

CINELDI

Centre for intelligent electricity distribution
- to empower the future Smart Grid



Norwegian Centre for
Environment-friendly
Energy Research

Verktøykassa – nye løsninger fra CINELDI

Trondheim, 6. november

Sture Holmstrøm, Oddbjørn Gjerde, Olav B. Fosso og Maren Istad

Temaene i «verktøykassa»

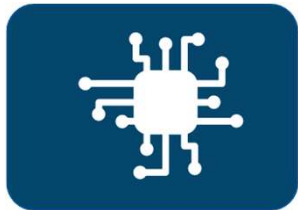
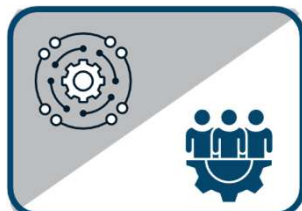
- **Digitalisering og automatisering av strømmettet**
Sture Holmstrøm
- **Fleksibilitet og fleksible ressurser**
Magnus Korpås
- **Referansenett, kode og data**
Olav Bjarte Fosso
- **Pilotprosjekter**
Maren Istad



Digitalisering og automatisering



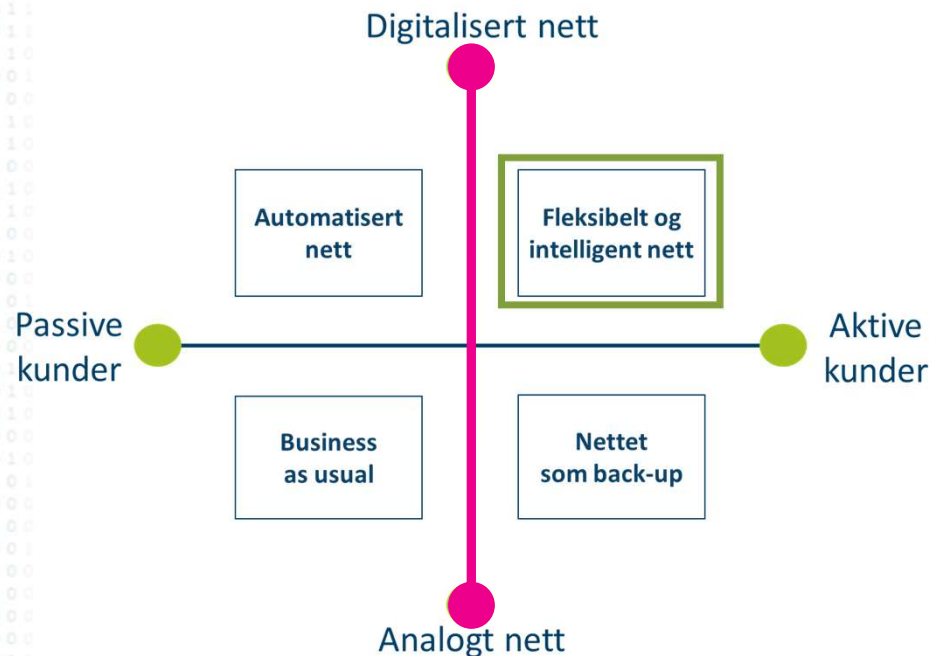
0010010000110100
0100000110100010
1000010011010000
1001000011010010
0001010110000010
0110100010010100
0100010001001000
0100001000010000
0010100000110100
1001000010011010
0001001000011010
1100001010110000
0000110100010010
0110100010001000
0011010000100000
0011010010001100
0110000010010000
0010010100000110
0001001000001000
0010000100010000
1000110000101010
1000010011010000
1001000011010010
0001010110010010
0100001001000010
0001100001010110
0010011010100010
0100001001000010
0001100001010110
0000100110100000
0010000110100100
0010101100100110
1000010010000110
0011000010101100
0001001000001100
0110000101011000
1000010000100100
1001000110000100
0001000100110100
0010010000110100
0100000110100010
1000010011010000
1001000011010010
0001010110000010
0110100010010100
0100010001001000
1010000100001000
1010010001100
00000100100001
0010100000110
100100001001
000100100011
000100100011
00000101011000



Hva mener vi med digitalisering og automatisering?

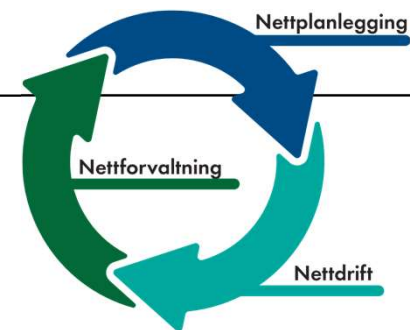
- Nye målemetoder og sensorer
- Rask og sikker kommunikasjon
- Styringssystemer og beslutningsstøtte
- Driftssentralsystemer

Hvorfor har vi jobbet med digitalisering og automatisering?



Drivere:

- Må øke nettkapasitet betydelig
- Reduserer kostnader og areal- og naturinngrep
- Dette krever:
 - **aktiv nettdrift** med digitalisering og automatisering
 - Forbedring av arbeidsprosesser:



Digitalisering og automatisering i CINELDI

- Sensorer
- Kommunikasjonsløsninger
- Styringssystemer
- Driftsentralsystemer
- Algoritmer og beslutningsstøtte

Faktaboks: Digitalisering og automatisering

Med digitalisering og automatisering menes her ulike teknologier og løsninger for overvåking og styring av strømnettet. Dette omfatter for eksempel:

Ulike typer sensorer som gir informasjon om nettet i normal- eller feiltilstand

AMS

Vern

Feilstrømindikatorer

Sensorer for overvåking av komponenter (f.eks. sensorer for dynamisk linjekapasitet)

Kommunikasjonsløsninger som kreves for å overføre informasjon eller kommandoer

5G [eller andre trådløse teknologier](#)

Fiberoptikk

Manuelle eller automatiske styringssystemer

Automatisk trinnkobling

Selvhelende funksjonalitet

Systemvern

Styring av fleksible ressurser

Optimalisering av topologi

Driftsentralsystemer

Avanserte driftsentralsystemer (ADMS)

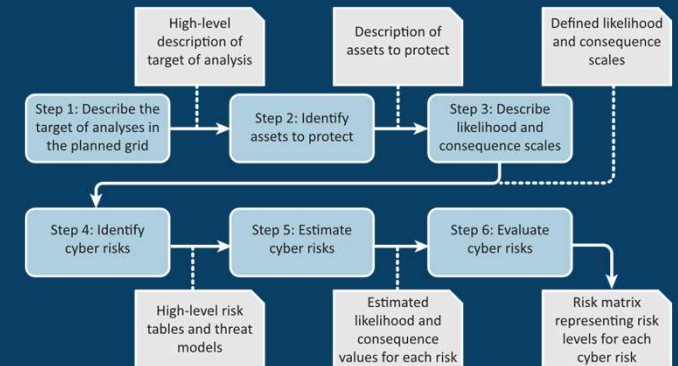
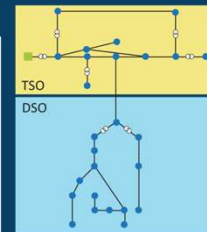
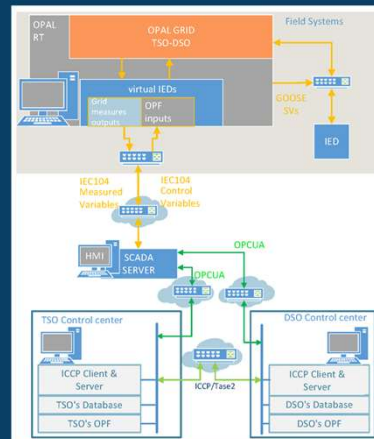
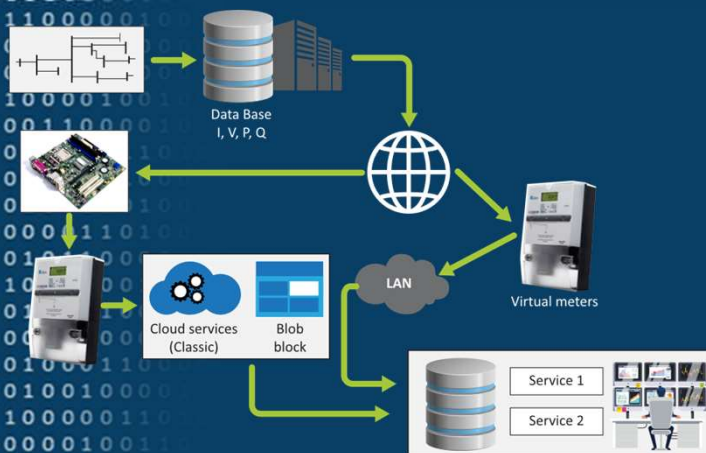
Nettdrift med aktive tiltak

