

Fremtidens driftssentral

– Next Generation Control Centres for Smart Grids



Nyhetsbrev nr. 4

Juni 2014

Innhold:

- Kort siden sist
- Økonomi
- Besøk hos Statnett
- Workshop
- Status for Prosjektene:
 - Kornschnok Dittawit
 - Jonas Wäfler
 - Vijay Venu Vadlamudi
 - Axel Tidemann/Boye A. Høverstad

Kort siden sist

Aktiviteten i prosjektet er god og de fem stipendiatene utfører det meste av arbeidet i god kontakt med sine veiledere.

Av spesielle aktiviteter siden forrige Nyhetsbrev kan nevnes:

- Høsten 2013 besøkte arbeidsgruppen Statnetts Landssentral og Regionsentral i Oslo.
- 4. februar i år arrangerte vi en «Workshop» med partnerne på NTNU – Gløshaugen. Vi fikk interessante innlegg fra partnerne og deres prosjekter i tillegg til presentasjon av våre prosjekter.

Mer om de ulike aktiviteter finner du lengre bak i dette nyhetsbrevet.

Økonomi

Økonomien i prosjektet er fortsatt god, regnskapet pr. 30.04.2014 viser et totalt forbruk på 9,8 mill. kr mot budsjett 11,0 mill. kr. Totalt budsjett for hele prosjektet ut 2015 er på 14,8 mill. kr.

Besøk hos Statnett i Oslo

Statnetts hovedansvar er å balansere produksjonen mot lastvariasjonene kontinuerlig, og å holde spenning og frekvens innenfor gitte grenser.

Vi fikk en presentasjon av lederen for Landssentralen der 26 personer jobber. Tre personer deler vekten på dagtid, to på kveld og natt og en i helgene. De bruker faktisk fortsatt telefonkontakt med aktørene for

Fremtidens driftssentral

– Next Generation Control Centres for Smart Grids



regulering av produksjonen. Landssentralen kontrollerer linjer, kabler og spesielle snitt både nasjonalt og med nabolandene. Skal unngå overlast og søke å holde « $n - 1$ » - kriteriet.

Sentralen samarbeider spesielt med Sverige, Finland og Sjælland (del av Danmark) fordi dette området normalt har samme frekvens. Svenska Kraftnät og Statnett har sammen ansvaret for å balansere det nordiske synkrone området. Landssentralen har daglig kontakt med Jylland for utvekslingen på likestrømkablene mellom Norge og Jylland. Ofte tar Jylland kontakt med Statnett for å håndtere ubalansene på Jylland på grunn av vindkraftvariasjonene.

Landssentralen kobler ikke bryterne; det gjøres av regionsentralene og de aktuelle nettselskapene.

Det arbeides med en felles europeisk nettmodell nå som landene blir mer og mer avhengige av hverandre.

Lederen av Regionsentral Sør, ga oss et innblikk i deres arbeid. De har 23 ansatte og der er det alltid minst to på vakt. Statnett har tre regionsentraler: Sør (Oslo), Midt (Sundalsøra) og Nord (Alta).

Regionsentralene har tre hovedoppgaver: Overvåke Statnetts stasjoner og ledninger, ta ansvar for personsikkerheten ved utkoplinger og gjenopprette driften etter driftsforstyrrelser på en rask og effektiv måte uten for store konsekvenser og skader.

Utkoblingsplanleggingen utføres av en egen driftsplanleggingsenhet der Landssentralen og Regionsentralen deltar med en person hver. Forrige år godkjente Statnett 3000 utkoplinger i Statnetts nett, andre netteieres nett og for generatorer.

Vi presenterte vårt Prosjekt for Statnett.

Vi ble tatt med til visningsrommet der vi gjennom vinduer kunne se inn i både Landssentralen og Regionsentralen. "Fremmede" får ikke lenger komme inn i sentralene.

Landssentralen har sterk knytning til Markedet og de har personell som arbeider med Markedet i Landssentralen

Statnett kjører et stort prosjekt for Statnetts nye driftssentralsystem. Arbeidet med spesifikasjonen startet allerede i 2007 og de mener nå at systemet vil komme i drift i løpet av 2016. Alstom i Frankrike og USA er valgt som leverandør. Systemet vil også få en treningssimulator.

Flere andre system vil få grensesnitt mot driftssentralsystemet:

LARM, et nytt markedssystem som inkluderer produksjonsplaner og kommunikasjon.

OIS, (operational information system) som inneholder revisjonsplaner.

NOIS (Nordic Information System)

Fremtidens driftssentral

– Next Generation Control Centres for Smart Grids



STAFO (Statnett's forbruksprognoseplan)

CIM (Common Information Model), standardisere nettmodellene slik at modellene kan snakke med ulike andre system.

