

AV GERD KJØLLE
SINTEF Energi

AV KJELL A. TUTVEDT
Hafslund Nett

AV STIG SIMONSEN
Skagerak Nett

Smarte distribusjonsnett vil gi store KILE-gevinster

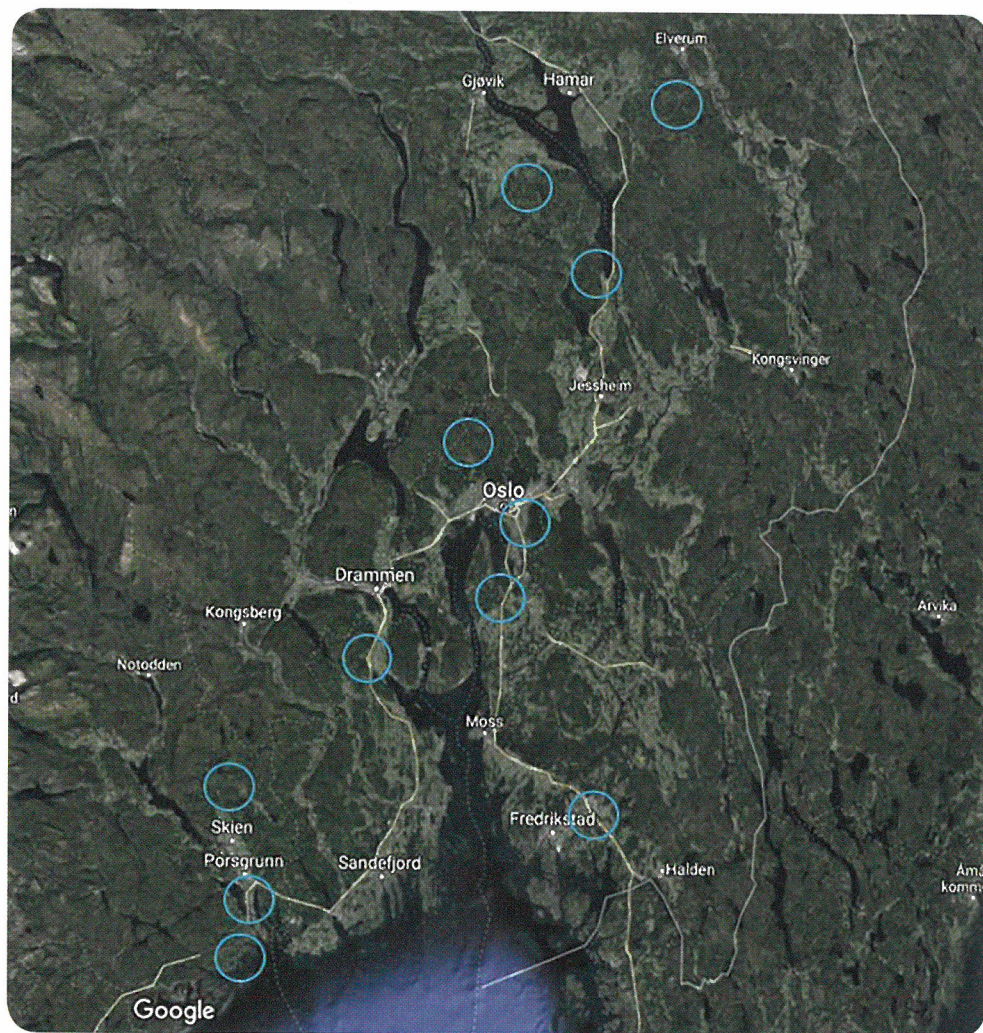
Nettselskapene kan spare om lag 125 millioner kroner i året i KILE-kostnader ved å ta i bruk fjernavleste feilindikatorer, fjernstyrte brytere og selvhelende løsninger i 11-22 kV-nettet. Bruk av smartgridteknologi vil kunne gi økt forsyningssikkerhet og reduserte avbruddskostnader ved feil i nettet.

Prosjektet Feil- og avbruddshåndtering i smarte distribusjonsnett (FASaD) har hatt som målsetting å undersøke hvordan ny smartgrid-teknologi kan utnyttes i det elektriske distribusjonsnettet til å redusere varigheten av avbrudd i strømforsyningen og samfunnsøkonomiske kostnader ved avbrudd (KILE).