Andre algoritmer og beslutningsstøtte

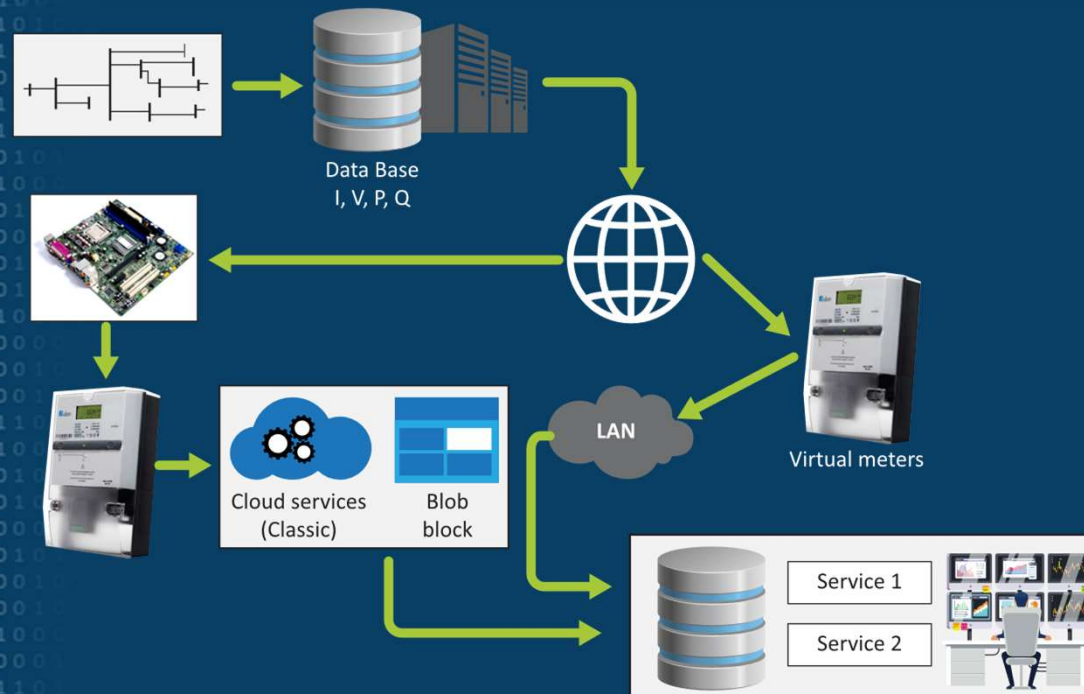


Tre eksempler på CINELDI resultat:

- Hvordan bruke smartmålere i driftssentraler for overvåking og styring av distribusjonsnett?
- Hvordan utveksle informasjon mellom DSO og TSO for koordinert håndtering av spenningsregulering og flaskehalsproblematikk?
- Hvordan vurdere sårbarhet og risiko for nettløsninger som er på konseptstadiet?



CINELDI result: HIL platform based on Smart Meters for ADMS (WP2)



Significant results:

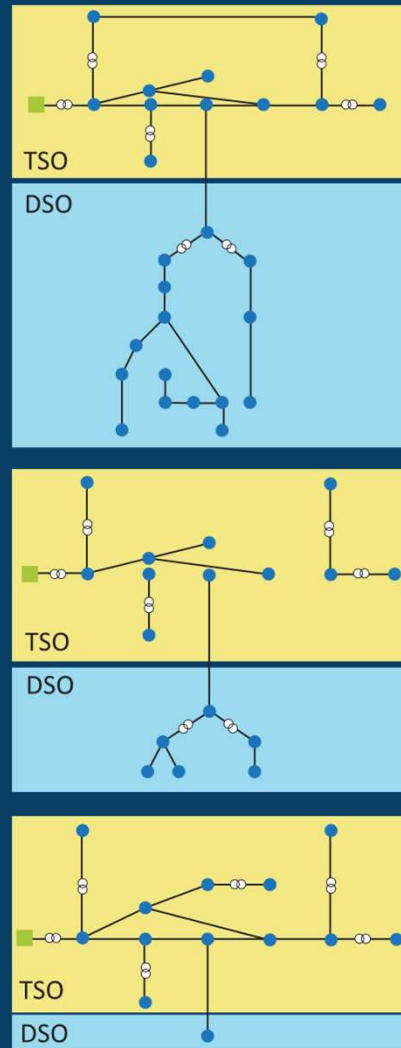
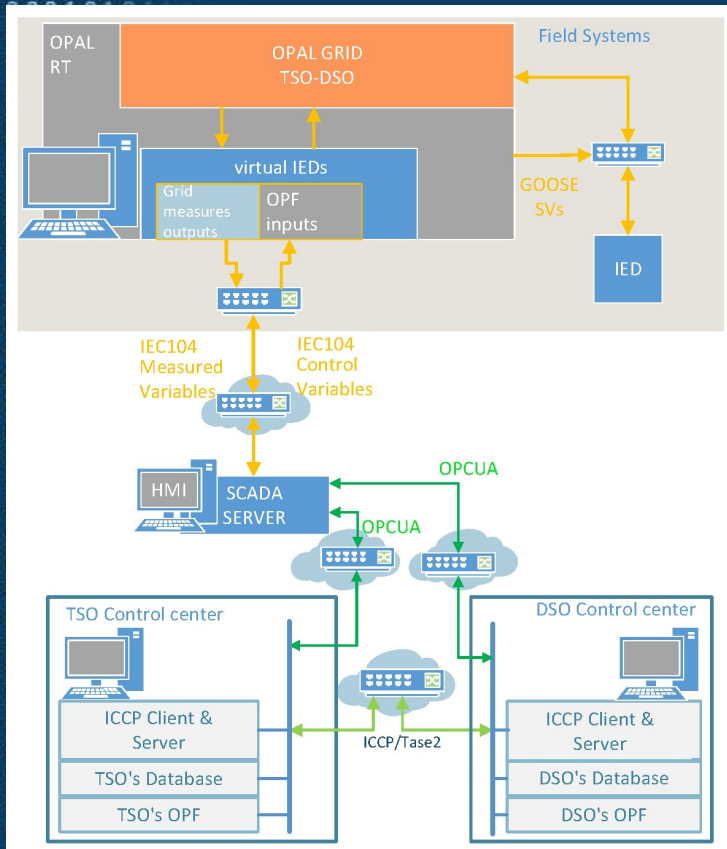
Created a hardware-in-the-loop (HIL) test setup for testing new control centre services based on information coming from smart meters.

The setup has been used to test topology identification algorithm and validate fidelity of field data used on other services of the control centre.

Impact for distribution system innovation:

Gained knowledge and understanding on the new techniques for monitoring and controlling the distribution electric power grid.

CINELDI result: Study operational coordination between TSO and DSO (WP2/WP3)



Significant results:

The DSO equivalent grid models should be developed with a tailored approach for the dynamics considered in specific cases to avoid performance degradation.

The use of the CGM model for exchanging different levels of DSO equivalent grids has showed its adequacy for such operational coordination.

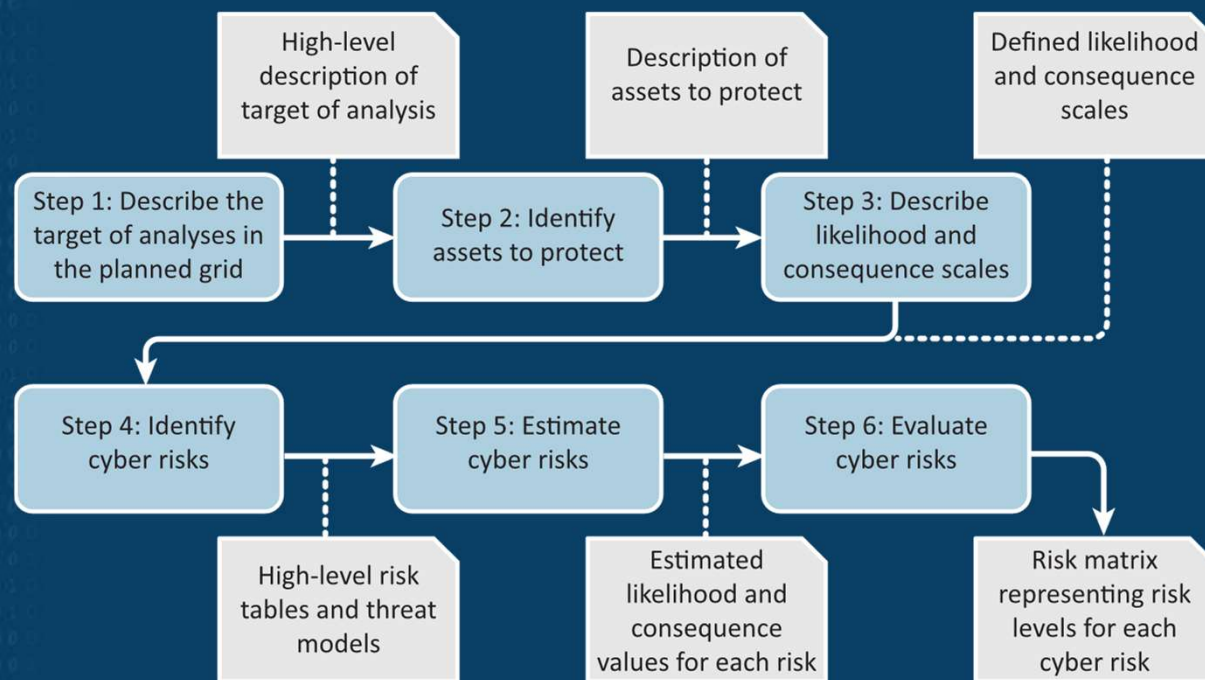
Impact for distribution system innovation:

A laboratory testsystem is developed in NSGL which can be used to validate different usecases of TSO-DSO operational coordination.

With this work and with its next activities, DSOs will be able to prepare and model data (especially flexibility related) required for operational coordination with neighbouring DSOs as well as the TSO.



