

**AV MERKEBU ZENEBE**

Fullførte PhD innen kraftsystem og høyspenningsengineering ved Aalto-Universitetet i Helsinki i 2015. Jobber som forsker ved SINTEF Energi AS i prosjekter om fleksibilitetsmodeller, drift og planlegging av aktive kraftnett og laboratorievalidering av løsninger i distribusjonsnettverk.

**AV KAROLINE INGEBRIGTSEN**

Fullførte mastergrad innen energi, klima og miljø ved Universitetet i Tromsø – Norges arktiske universitet i 2017. Jobber som forsker ved SINTEF Energi AS i prosjekter om nettleietariffer, analyse av data fra strømnettet og AMS-målere.

Europeiske forskningslaboratorier samarbeider om smartgrid-testing

Det blir gjort mye forskning på planlegging og drift av stadig mer komplekse energisystemer. Men hvordan skal man integrere eksisterende infrastruktur for forskning og laboratorier i Europa for å støtte teknolog utvikling, validering og utrulling av nye løsninger?



Foto: SINTEF Energi

National Smart Grid Laboratory i Trondheim er et av de 19 europeiske laboratoriene som deltar i ERIGrid-samarbeidet. I løpet av prosjektet har det pågått fem brukerprosjekter i laben, se tabell 1.

EU-prosjektet ERIGrid bidrar til å svare på dette spørsmålet og til å gjøre integrert forskningsinfrastruktur mulig.

Økning i distribuert produksjon og flere effektkrevende laster gjør planlegging og drift av distribusjonsnettet og transmisjonsnettet mer komplekst. Dette utløser behov for intelligente nettsystemer med komponenter som kommuniserer med hverandre, også kalt smartgrid-teknologier, eksempelvis for tilstandsestimering og koordinert spenningsregulering.

Når kraftsystemet omfatter mer avansert automasjon og informasjons-/kommunikasjons-teknologi, er det ikke lenger kun et fysisk system, men et såkalt cyber-fysisk system. Dette krever nye metoder og praksiser

som sørger for at systemet har høy pålitelighet.

I tillegg må smartgrid-teknologier valideres og testes før de tas i bruk. Det blir allerede gjort mye forskning på slike metoder og praksiser, men det finnes få felles metoder for dem som jobber med temaer innenfor kraftsystemet.

18 europeiske forskningspartnere

Det overordnede målet til ERIGrid er derfor en felles europeisk forskningsinfrastruktur, som støtter teknologiutviklingen og utrulling av smartgrid-teknologier i Europa. Dette oppnås gjennom et samarbeid mellom 18 europeiske forskningspartnere i Europa som alle stiller sine ressurser tilgjengelig for

hverandre.

Prosjektet tilbyr derfor forskere både innen akademia og industri gratis tilgang til 19 fremragende smartgrid-laboratorier i Europa. Det har vært seks utlysninger for å bruke laboratoriene, og 77 brukerprosjekter til nå blitt innvilget. Brukerprosjektene varer som regel fra en uke til en måned og brukerne får dekket reisekostnader og opphold.

I Norge er det National Smart Grid Laboratory i Trondheim som deltar i prosjektet, og fem brukerprosjekter har fått tilgang til dette laboratoriet gjennom ERIGrid. En oversikt over brukerprosjektene er vist i tabell 1, og flere av dem har utført «hardware-in-the-loop» (HIL)-tester (se faktaboks).

Utvikling av programvare

Andre aktiviteter i prosjektet omfatter utvikling av programvare og av felles modeller og koordinerte prosedyrer for validering, utrulling og implementering av avanserte tjenester i forskningsinfrastrukturer. Programvare og verktøy som utvikles i prosjektet, er fritt tilgjengelig og kan lastes ned fra ERIGrids nettsider.

Videre vil denne artikkelen ta for seg tre resultater fra ERIGrid; en testprosedyre for validering av smartgrid-teknologier, verktøy for kobling mellom geografisk spredte laboratorier og verktøy for samsimulering.

Holistisk testbeskrivelse

Testing og validering av smartgridteknologier involverer som



Oversikt over partnere og laboratorier i ERIGrid-prosjektet.

regel flere typer teknologier, for eksempel kommunikasjon, kontroll og fysisk infrastruktur. For å sikre integritet og reproduserbar testing av smartgrid-teknologier på tvers av ulike disipliner og teknologier har ERIGrid utviklet en testprosedyre. Testprosedyren har blitt anvendt både internt i ERIGrid-prosjektet og i andre prosjekter, og er offentlig tilgjengelig.

Testprosedyren tar for seg testing på systemnivå med en holistisk tilnærming. Dette vil si en tilnærming basert på flere domener og kombinasjoner av systemer som tilbyr mer funksjonalitet enn summen av systemene hver for seg.

Testprosedyre i flere trinn

I praksis går testprosedyren ut på å formulere intensjoner, identifisere og definere testparametere samt steg for å gjennomføre testen. Den består av tekstmaler, grafisk notasjon og delprosesser for å strukturere og dokumentere. Prosedyren inneholder følgende deler:

1. Testforsøk: inkluderer blant annet hvorfor testen utføres, systemer og komponenter som inngår i testen og hvilke testkriterier som skal brukes
2. Kvalifiseringsstrategi: beskriver hvordan målene for testen skal oppnås gjennom eksperimenter
3. Testspesifikasjon: definerer testsystemet, inputs, målinger og sekvenser i testene
4. Realiseringsplan: identifiserer

passende laboratorier for å realisere testspesifikasjonen

5. Eksperimentspesifikasjon: hvordan laboratorieoppsettet skal realisere eksperimentet

Kobling mellom laboratorier

I tillegg til å tilby utveksling av forskere og teknikere til flere laboratorier i Europa, jobber ERIGrid også med å koble laboratorier som befinner seg på ulike geografiske steder. Dette er for å kunne utføre felles tester i sanntid og bygge en virtuell laboratorieinfrastruktur. I forbindelse med dette arbeidet har de videreutviklet en IKT-plattform som ble utviklet i et tidligere EU-forskningsprosjekt. Plattformen, kalt JaNDER (Joint Test Facility for Smart Energy Networks with Distributed Energy Resources) kan utveksle data mellom laboratorier over internett. National Smart Grid Laboratory i Trondheim har deltatt i testing av denne plattformen.

Verktøy for samsimulering
Samsimulering (se faktaboks) for smartgrid-teknologier krever at modeller og verktøy for både kraftsystem, kommunikasjon og kontroll samarbeider. I ERIGrid er plattformen «Mosaik» valgt til verktøy som utvikles, og grensesnitt mellom modeller og simuleringsverktøy baseres på «Functional Mock-up Interface» (FMI)-spesifikasjonen. FMI er en standard som støtter samsimulering av dynamiske modeller.

FMI-spesifikasjonen inneholder kun de mest nødvendige funksjonene, og er derfor veldig fleksibel og kan brukes til de fleste plattformer. Men dette gjør også at det kreves mye av simuleringsprogrammer som skal være kompatible med FMI-spesifikasjonen. Det finnes derfor et bibliotek som inneholder funksjoner som gjør håndtering av slike modeller og verktøy enklere og som gir mulighet til å implementere FMI-kompatible grensesnitt for flere simuleringsverktøy. Dette biblioteket har blitt utvidet i ERIGrid.

Oppfyller FMI-standarden

For å simulere kommunikasjonsnettverk, kan man benytte en offentlig tilgjengelig simulator, kalt «ns-3». Den har blitt brukt i samsimuleringer i andre prosjekter, men fordi det ikke finnes noen offisiell FMI-støtte for simulatoren, har koblingen mellom simulatorer blitt tilpasset til hver enkelt test. ERIGrid har derfor utviklet et verktøy gjør at ns-3-simuleringer av kommunikasjonsnettverk kan kjøres i en samsimulering som oppfyller FMI-standarden.

En standard innenfor kontrollere er IEC-61499. ERIGrid har videreutviklet grensesnittet «FMIterminalBlock» mellom FMI og IEC-61499. Dette sørger for at samsimulering med FMI-standarden kan gjøres for tester av kontrollere som oppfyller IEC-61499 standarden.

FAKTA

Samsimulering

Ulike simuleringsprogrammer kjører med sine egne løsere og modeller, men samarbeider med hverandre.

Hardware-in-the-loop (HIL)

Maskinvare (hardware) kobles med sanntidssimuleringer for å testes under realistiske forhold. To kategorier innenfor HIL er «controller HIL» (CHIL), hvor maskinvare for kontrollere testes, og «power HIL» (PHIL), hvor det er effektivt i maskinvaren som testes.

FAKTA

ERIGrid-prosjektet:

Varighet: 2015-2020
Type prosjekt: EU-prosjekt i Horizon 2020-programmet
Prosjektleder: Austrian Institute of Technology (AIT)
Partnere: Se figur 1

Referanser

For mer informasjon om holistisk testbeskrivelse: «ERIGrid Holistic Test Description for Validating Cyber-Physical Energy Systems», Energies 2019, 12(14), <https://doi.org/10.3390/en12142722>.

For mer informasjon om resultater fra ERIGrid: <https://erigrd.eu/dissemination/>.

Tabell 1 – Oversikt over brukerprosjekter i National Smart Grid Laboratory i Trondheim

Tester	Resultater	Brukere
Ny metode for optimal plassering av distribuert produksjon ble validert gjennom PHIL-tester	De beregnede plasseringene er praktisk gjennomførbare, og integrasjon av distribuert produksjon kan forbedre påliteligheten i mikronett	National Institute of Technology Warangal, India
Tester for å estimere potensiale for reduksjon av strømkostnader ved hjelp av styringssystemer i næringsbygg ble utført i et simulert system basert på historiske data	Flytting av fleksible laster er kun gunstig om de fleksible lastene er store i forhold til totalt strømforbruk	Institute of Physical Energetics, Latvia
En ny og mindre kompleks optimeringsmetode for transient kontroll i mikronett med stor andel distribuert produksjon ble testet gjennom et PHIL-eksperiment	Metoden gir realistiske resultater, og det ble oppdaget at den også kan brukes til å dempe harmoniske strømmer	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Sveits
En ny metode for å overvåke svingninger i effekt i sanntid ved hjelp av Phasor Measurement Unit (PMU) ble validert både ved å simulere PMU-verdier fra et IEEE-testsystem og ved bruk av sanntids datastrømmer fra PMU-er i kraftnettet	Metoden er effektiv og nøyaktig. Videre arbeid vil være å øke hastigheten til prosesseringen av PMU-signalet	<ul style="list-style-type: none"> • G.B. Pant Institute of Engineering and Technology, India • University of Agder, Norway • FinGrid, Finland
En ny og mindre kompleks impedansmodell for omformere i distribusjonsnettet ble validert gjennom PHIL-tester	Modellen samsvarer godt med tester	Universidad Carlos III de Madrid, Spania