Målsettingen for FASaD-prosjektet har vært å demonstrere at bruk av ny teknologi, som fjernavleste feilindikatorer, fjernstyrte brytere og målinger for estimering av avstand til feilsted, vil bidra til å redusere avbruddsvarighet, antall delavbrudd under feillokalisering samt avbruddskostnader. Prosjektet har bestått av en test- og demonstrasjonsdel, og en teoretisk del, med følgende delmål:

- Demonstrere og teste funksjonalitet
- av feilindikatorer og automatiserte koblingsprogram (for selvhealing)
- bruk av målinger i nettet, sammen med informasjon fra feilindikatorer og beregninger, til å estimere avstand til feilsted og for å gi koblingsforslag til driftsoperatører
- Utvikle metodikk og beslutningsstøtte for å analysere virkningen og nytteverdier av ny teknologi mht. leveringspålitelighet og avbruddskostnader (KILE).

Å ta i bruk slik teknologi bidrar til digitalisering av kraftnettet gjennom å fornye, forenkle og forbedre feil- og avbruddshåndteringen. Det er lagt vekt på å hente ut synergier som ligger i å



kombinere funksjonaliteten fra de ulike elementene som inngår i systemløsningen.

Demoinfrastruktur etablert

Det er etablert test-/demoinfrastruktur i totalt ni ulike distribusjonsnett hos tre nettselskaper: Hafslund Nett, Skagerak Nett og Eidsiva Nett. Ti forskjellige typer feilindikatorer fra seks ulike leverandører testes ut, i både

luft- og kabelnett. Test-/demoinfrastrukturen omfatter følgende «use case»:

- Test og verifikasjon av funksjonalitet/nøyaktighet av retningsbestemte jord- og kortslutningsindikatorer (FPI) i høyspennings distribusjonsnett med isolert og kompensert jording
- Estimering av avstand til feilsted basert på kortslutnings-

strømmer registrert i transformatorstasjon

- Selvhelende nett gjennom bruk av automatiske koblinger (basert på sensordata, målinger og SCADA-kommunikasjon). Kartet viser nettområdene der det er etablert demoinfrastruktur. Test- og demonstrasjonsdelen av FASaD har inngått i Demo Norge under Smartgridsenteret.

Tidkrevende utfordringer

Etablering av test-/demo-infrastrukturen har vist seg å være atskillig mer tidkrevende enn forutsatt. Det store omfanget av ulike feilindikatorer og nett-områder ga et stort montasjebehov og mange nye idriftsettelses av komponenter. Ulike feilindikatorer gir ulik montasje, og det har vært tidkrevende å sette seg inn i de ulike modellene og hvordan de skal monteres, sette innstillinger og bestemme parametere.

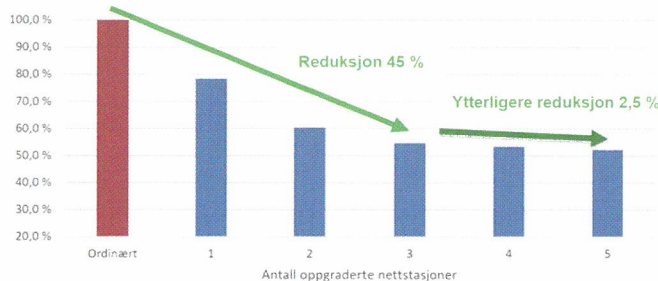
Videre har det oppstått mange praktiske utfordringer underveis knyttet til forskjellige forhold, som tilgang på personell, problematikk rundt plassering av utstyr, uferdige løsninger, mangel på «plug and play», og behov for dispensasjon fra elsikkerhetsforskrifter. Dette har ført til at ikke alle tester har kunnet starte i løpet av prosjektet, og det har gitt få testdata innenfor prosjektperioden. Samtidig har test- og demoaktiviteter gitt mye viktig praktisk kunnskap rundt de løsningene som er valgt for uttesting.

Analysemetodikk

Den teoretiske delen av prosjektet har bestått i å utvikle metoder og modeller for å beregne leveringspålidelighet i distribusjonsnett ved bruk av feilindikatorer og fjernstyrte brytere. Det er utviklet metodikk for slike beregninger, der det simuleres feil i nettet med påfølgende manuelle og fjernstyrte koblinger for seksjonering og innkobling av reserveforbindelser.

Simuleringen starter med at det skjer en feil i nettet, effektbryteren løser ut og automatisk gjeninnkobling gjennomføres. Dersom denne er vellykket, antas feilen å være forbigående. Dersom effektbryter løser ut på nytt, anses feilen som varig og feillokaliseringen starter.

Dette foregår ved å identifisere mulige feilbefengte seksjoner i nettet. Kriterier for valg av brytere som kobles, er basert på å minimalisere total avbruddskostnad i berørt område etter hver kobling. Resultatet av beregningene er forventet antall avbrudd, avbruddsvarighet, ikke



levert energi og avbruddskostnader per leveringspunkt.

Prototyp av verktøy

Metodikken som er beskrevet i en artikkel til CIREK-konferansen 2019 [1], er implementert i en prototyp av et verktøy. Dette er testet både på eksempelnett og på noen av de nettområdene der det er etablert test-/demoinfrastruktur.

Verktøyet er tatt i bruk hos ett av nettselskapene for å analysere forventet reduksjon i KILE med ulikt antall og plassering av feilindikatorer og fjernstyrte brytere.

I tillegg har fem bachelorstudenter ved HSN og to masterstudenter ved NTNU gjennomført sine hovedoppgaver i tilknytning til prosjektet, der FASaD-verktøyet er benyttet til beregning av leveringspålidelighet med ny smartgridteknologi for feillokalisering og -seksjonering.

Store nytteverdier

Beregningene er gjennomført for eksempelnett og nettet hos Skagerak, for ulike kombinasjoner av feilindikatorer og fjernstyrte brytere. Resultatene viser at det er potensialer for hurtigere feillokalisering, med reduksjon av både avbruddsvarighet og antall delavbrudd under koblingsforløpet.

For de mest gunstige kombinasjonene som er analysert, er det påvist at avbruddskostnadene kan reduseres med 30-50 % ved bruk av kort- og jord-slutningsindikatorer og fjernstyrte lastskillebrytere sammenlignet med dagens feil- og avbruddshåndtering. Se eksempel på resultater for nettet hos Skagerak [2]. Beregningene viser også at mesteparten av

reduksjonen oppnås ved et fåtall feilindikatorer i kombinasjon med fjernstyrte brytere. Flere feilindikatorer gir kun marginale forbedringer.

KILE-gevinst på 125 mill. kr.

Basert på disse resultatene fra FASaD-prosjektet er det estimert hva gevinsten kan være for Norge totalt ved å ta i bruk slik smartgridteknologi i høyspennings-distribusjonsnettet (1-22kV). Med utgangspunkt i et konservativt estimat på 35% reduksjon i KILE, kan potensialet estimeres til ca. 125 millioner kroner per år i redusert KILE som følge av teknologien. Beregningen er basert på en årlig KILE-kostnad på ca. 350 millioner kroner som skyldes varige feil, kortslutninger og jordslutninger i 11-22 kV (FASIT databasen 2013-2017/kilde: Statnett).

FASaD-prosjektet har altså vist at å ta i bruk smartgridteknologi for bedre feil- og avbruddshåndtering vil kunne gi økt forsynings sikkerhet og reduserte avbruddskostnader ved feil i distribusjonsnettet.

For nettselskapene vil resultatene i tillegg gi bedre arbeidsprosesser knyttet til feil- og avbruddshåndtering og reduserte driftskostnader som følge av mindre behov for feillokalisering og feilseksjonering.

Videre pilotering i CINELDI

I FASaD er det lagt et grunnlag for å utnytte nye sensorer, målinger og selvhelings-funksjonalitet til mer effektiv feilhåndtering i distribusjonsnettet. Etablering av test-/demo-infrastrukturen hos de tre nettselskapene støtte på uforutsette problemer som skapte til dels store forsinkelser for montasje

og idriftsetting av løsningene.

Både feilindikatorer og flere ulike alternativer for selvhelingslogikk er implementert og testet i drift, men pga. få feilhendelser i prosjektperioden har det ikke vært mulig å verifisere det teoretiske sparepotensialet og at antall og varighet av avbrudd reduseres.

Erfaringer med installasjon og idriftsettelse av slike systemfunksjoner for feil- og avbruddshåndtering er imidlertid meget nyttige for senere piloter/demoer. Test-/demoinfrastrukturen etablert i FASaD vil derfor bli benyttet videre til pilotering i forskningssenteret CINELDI. De etablerte testene vil videreføres og videreutvikles for selvheling og testing av nye elementer som IKT-sikkerhet og kommunikasjonsløsninger.

Kilde for figur som viser reduksjon i avbruddskostnader for reelt nett:

Kilder:

[1], T. Hermansen, H. Vefsnmo, G. Kjølle, K. A. Tutvedt, S. Simonsen: Reliability analysis methodology for smart fault handling in MV distribution grids, presenters på CIREK 2019, Madrid, 3-6 June 2019

[2] H. Almquist, M. Grådal, K. Hagevold, N. H. Monsen and S. Tjeldflåt, "SmartNett-teknologi og moderne jordfeildeteksjon for bedret leveringspålidelighet og avbruddshåndtering i distribusjonsnettet," bacheloroppgave, Høgskolen i Sørøst-Norge, Porsgrunn, 2018.

FAKTA

FASaD-prosjektet:

Innovasjonsprosjekt (IPN) i Forskningsrådet

Prosjektperiode:

2015-2018

Budsjett: 18,5 mill. kr

Prosjekteier:

Hafslund Nett

Partnere:

SINTEF Energi, Skagerak Nett, Eidsiva Nett, Lyse Elnett, Istad Nett