CINELDI result: A Light-Weight Tool-Supported Method for Cyber Risk Assessment in the Planning of Cyber-Physical Smart Grids (WP1)



Significant results:

A light-weight, tool-supported method to help grid planners identify cybersecurity risks, even with limited information.

Impact for distribution system innovation:

Early identification of cyber risks helps avoid plans with unacceptable risks and allows planners to compare the costs, benefits, and risks of digital and traditional grid measures.



Digitalisering i CINELDI og veien videre

- Nær alt i CINELDI er digitalisering og automatisering
- Har jobbet med hele kjeden fra sensor til beslutning
- Kompleksitet og nye sårbarheter
- Hva skjer de neste 8 årene innen digitalisering?
 - Hva kan generativ AI brukes til for å støtte opp om arbeidsprosesser?
 - Billedgjenkjenning og analyse – Vil det forenkle tilstandsovervåking?
 - Hvordan må vedlikehold, testing og feilretting innrettes?
 - Nye kommunikasjonsstandarder 6G?



Fleksibilitet og fleksible ressourser



Hva er fleksibilitet?

- *Fleksibilitet er evne og vilje til* modifisering av produksjons- og/eller forbruksmønster, på et individuelt eller aggregert nivå, ofte som en reaksjon på et eksternt signal, for å kunne tilby en tjeneste til kraftsystemet eller opprettholde stabil nettdrift.



Bakgrunn

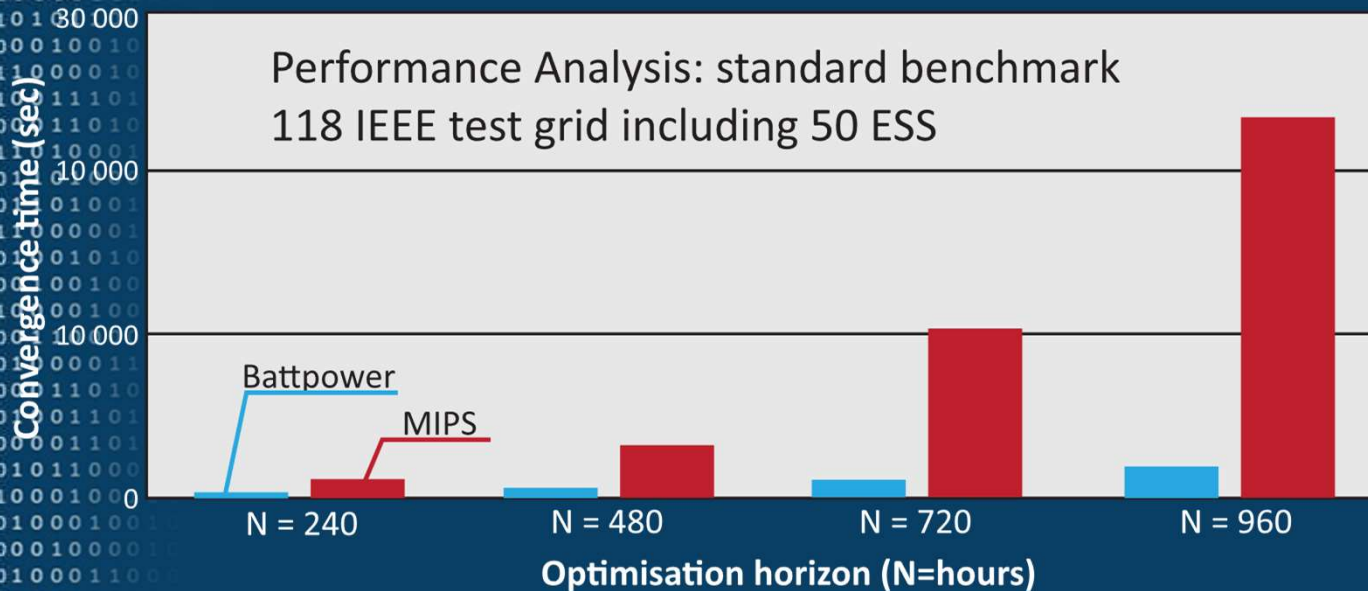


Gir både nye utfordringer og muligheter for fremtidens nett

Fleksibilitet kan være et kostnadseffektivt alternativ og/eller supplement til tradisjonelle nettinvesteringer



Multi-period Optimal Power Flow with Flexible Resources



Significant results:

Multi-Period OPF much faster than commercial solvers, both with respect to time and space.

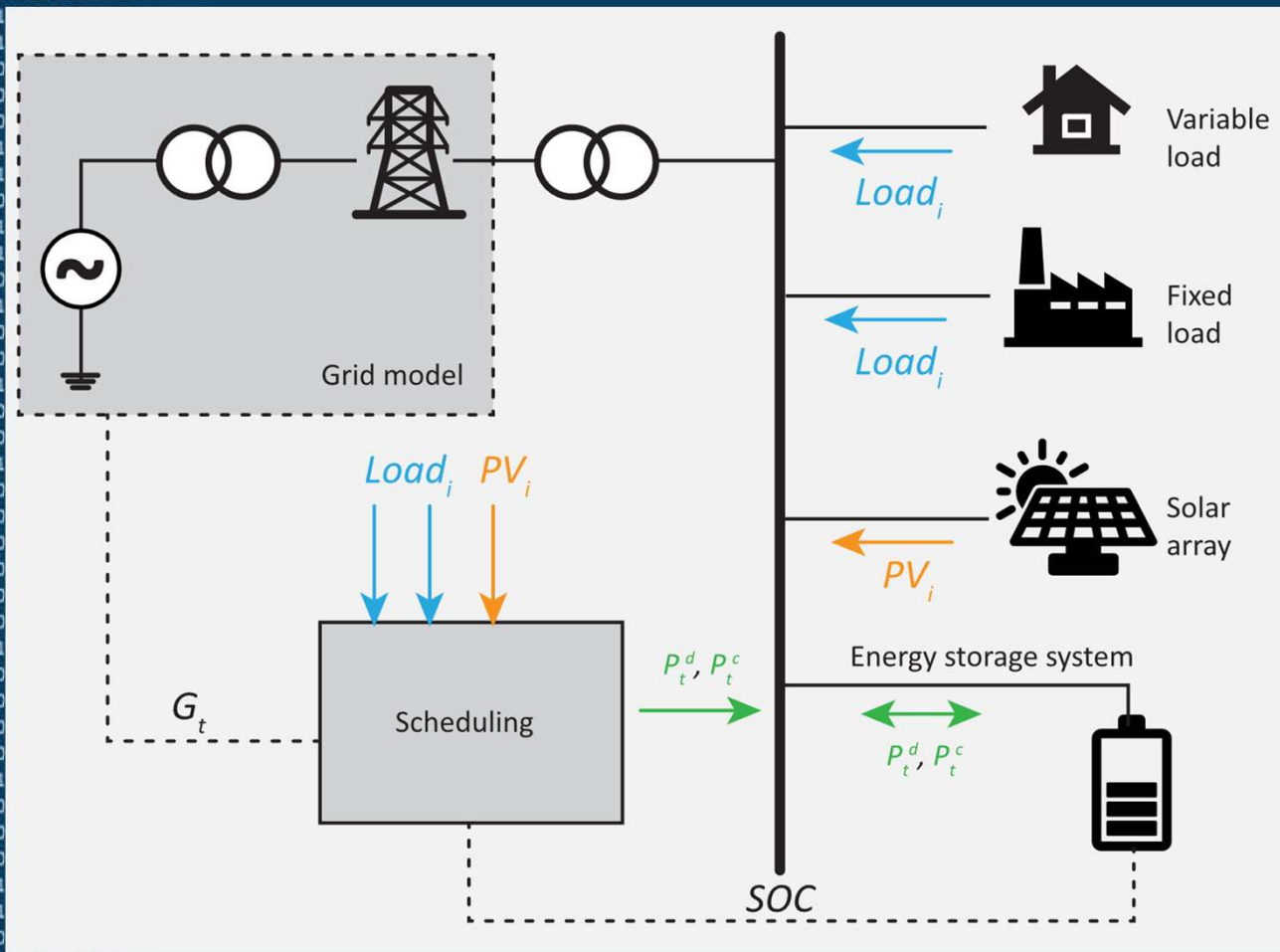
Impact for distribution system innovation:

Planning: Optimising the right type, size and timing of new grid investments

Operation: Optimising the use of controllable and flexible assets for secure, reliable and economic operation of the distribution grids.



Unlocking the Potential of Value Stacking in Norwegian Distributions Systems



Significant results:

Service stacking increased profitability, especially with optimization methods. Voltage regulation boosted overall profits.

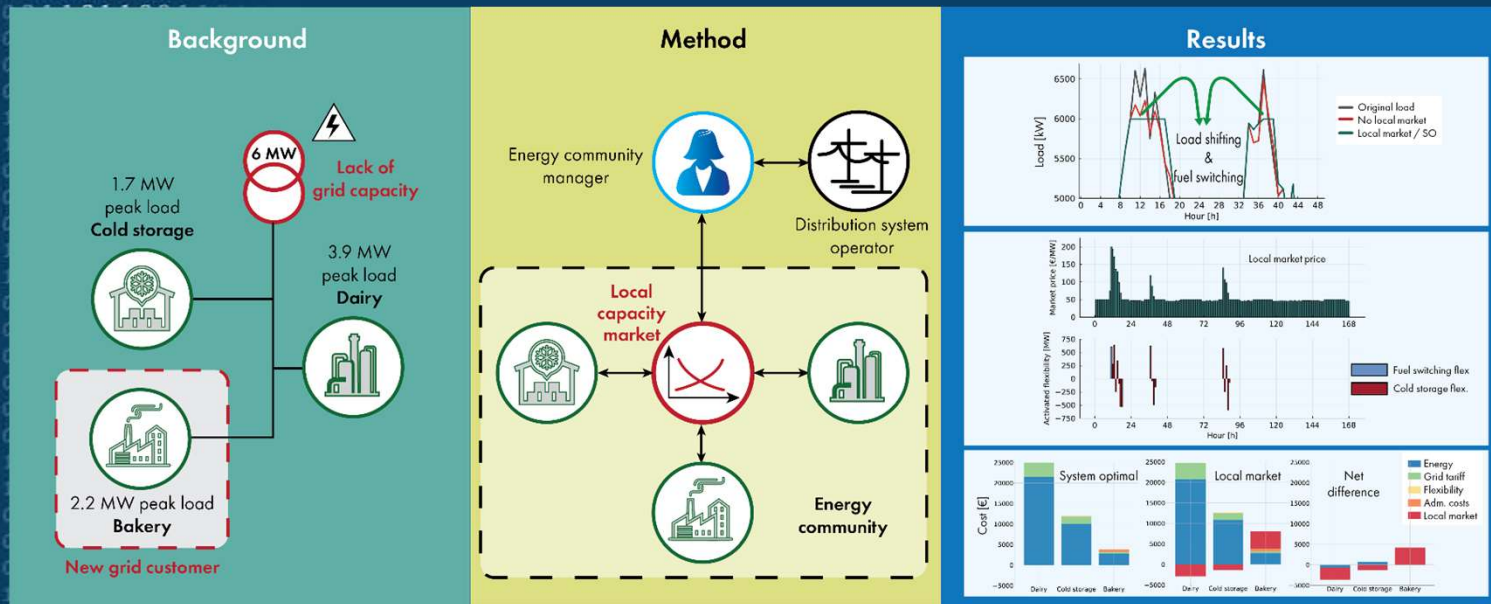
MPC and linear optimization outperformed the rule-based approach.

Impact for distribution system innovation:

Improved grid flexibility and stability through multi-service BESS usage. Higher profitability for distributed energy resources.

Better integration of renewables with enhanced voltage regulation.

Enhancing grid hosting capacity with coordinated non-firm connections in industrial energy communities



Significant results:

Demonstration of the coordinated non-firm connection concept and how it performs technically and economically.

Impact for distribution system innovation:

Business model for smart energy service providers to facilitate industrial energy communities. Coordinated non-firm connection as a mechanism to enhance grid hosting capacity.

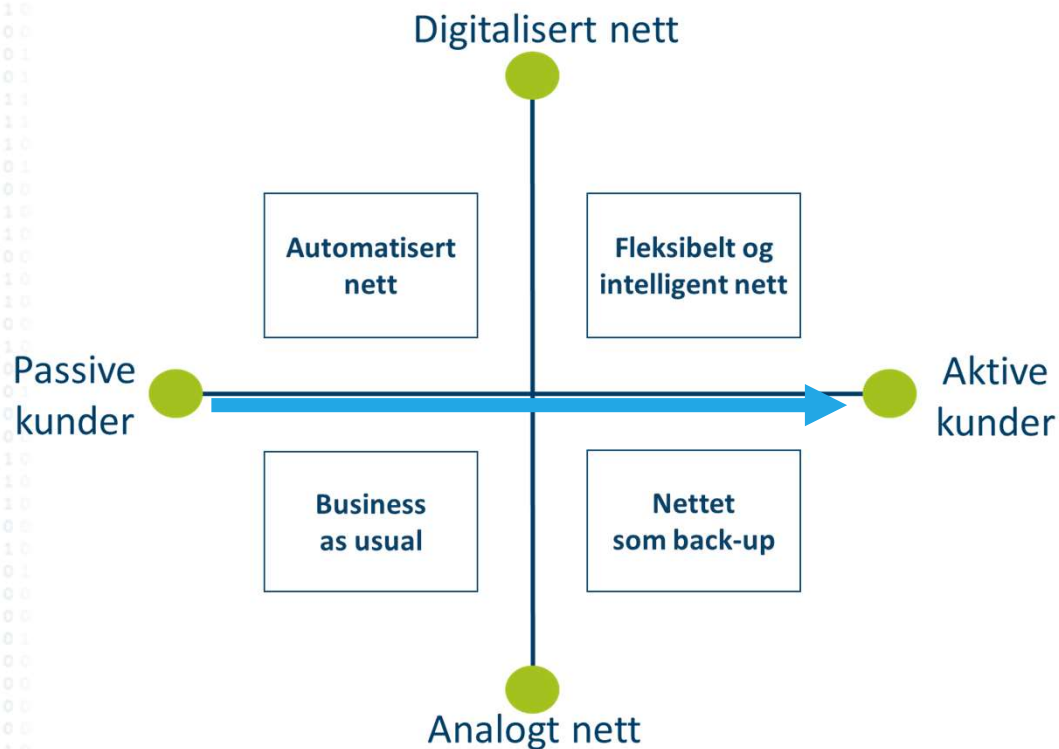


Fleksibilitet i CINELDI – eksempler

	DSO	Interaksjon og integrasjon	Nettkunde
Teori/metode	<ul style="list-style-type: none">• Rammeverk som alternativ til nettplanlegging.• Lastflyt med fleksible ressurser• Batterier som “grid asset”	<ul style="list-style-type: none">• Bruk i ulike systemtjenester• Effektiv integrasjon av distribuert produksjon• Markedsbasert løsning for realisering ved netttutfordringer• Driftsmodeller for fleksibilitet fra bygninger og nabolag	<ul style="list-style-type: none">• Klassifisering• Kundens involvering• Datadrevne modeller for elektriske laster• Elbilens innvirkning på kraftsystemet
Lab	<ul style="list-style-type: none">• Bruk av fleksibilitet i nettdrift i sanntid	<ul style="list-style-type: none">• MPC modeller	
Pilot	<ul style="list-style-type: none">• Øra industriområde Breivika• Skagerak Energilab	<ul style="list-style-type: none">• Fleksibilitetsmarked	<ul style="list-style-type: none">• Aktive hjem• iFleks



Fleksibilitet i CINELDI



CINELDI's Knowledge base

This knowledge base contains CINELDI's research so far, and will be updated during the project. The results contribute to the digitalisation and modernisation of the electricity distribution grid to ensure higher efficiency, flexibility and resilience.

The knowledge base is targeting people in the power and technology industries, students and other researchers. The results are summarised, with references to published papers, to make it easy for you to find what you are looking for.

Smart grid development and asset management



Decision-support methodologies and tools needed for the optimal planning and asset management in a smart electricity distribution grid.

Smart grid operation



Advanced monitoring and operation of the future distribution grid requires the secure utilization of new ICT technologies and the development of new operational concepts.

MAL: Avrunding – tanker rundt dette?

3-4 kulepunkt med lite tekst

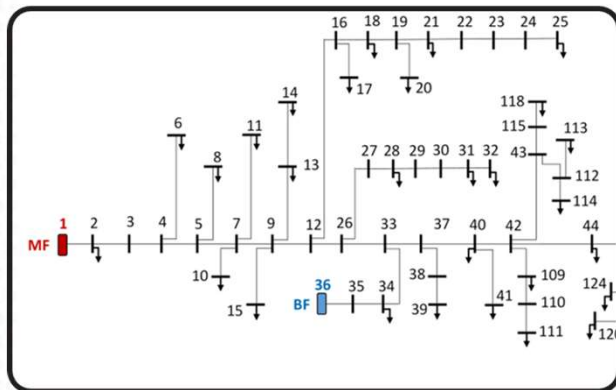
- Hva er unikt med at vi er et senter (innenfor temaet) –
- hva vi har gjort innenfor temaet hvis vi ikke hadde hatt et forskningscenter,
 - f.eks. ekspertgrupper, langsiktighet mht etablering og (gjen)bruk av dataset, diskusjon og koordinering på tvers av arbeidsgrupper, strukturering av forskningen (flere prosjekter inn mot samme tema), spin-off/ nye ideer
- Si noe om problemstilling/forskningsbehov knyttet til forsyningssikkerhet innenfor temaet (frampek til SecurEL)



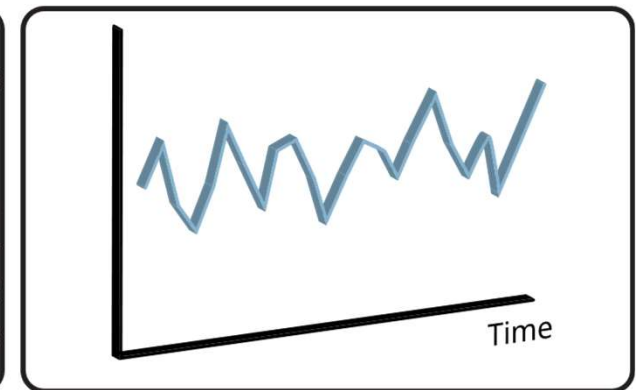
Referansenett, kode og data



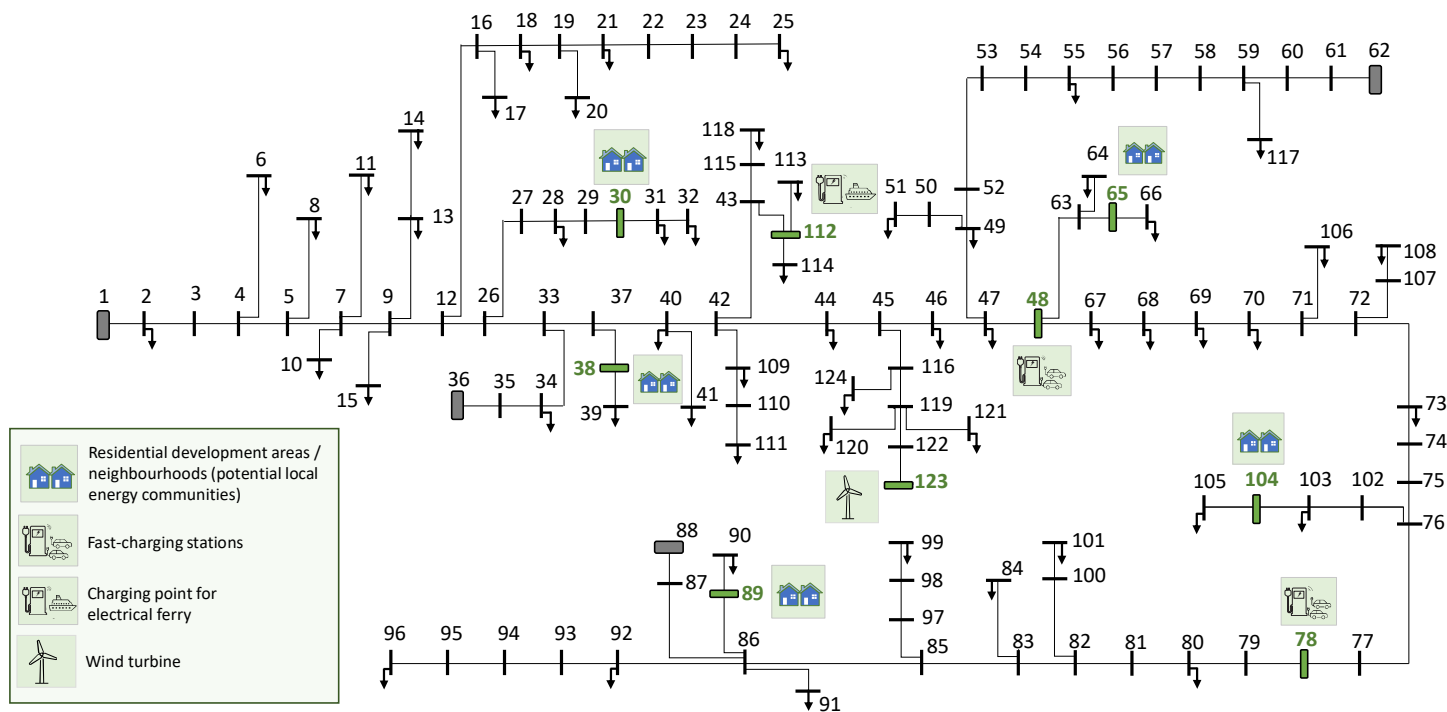
Referansenett, kode og data



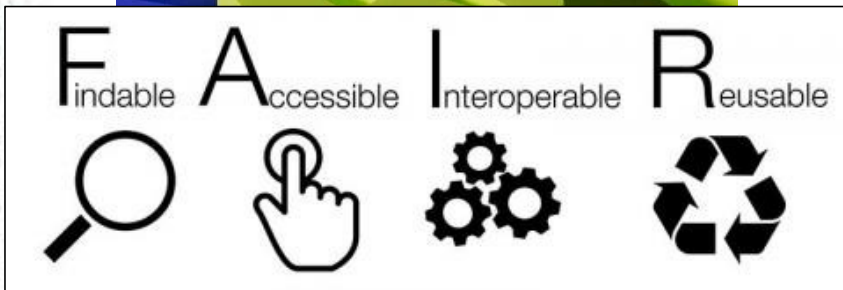
```
sample_number = int(input("Number to reverse: "))
test_number = 0
while(sample_number>0):
    remainder_number = sample_number % 10
    test_number = (test_number * 10) + remainder_number
    sample_number = sample_number // 10
print("Value after reverse : {}".format(test_number))
```



CINELDI referansenettet



Åpen deling av data



“Så åpen som mulig, så lukket som nødvendig.”

SSO



Slide 26

SS0 [@Laila Økdal Aksetøy] Er dette en god gjengivelse av Forskningsrådets policy for åpen forskning?

[@Ida Sortland] Er det riktig å si at "CINELDI har en ambisjon om å dele" eller er det snakk om krav fra Forskningsrådet?

Susanne Sandell, 2024-10-04T06:30:42.489

LA0 0 Ja, dette er fint.

Jeg har bare et lite forslag til justering: jeg ville byttet ut "forskningsinfrastruktur" med "forskningsresultater" i første kulepunkt.

Laila Aksetøy, 2024-10-04T06:33:48.603

ISO 1 Det er krav fra forskningsrådet, ja - for FMEer (grunnforskning)

Ida Sortland, 2024-10-04T08:05:33.808

ISO 2 det er bare snakk om å utsette publisering når det er snakk om at partnere må få lengre tid til å patentere eller eller sikre kommersielle hensyn

eller at det er kraftsensitift eller andre slike grunner til å ikke publisere.

Så jeg er usikker på om ikke "har en ambisjon" er heldig formulering her :)

Ida Sortland, 2024-10-04T08:12:38.661

SS0 3 Omformulere til "er pålagt å"?

Susanne Sandell, 2024-10-04T08:13:43.305

SS0 4 Evt:

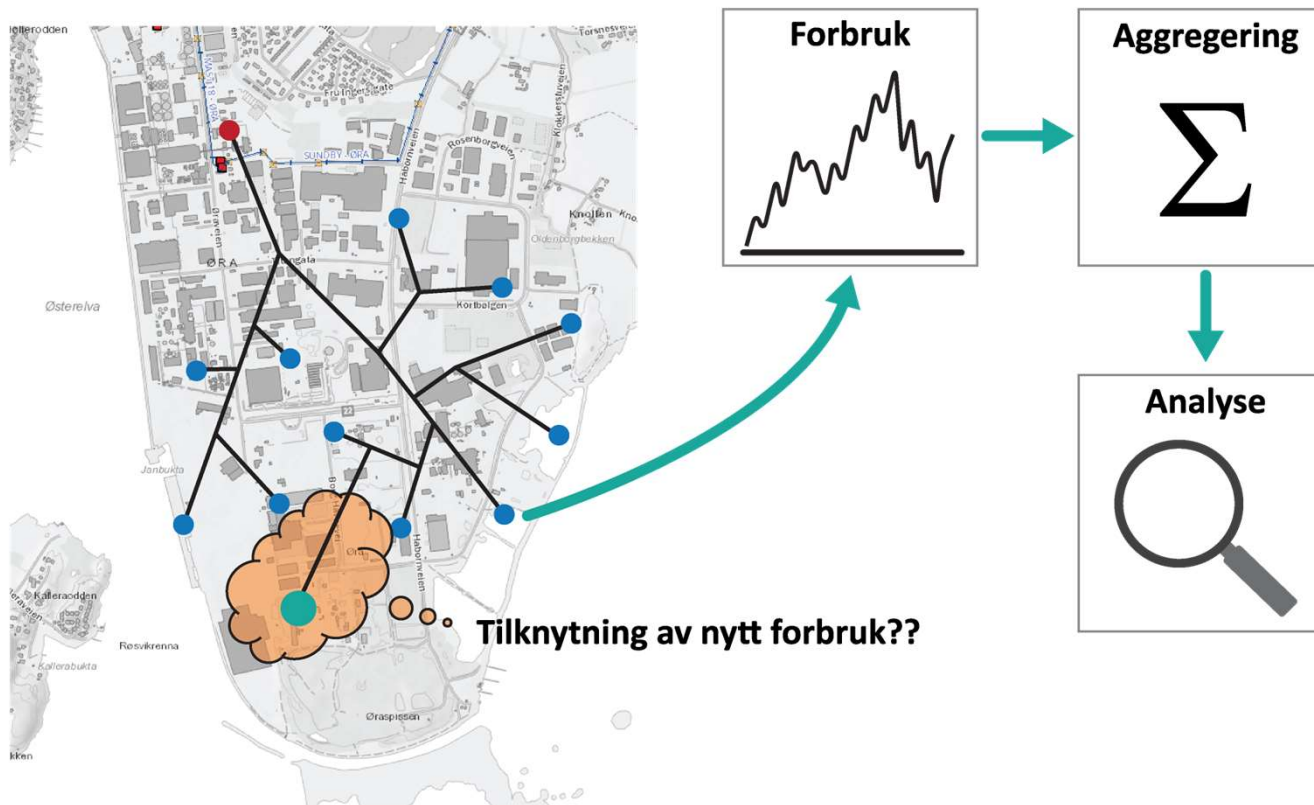
"CINELDI er forventet å..."

"CINELDI er pliktig til å..."