ARISTO Analyse og treningssimulator.

Statnett benytter fortsatt beregningsverktøyet PSSE for å finne lastflyten både statisk og dynamisk.

Data og telekommunikasjon er svært viktig i Statnetts arbeid!

Workshop

Tirsdag 4. februar 2014 arrangerte arbeidsgruppen «Workshop» nr. 3 i prosjektet. Møtet ble holdt på NTNU, Gløshaugen. Det var god deltakelse med 15 fra 10 av de 11 partnerne representert, 32 deltakere totalt.

Stig, Løvlund, Statnett Region Nord, berettet om stort FoU-fokus i Statnett; de deltar også i større EU-prosjekt. Statnett har fire doktorgradsstipendiater tilsammen i Trondheim, Stockholm og Helsinki.

De tar sikte på beregning av påliteligheten hvert 10. minutt. Spenningsstabilitet er et stort problem. Måling av tilstanden i nettet må automatiseres. Statnett vil ha behov for å gjøre 50.000 feilanalyser i året.

Fleksibel last, styring av forbruk, vil være vesentlig for balansering av kraftsystemet. Kraftsystemet i Norge pr. dags dato reguleres ved hjelp av telefon! AMS kan bli en viktig informasjonsbrikke i fremtiden.

Kjell Sand, SINTEF Energi og NTNU, presenterte sitt oppdaterte notat fra WP1 og WP2 om status og muligheter for driftssentralene.

Atle Ripegutu, Agder Energi Nett, orienterte om NIS og Agders prosjekt med DMS (Distribution Management System). De startet opp allerede i 2006, men har enda en lang vei å gå. Hovedproblemstillingen er «Hvor er feilen, hvor er kunden?»

Ved bryterfall på en ledning ut fra en transformatorstasjon benyttes vernmålinger for å regne ut hvor feilstedet er.

Agder har valgt ut 8 målinger som de ønsker å ta inn fra nettstasjonene, og jobber med presentasjon av alarmlistene.

Han nevnte spesielt fasebrudd som en svært farlig feil.

Agder ønsker å få DMS'en integrert i driften. Ved feil vil KILE-kostnaden gi prioriteringer for reparasjon.

Fremtidens driftssentral

– Next Generation Control Centres for Smart Grids



Ripegutu orienterte også om et demoprojekt med lavenergihus på Skarpnes ved Arendal, der det benyttes både solcelleanlegg og fjernvarme.

Richard Schytte, masterstudent ved NTNU, presenterte sin tidligere prosjektoppgave om DMS (Distribution Management System). Han har laget div. «Use-case» som eksempel på anvendelse i driften. Nytteverdi kontra kostnader er viktig.

Kornschnok Dittawit, PhD student NTNU, ga en status fra sitt arbeid med husholdningenes energistyring og understreket viktigheten av DSM (Demand Side Management) ved distribuert produksjon.

Axel Tidemann, Postdoc NTNU, berettet om det nye prosjektet han startet sammen med **Boye Annfelt Høverstad, også Postdoc ved NTNU**. De vil søke å tolke belastningsinformasjonen for å finne ut hvilke laster/komponenter/kilder som ligger bak et forbrukspunkt.

Steinar Fines, NTE, sitter som leder i NK 13, utvikling av kWh-målere. Han syntes det er små marginalkostnader ved å knytte nettnytte til AMS. Spørsmålet er hva vi trenger i sann tid fra måleren, og nevnte avbrudd som et aktuelt eksempel. Også styring av effekt ved behov vil være nyttig.

Jonas Wäfler, PhD student NTNU, arbeider med kommunikasjonspålitelighet og presenterte sitt arbeid.

Vijay Venu Vadlamudi, Postdoc NTNU, tar for seg elkraftsystemets pålitelighet. Han ser på frekvens av avbrudd og avbruddets varighet.

Asbjørn Thomassen, NTNU, arbeider med brukergrensesnitt og er svært opptatt av hvordan det kan forbedre beslutningsstøtten for driftssentralbetjeningen. Det er viktig at presentasjonen i systemet har filtrert fram den vesentlige informasjonen. Han arbeider for å skaffe en masterstudent som ønsker å arbeide med dette temaet i prosjekt og hovedoppgave.

WP 3.1: Adaptable Home Energy Management System for Demand Side Management in the Smart Grid

Fremtidens driftssentral

– Next Generation Control Centres for Smart Grids



Kornschnok Dittawit, PhD candidate

Research description

In the envisioned Smart Grids, the demand side of the power grid can play an important role in balancing grid utilization by adjusting electricity usage timing. This is called Demand Side Management (DSM). DSM is becoming increasingly important due to a natural increase in power demand and the increased usage of intermittent renewable energy sources. It is done either voluntarily by the consumers to reduce electricity costs or by means of a direct load control (DLC) on specially equipped appliances by the Distribution System Operators (DSOs). At present, DSM in residential consumers is both ineffective and inefficient. Consumers do not usually respond to high electricity prices because most either have no access to real-time price information or do not spend the effort to adjust electricity usage. DLC is more effective but it disregards other possible appliances in the consumer's house and the well-being constraints of the consumers.

