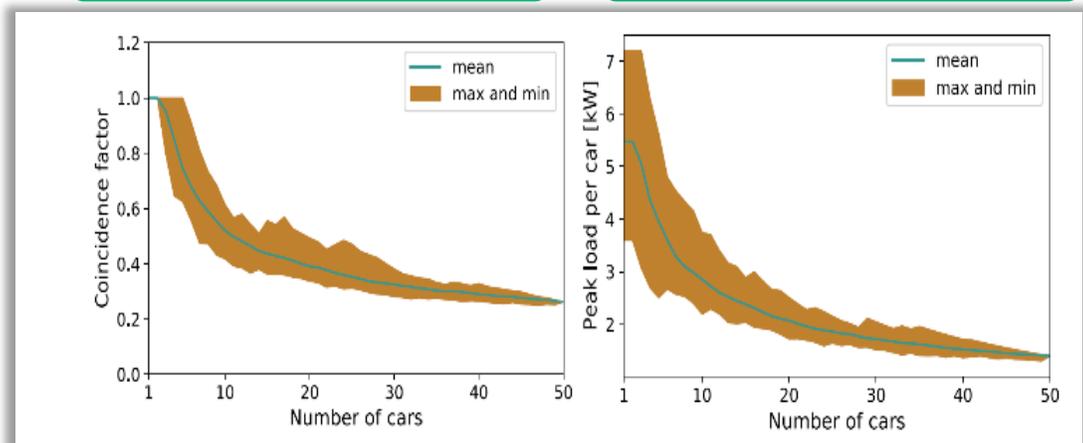


Figure 12: Coincidence factor and peak load per EV for an increasing number of EVs in the BASE scenario.

M. C. Westad (2021). A stochastic simulation tool for generating hourly load profiles for residential EV charging, based on real-world charging reports. Master Thesis, Institutt for Elkraftteknikk, NTNU  
Å. L. Sørensen et al. (2022). Stochastic load profile generator for residential EV charging. BuildSim Nordic Conference 2022



SINTEF

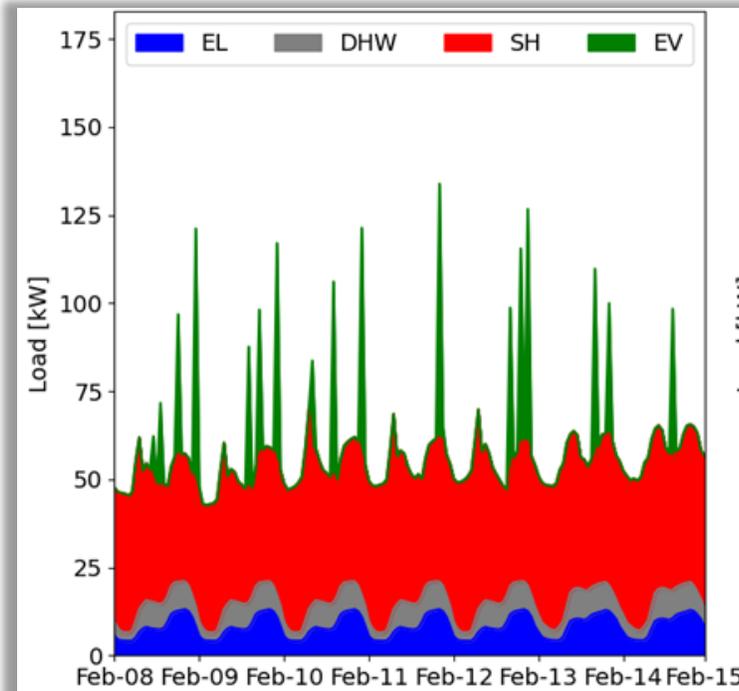
# Eksempel 3: Smart styring

- FlexBuild

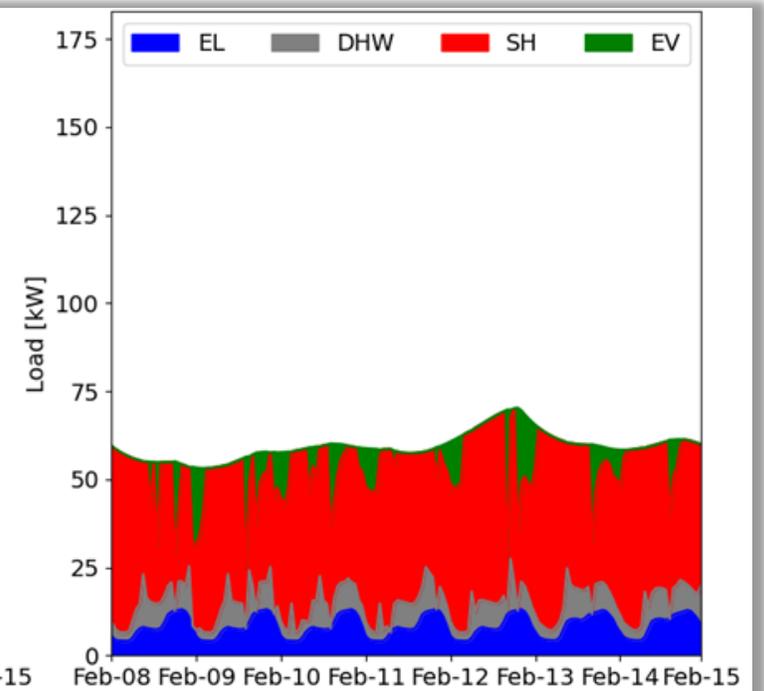
<https://www.sintef.no/projectweb/flexbuild/>

- Smart styring av
  - Romvarme
  - Varmtvann
  - Elbil-lading
- Uten å påvirke kundens komfort
  - Slipper å tenke på flytting
- Eksempel her: boligblokk med 10 leiligheter og 7 elbiler

Ingen styring



Smart styring



Source: Sartori, Lindberg et al. (2022)



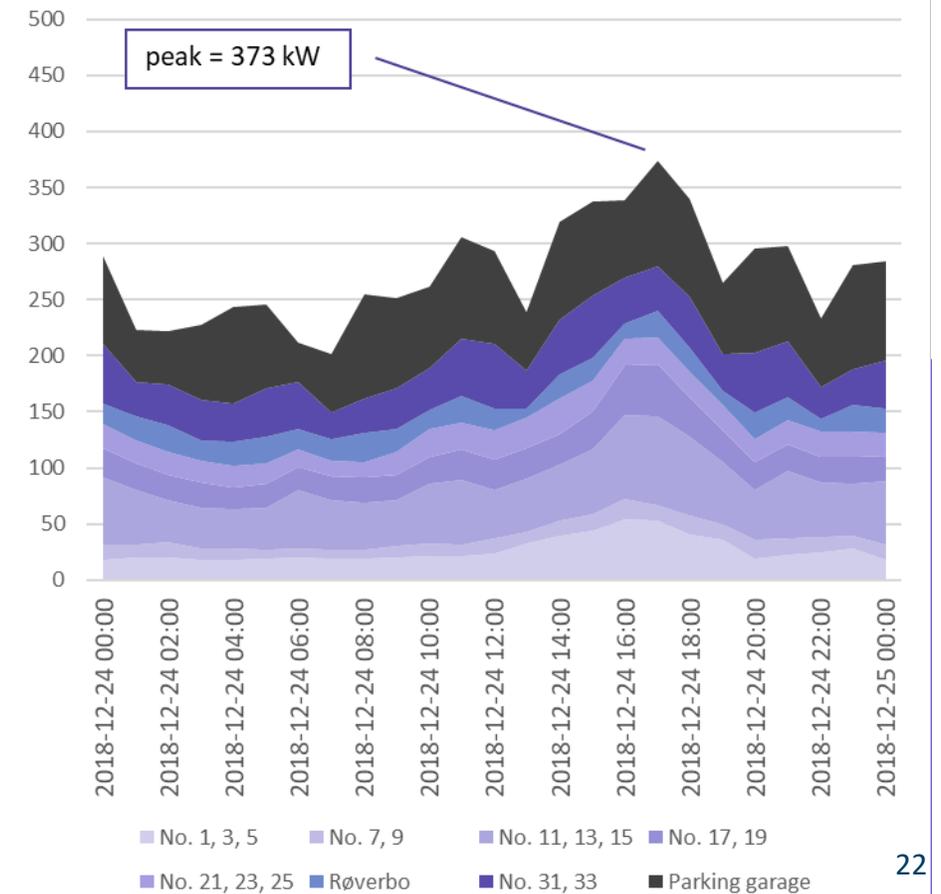
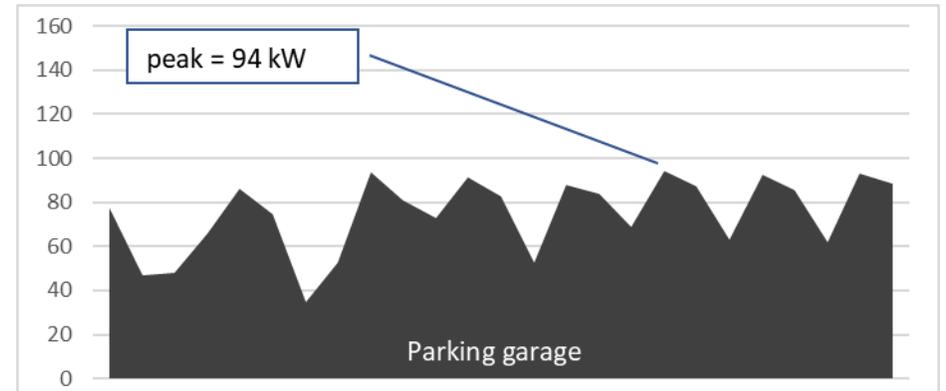
SINTEF