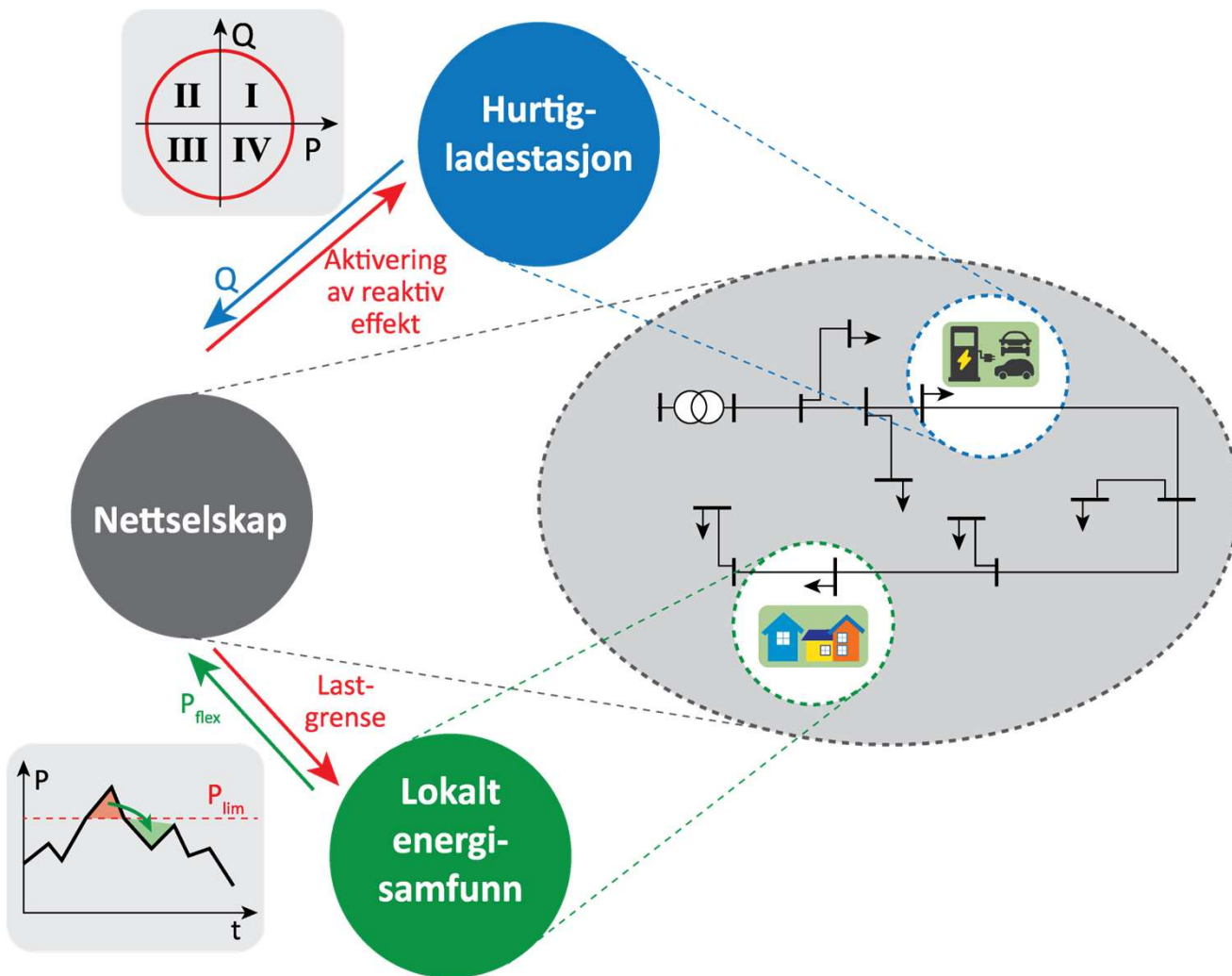
"CINELDI er pålagt å..."

Susanne Sandell, 2024-10-04T08:15:43.464

Kodeplattform: "Flexible Load Analysis"



Kodeplattform:
"PLANning of
Active
Distribution
Grids"





Hva har vi oppnådd med å dele vår digitale forskningsinfrastruktur?

- Tett samarbeid
- Vi ser bare starten av ringvirkningene og de langsiktige gevinstene av åpen deling av kode og data



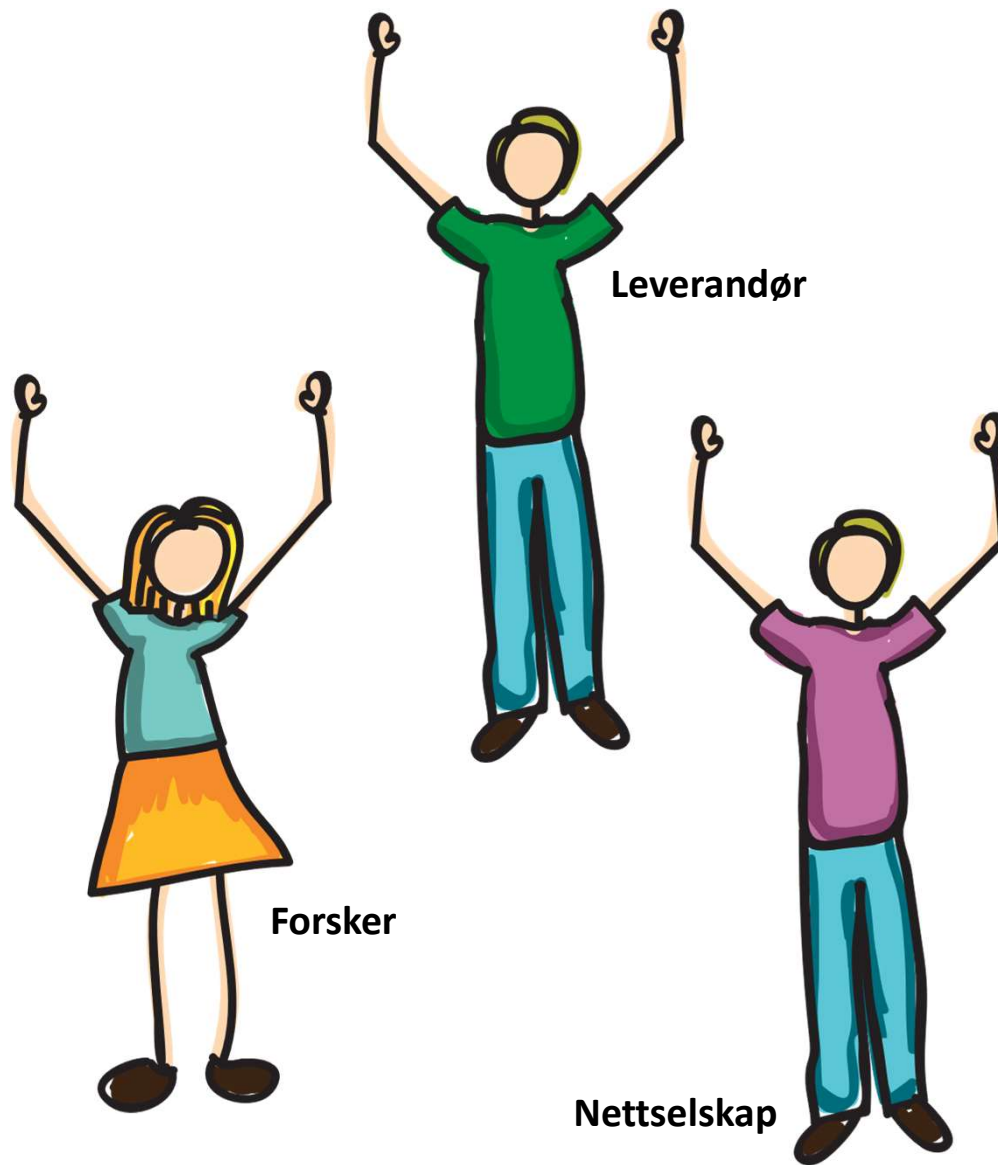
CINELDI

Pilotprosjekter



Hvorfor pilotprosjekter i CINELDI?

- Piloter tester og verifiserer teknologier og løsninger for fremtidens intelligente distribusjonsnett
- Skaper nye ideer, ny innovasjon og forskning



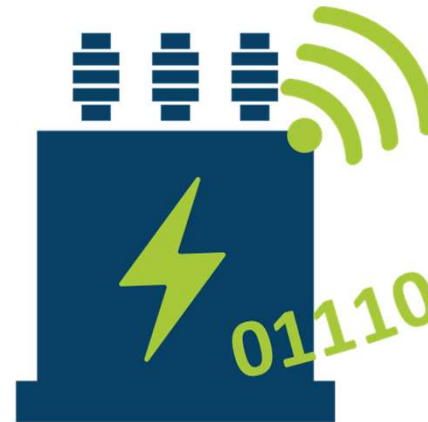
Pilotprosjekter på hvilke temaer?



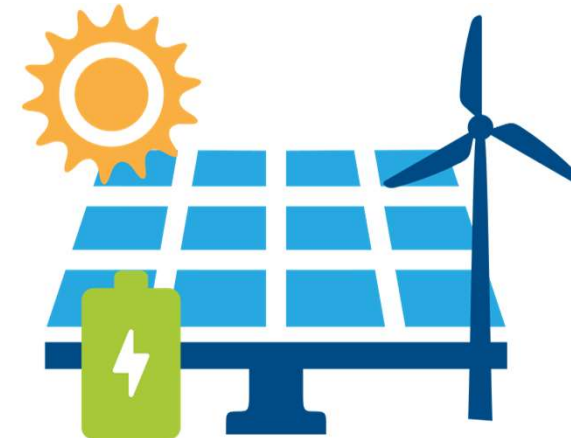
Application of
AMR/grid data



Fault handling
and self-healing



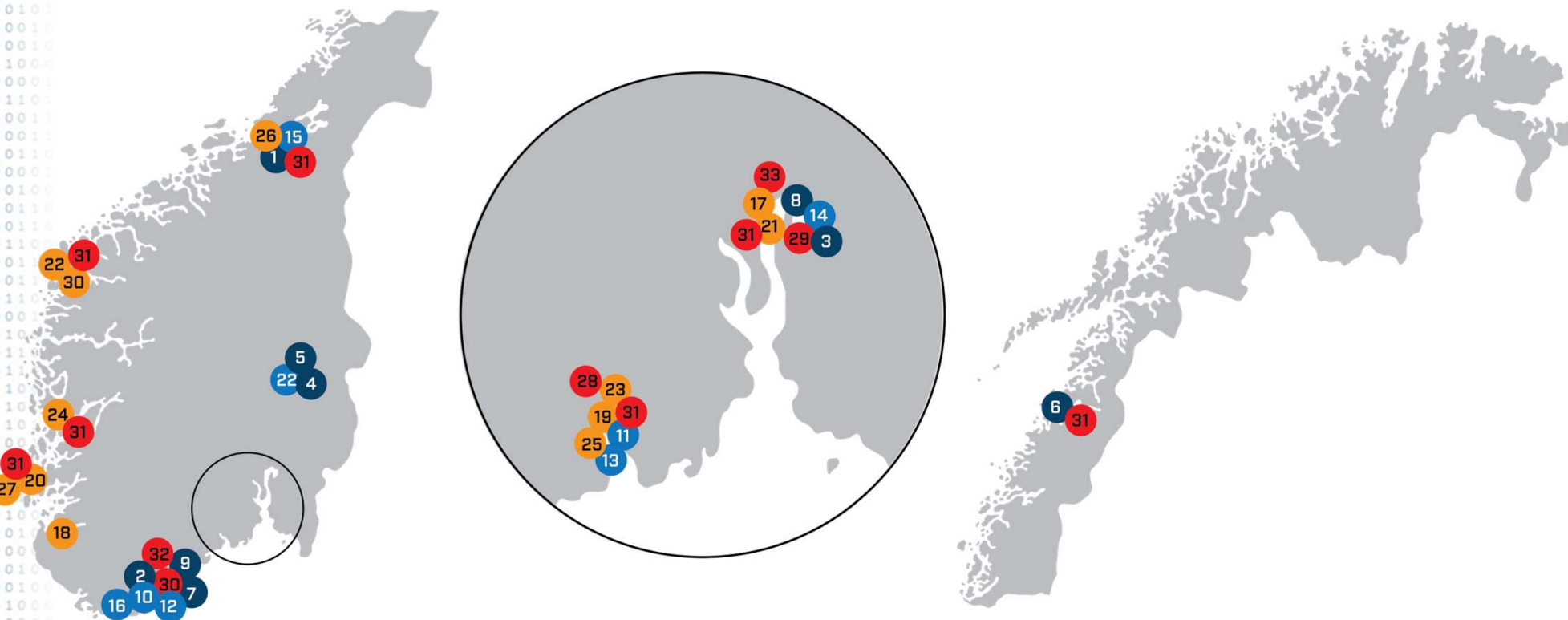
Sensing and
digital monitoring



Flexibility

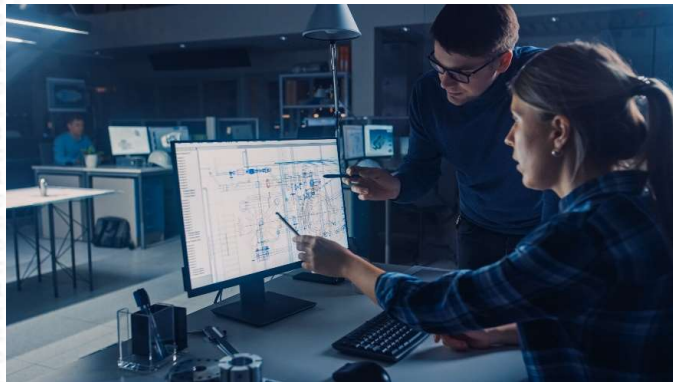


Hvor var pilotprosjektene?

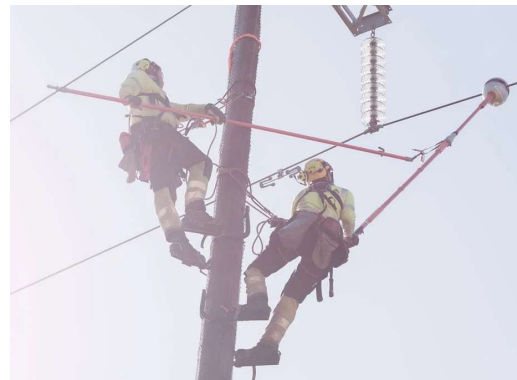


Hvor var pilotprosjektene?

Kontoret



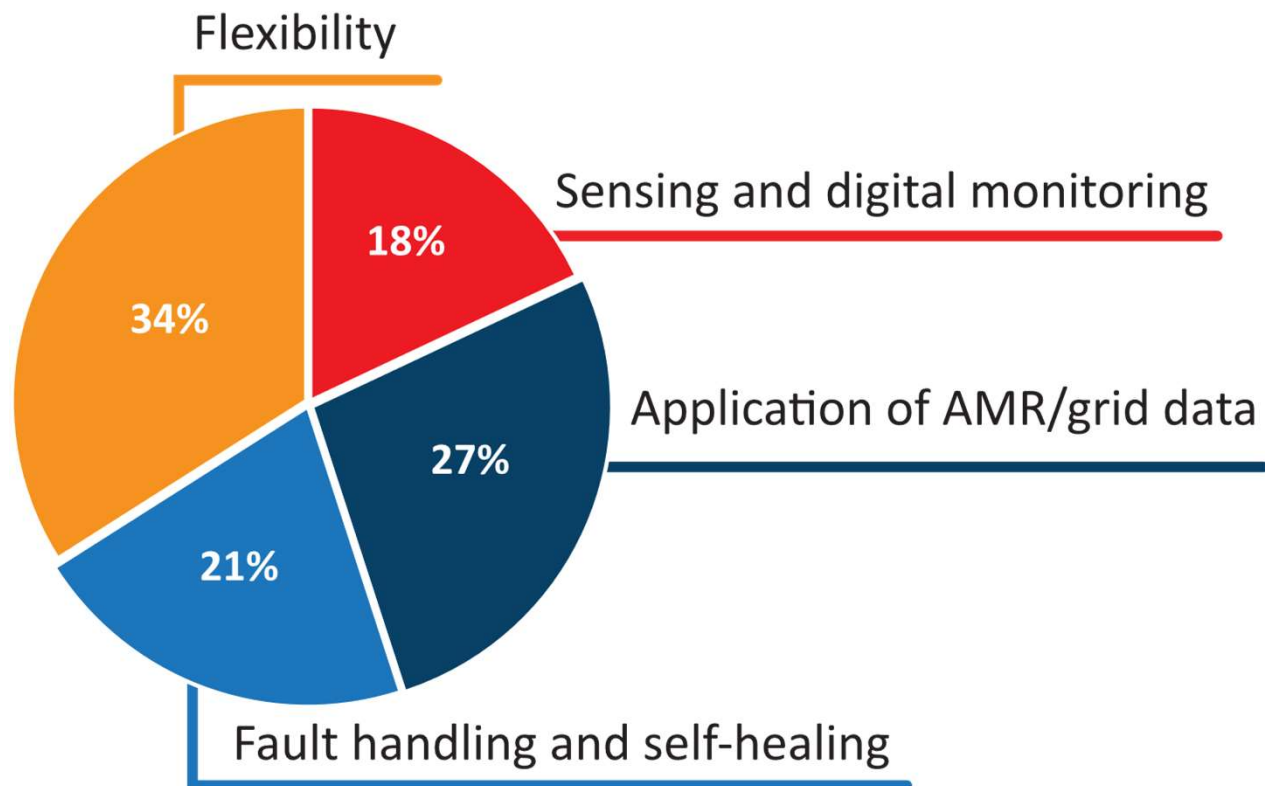
Ute i nettet



I Smartgridlaben



Piloter per tema



Nyttig å ha piloter i en FME?

- Nyttig for hvem?
- Samarbeid
- Oppskalering



CINELDI





Nyttig for hvem?

- Deltagerne i en pilot
- Piloter med samarbeid mellom flere parter
- Nytteverdi direkte for sluttkunden
- Barrierer identifiseres i piloter



CINELDI

Stor nytte for sluttkunden

- Eksempel [Detection of earth faults based on data from smart meters](#)
- Elvia om jordfeil: 1 million målepunkt gir oss på en typisk dag:
 - 18.000 på-eventer ($>50\text{mA}$)
 - Fordelt på 7.000 målepunkt
- Sikrere elektriske anlegg, effektivisere analysearbeid, kundekommunikasjon og kundekontakt



CINELDI





Foto: Arva

Samarbeid

- Eksempel [Flexible power grid by dynamic operation](#)
- Trepertssamarbeid: leverandør, FoU og DSO/TSO
- Teste bruk av samme teknologi på ulike case
- Lære av hverandre
 - Linja laget SCADA-integrasjon som BKK tar i bruk. To andre selskap i CINELDI er også interessert.

Samarbeid

- Vernpilot
- Ny metode for lokalisering av jordfeil
- Innovasjoner



CINELDI



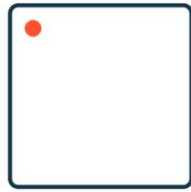
ALO

010000110100
000110100010
10000100110100
10010000110100
00010101100000
01101000100101
01000100010010
01000010000100
01001000110000
00001001000011
00101000001101
10010000100110
00010010000110
11000010101100
00001101000100
01101000100010
00110100001000
00100101000001
00010010000010
00100001001000
10001100001010
10000100110100
10010000110100
00010101100100
01000010010000
00011000010101
00100110101001
01000010010000
00011000010101
00010011010100
01000010010000
00011000010101
00001001101000
00100001010100
10000100001001
10010001100001
00010001001101
00100100001101
01000001101000
10000100110100
10010000110100
00010101100000
01101000100101
01000100010010
10100001000010
1010010001100
00000100100001
0010100000110
0001000010011
0001001000011
01000010101100

Oppskalering



Heimdall Power



DISRUPTIVE
TECHNOLOGIES

NØDESTM



CINELDI

Slide 41

AL0

Logoene skulle brukes som bilde - har lagt inn logoer med god oppløsning. Tekst er lagt i notes

Astrid Benedicte Lundquist, 2024-10-30T11:45:25.237

Eksempler på samarbeid – flere partnere aktiv i samme pilot

- Leverandører/nettselskap/forskere:
 - AMS-laboppsett (Aidon, Lnett)
 - Heimdall power piloten (Heimdall Power, Linja, Arva, Fagne, Statnett, Tensio, Lede, BKK)
 - FFR (Lede, Statnett, Hitachi)
- Nettselskap/forskere eller nettselskap/leverandør:
 - New relay concept (Elvia, SINTEF)
 - Optimisation of local balancing with battery (Lede, SINTEF)
 - System for use of flexible resources (BKK, Safetech)
 - Transmission and Distribution coordination via Hierarchical clearing (Statnett, Tensio og N-SIDE)



Hva skal til for å komme videre?

- Strategisk viktig
- Forankret
- Nytte versus kostnad -> kan endres over tid
- Behov for videre forskning, uttesting, pilotering



CINELDI

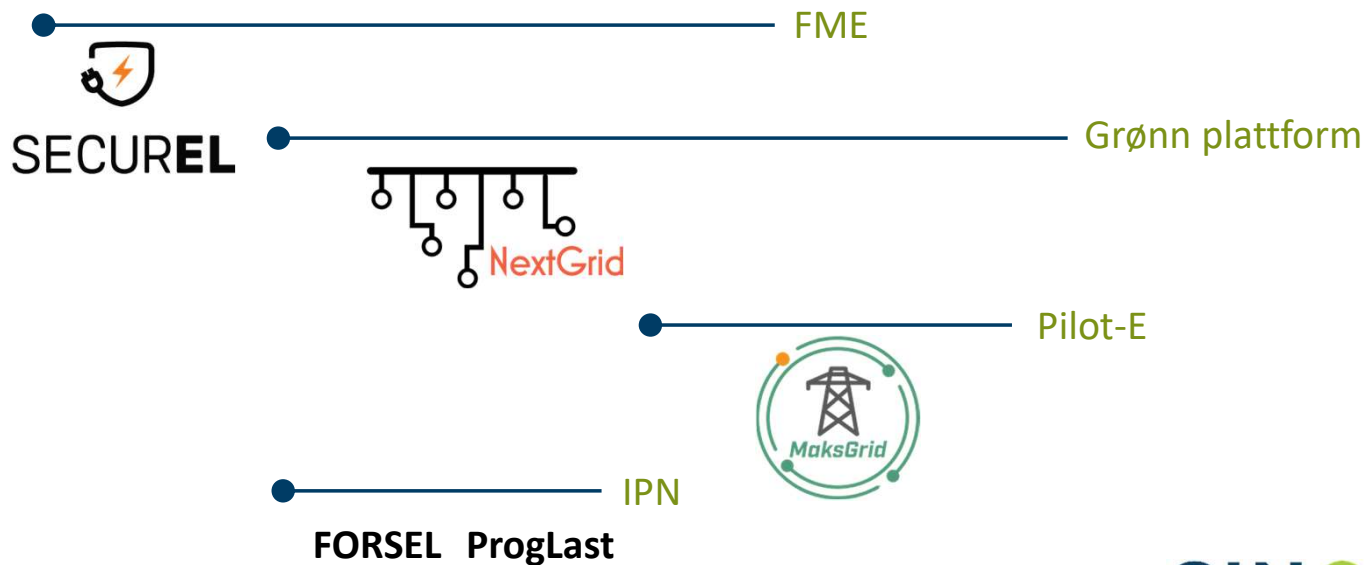
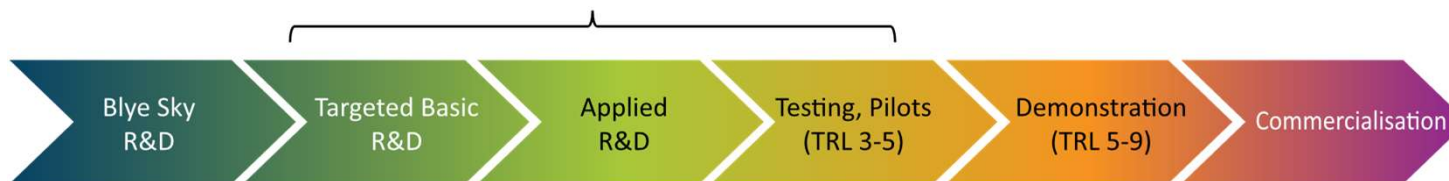


Foto: Arva

ALO

Spin-off prosjekter

CINELDI



CINELDI

Slide 44

AL0 Jeg trenger hjelp for å lage og plassere tidslinjene

Astrid Benedicte Lundquist, 2024-10-30T11:53:13.146

HS0 0 [@Gerd Hovin Kjølle] Blir denne sliden ok og plassering av de ulike prosjektene på TRL-skalaen riktig? (Notater fra møtet ang plassering i notes)

Hanne Strypet, 2024-10-30T12:42:02.763

GK0 1 Ja, jeg synes dette ser ok ut. Jeg tar og justerer alt litt litt mot venstre - det har havnet litt langt til høyre nå

Gerd Hovin Kjølle, 2024-10-30T14:39:04.641

Veien videre

- Alle piloter dokumenteres og informasjonen deles på CINELDI sine nettsider
- Piloter som planlegges i SecurEL nyter godt av erfaringene fra CINELDI. FMEer tar et bransjeansvar for sine temaer, også for å ha oversikt over pågående pilotaktivitet og ta initiativ til ny aktivitet.

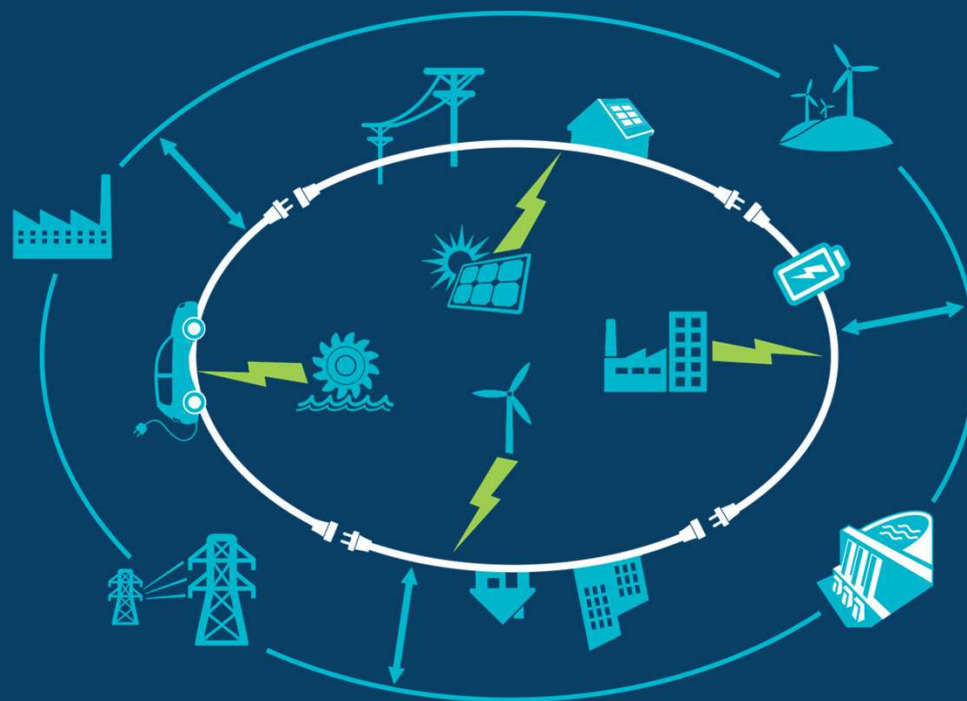


CINELDI

Centre for intelligent electricity distribution
- to empower the future Smart Grid



Norwegian Centre for
Environment-friendly
Energy Research



This work is funded by CINELDI - Centre for intelligent electricity distribution, an 8 year Research Centre under the FME-scheme (Centre for Environment-friendly Energy Research, 257626/E20). The authors gratefully acknowledge the financial support from the Research Council of Norway and the CINELDI partners.



cineldi.no



[CINELDI_FME](https://twitter.com/CINELDI_FME)



blog.sintef.com/



linkedin.com/company/cineldi/