The objective of this PhD thesis is to design a trustworthy, adaptable, policy-based HEMS (Home Energy Management System) that adjusts energy usage based on dynamic variables including electricity prices, power reduction requests, weather condition, and entity states with the help of historical data on energy consumption heuristics while satisfying constraints related to electricity contracts, consumer plan, cost budget, and well-being.

Current works

As part of the thesis, a simulation platform constituted of our proposed HEMS has been developed for evaluating different DSM approaches. Additional load models and policies are being implemented and tested.

Publications

K. Dittawit, "Reviews on IEC61970-301 CIM and DMTF CIM v2", Tech. report, 2012

K. Dittawit, and F. A. Aagesen, "Architecture and Functional Framework for Home Energy Management Systems," Advances in Communication Networking, Lecture Notes in Computer Science T. Bauschert, ed., pp. 173-184: Springer Berlin Heidelberg, 2013

K. Dittawit, and F. A. Aagesen, "On adaptable smart home energy systems," in Power Engineering Conference (AUPEC), 2013 Australasian Universities, 2013

WP 3.2 Operation and management – Optimization of structure and functionality

Jonas Wäfler, PhD Candidate Department of Telematics NTNU:

Dependability Analysis in Smart Grid

The objective of my research is to study how the dependability of the power grid changes with the introduction of the smart grid technologies and then propose operational support mechanisms for the control center to detect and master the new faults and failures.

Fremtidens driftssentral

– Next Generation Control Centres for Smart Grids



My first two papers cover modeling aspects. The first extends well-known models to allow a combination of dynamic and structural analysis of a system. It can be used to analyze a system which is modeled bottom-up with the results from the second paper. In the last two papers we take another approach: We take a specific use case, namely the simultaneous failure of several nodes in the power grid. The motivation for that has two main reasons. First, in the last ten years there have been many studies in network science, which studied these simultaneous failures in various different networks. However, the used models and measures are very generic and abstract and we set out to make them more smart grid specific. Second, the smart grid dependability analysis needs to consider also the particular properties from ICT and one such property seen in several studies is that failures seem not to be independent. Therefore, we were interested in studying this new effect brought by ICT into the smart grid. In the third paper we introduced a new measure and in the fourth paper this measure is used to study different repair strategies.

Currently, I investigate the usage of the mobile network as one of the communication channels in the smart grid. I am mostly interested in the reliability and availability implications and ways to increase the dependability.

Recent Publications/Projects

- "A Combined Structural and Dynamic Modelling Approach for Dependability Analysis in Smart Grid", Jonas Wäfler and Poul E. Heegard (Proceedings of ACM Symposium on Applied Computing (SAC), 2013, Coimbra, Portugal)
- "Interdependency Modeling in Smart Grid and the Influence of ICT on Dependability", Jonas Wäfler and Poul E. Heegard (Lecture Notes in Computer Science, 2013)
- "Structural Dependability Analysis in Smart Grid under Simultaneous Failures", Jonas Wäfler and Poul E. Heegard (Proceedings of IEEE International Conference on Smart Grid Communications (SmartGridComm), 2013)
- "Quantifying Influence of Strategies and Network Properties in Repairing Simultaneous Failures in Smart Grid" (finished, to be published soon)

WP 3. Reliability-related studies in Smartgrids

Postdoc Vijay Venu Vadlamudi. Department of Electric Power Engineering at NTNU, Trondheim

Motivation

- Identify the resource adequacy contributors upon the deployment of ICT from technological constituents of SG.
- Develop suitable metrics to gauge/anticipate the improved reliability.

Re-cap of Work Done

(2012)(Primarily qualitative)

- Challenges anticipated in reliability-based appraisal of SG realization identified.

Fremtidens driftssentral

– Next Generation Control Centres for Smart Grids



- Frequency and duration of failure events of interest in SG technology deployment identified.
- Qualitative reliability benefits of relevant SG technologies collated.
- A possible framework to capture the functional interplay of various constituents of SG technologies for reliability assessment proposed.
- Scope identified for complementary reliability assessment from allied studies.

(2013)

- A case study that was previously conducted as a part of Master's Project has been studied to fit into the SG reliability framework at the Distribution Level.
- Certain previously proposed ideas have been discarded owing to feasibility considerations. Reliability-centric use-cases are far and few.