# Eksempel 3: Borettslag

- Smart lading av 230 elbiler
- Røverkollen borettslag (246 leiligheter)
- 9 hovedmålere



<https://www.greencharge2020.eu/>

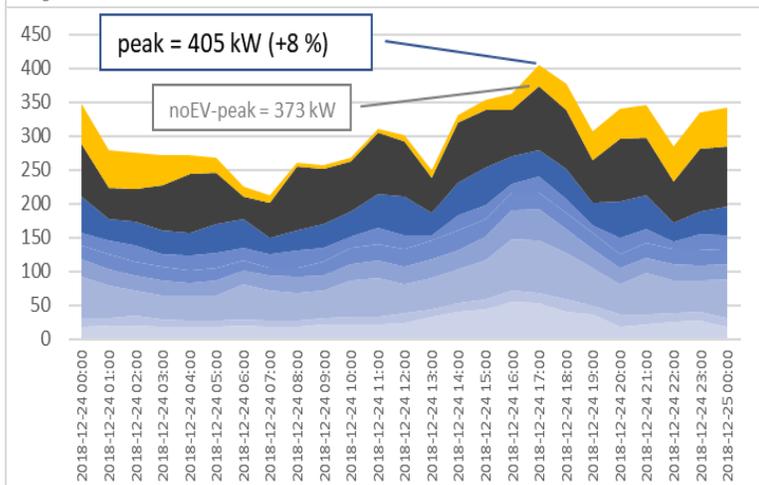
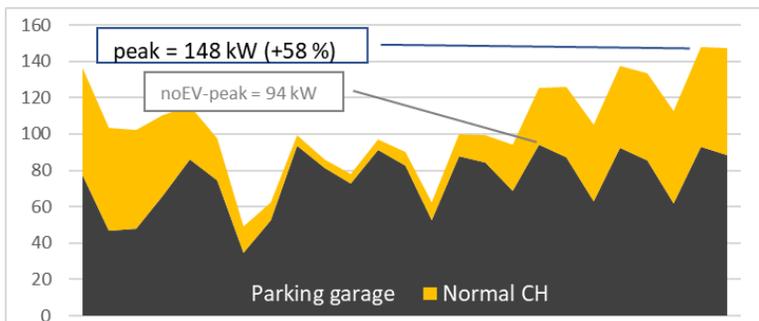




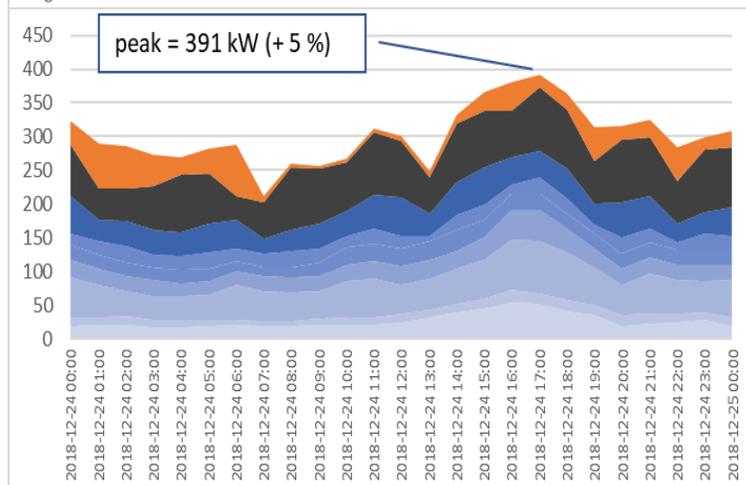
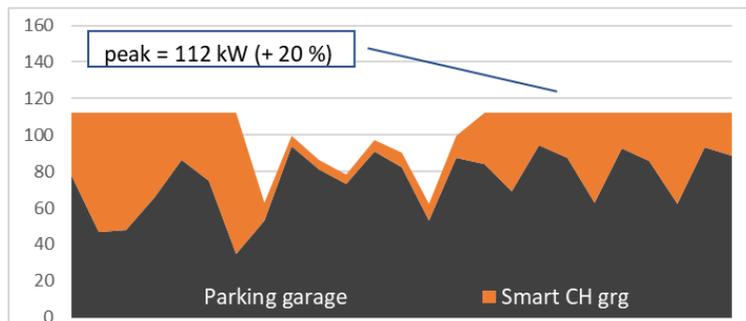
SINTEF

# Nytte av smart lading

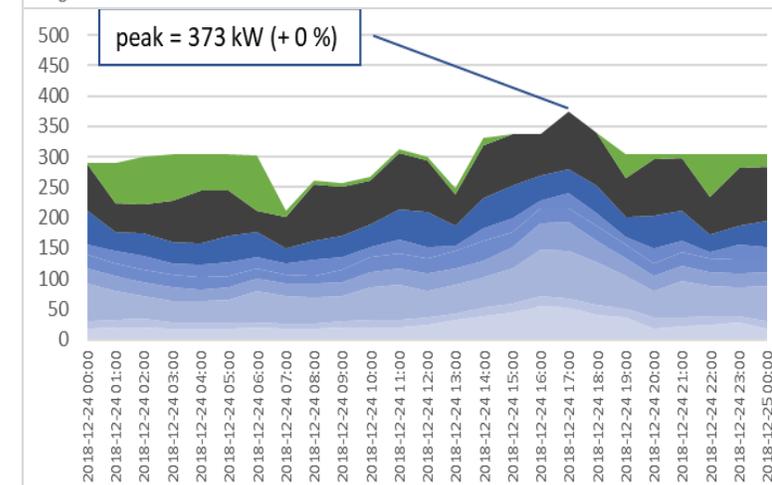
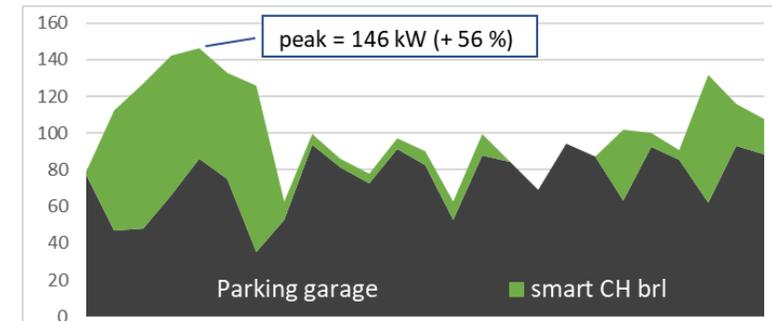
0) Normal charging of 70 EVs



1) Smart charging – reducing garage's peak



2) Smart charging – reducing Røverkollen's peak

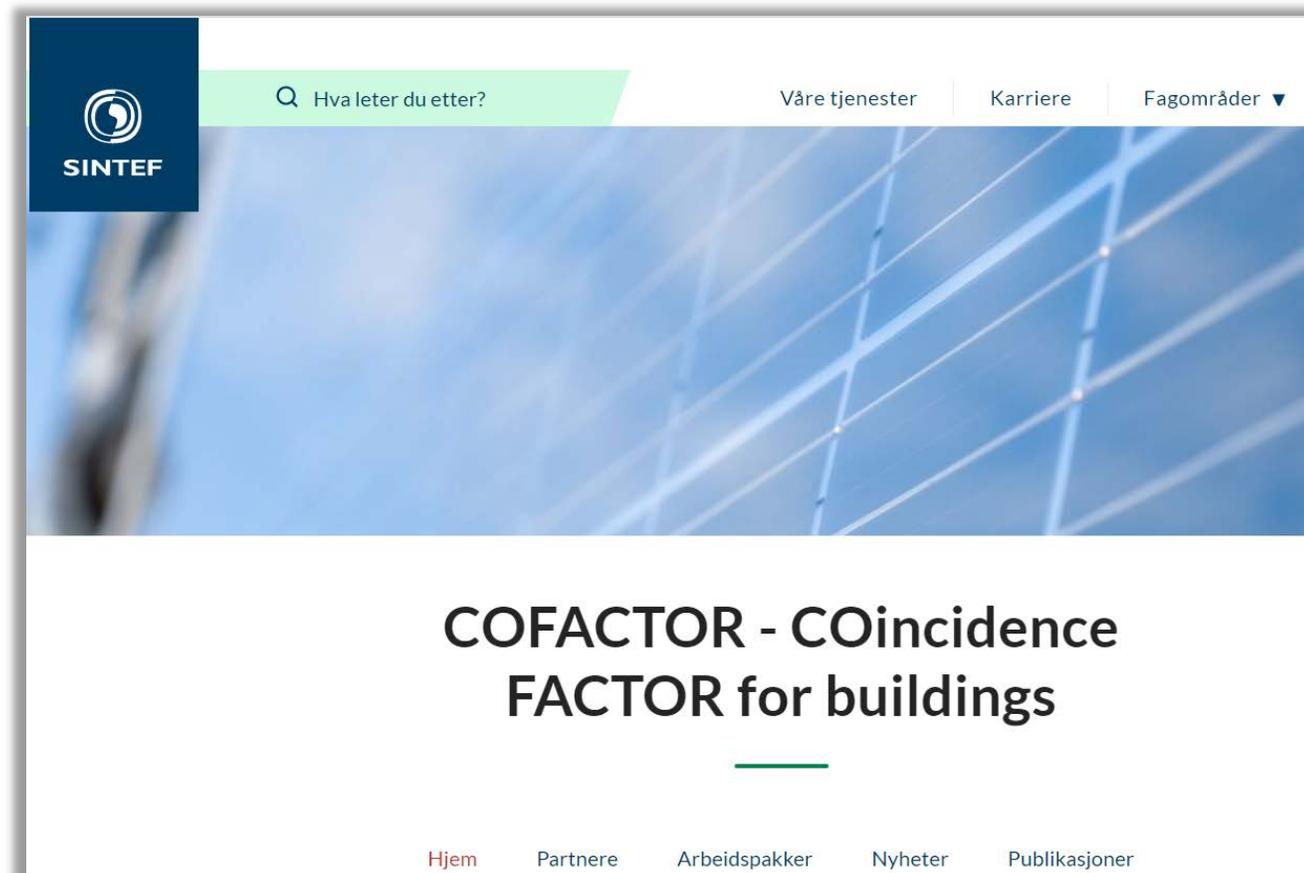




SINTEF

# COFACTOR – forstå energibruk i og ved bygg

- KPN-prosjekt (2021-2025)
- Detaljerte måledata for bygninger
  - Tidsoppløsning: time, minutt, sekund
  - Formålsfordelte lastprofiler
- Nye oppdaterte samtidighetsfaktorer
  - Type bygg, oppvarmingssystem, nye teknologier
- Ny metode for standard lastprofiler
  - Type bygg, oppvarmingssystem, nye teknologier





SINTEF

Teknologi for et  
bedre samfunn