(2014)

- Dependability and Security attributes' modeling for reliability analysis of protection systems (being done as a part of SAMREL project) could be extended to Remedial Action Schemes or SPS (Special Protection Systems), which are considered to be SG-related technological development.
- Generic issues studied so far. Next phase of research to be focused on specific issues.
- Intensify efforts for the collection of selective use-cases that have been reported so far, and study the reliability dimension in them.

Eventual goals –

Use Case based studies.

- Reliability Estimation: Post facto analysis of sample data
- Reliability Prediction: Predict the future performance of designated configurations

Research on reliability-related studies in SGs has yielded the following publications so far:

- [1] **Vijay Venu Vadlamudi**, R. Karki, G. Kjølle, and K. Sand, "Challenges in Smart Grid Reliability Studies," *Proc. 12th Intl. Conf. Probabilistic Methods Applied to Power Systems*, Istanbul, Turkey, Jun. 2012, pp. 1035-1040.
- [2] **Vijay Venu Vadlamudi** and R. Karki, "Reliability-based Appraisal of Smart Grid Challenges and Realization," *Proc. IEEE Power and Energy Society General Meeting*, San Diego, USA, Jul. 2012, pp. 1-6.
- [3] G. Kjølle, **Vijay Venu Vadlamudi**, S. Kvistad, and K. A. Tutvedt, "Potential for Improved Reliability and Reduced Interruption Costs Using Smart Grid Technologies," *Proc. CIGRE*, Stockholm, Sweden, Jun. 2013, pp. 1-4.

A poster has been presented at the "COST Action IC0806: Intelligent Monitoring, Control, and Security of Critical Infrastructure Systems (IntelliCIS) - Workshop and Training School" at Aachen, Germany, March 2013. A scholarship grant was awarded in this connection. The title of the poster is "**Reliability Analysis of Smart Grids: Including the Impact of ICT**".

Fremtidens driftssentral

– Next Generation Control Centres for Smart Grids



A **Book Chapter** titled “*Reliability-Centric Studies in Smart Grids: Adequacy and Vulnerability Considerations*” has been contributed to the book titled “*Reliability Modeling and Analysis of Smart Power Systems*”. The book was recently published (April 2014). (Chapter authors: **Vijay Venu Vadlamudi**, R. Karki, G. Kjølle, and K. Sand). The book is edited by Roy Billinton *et al.*

http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-81-322-1798-5_1

WP 4: Decision support to the control room

Status for deltakere fra AI-gruppa ved institutt for datateknikk, NTNU: Post doktorer Axel Tidemann og Boye Annfelt Høverstad, førsteamanuensis Pinar Öztürk og professor Helge Langseth

Som presentert på workshopen i vår, har vi det siste halve året utforsket mulighetene for å identifisere og klassifisere enkeltlast i husstander, basert på målinger fra AMSene. Idéen er at forskjellige dingser i huset (inkludert Teslaen som står i garasjen) vil bruke strøm på forskjellig vis, og på den måten legge igjen forskjellige ”signaturer” i det totale strømforbruket som måles av AMSen. En slik klassifisering kan i sin tur brukes til å få en bedre forståelse av forbruket, noe som kan være nyttig både for å prognosere fremtidig forbruk på kort og lang sikt, samt for å analysere potensialet for demand response, vehicle-to-grid, og så videre.

Opprinnelig brukte vi simulerte tidsserier fra Gridlab-D (<http://www.gridlabd.org/>), som er et system for å simulere og analysere lastflyt i distribusjonsnettet. Resultatene ble imidlertid foruroligende gode, og vi gikk derfor over til å jobbe med reelle data. Via professor Marta Molinas ved NTNU fikk vi tilgang til en serie målinger fra Wawashang, Nicaragua. Måleperioden viste seg imidlertid å være såpass kort at det var vanskelig å få god nytte av dataene. I det siste har vi derfor fokusert på å hente ut minuttmålinger fra Demo Steinkjer.

For øyeblikket legger vi siste hånd på en revidert utgave av en artikkel vi sendte til “IEEE Transactions on Smart Grid” i høst og fikk tilbake for revisjon i april. Artikkelen omhandler systemet vi har utviklet for kortsiktig lastprediksjon. Dette systemet har i løpet av det siste halvåret også vært omtalt i magasinet META, Gemini og Teknisk Ukeblad (META 02/2013: <https://www.notur.no/meta-magazine-archive> <http://gemini.no/2013/12/forutser-stromforbruket-det-neste-dognet/>).

Mann/maskin kommunikasjon

Nå blir det i tilknytning til vårt prosjekt, «Neste generasjon driftssentraler» startet prosjektoppgave for masterstudent og sannsynligvis videreført med masteroppgave med mann/maskin kommunikasjon i driftssentralene.

Fremtidens driftssentral

– Next Generation Control Centres for Smart Grids



Deltagende bedrifter:

