

Spenningsovervåking og nettnytte

Kjell Sand
SINTEF Energi



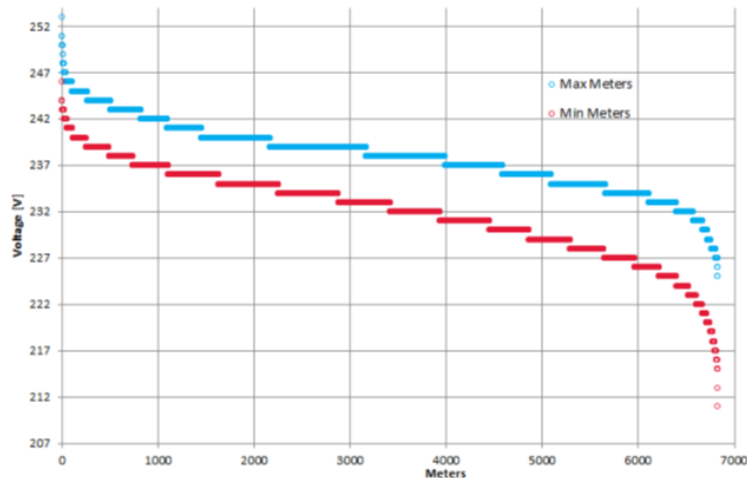
Rapport

Storskala spenningsmåling med AMS

Eksempler og use case for bruk av spenningsmålinger

Forfatter(e)

Henning Taxt
Helge Seljeseth
Henrik Kirkeby
Øystein Sagosen



Rapport utarbeidet av SINTEF Energi i regi av IPN-prosjektene:

DeVID – Prosjekteier:

NTE

<http://www.sintef.no/Projectweb/DeVID/>

SPESNETT – Prosjekteier:

Energi Norge

<http://www.energinorge.no/skjulte-paagaende-prosjekter/spenningskvalitet-i-smarte-nett-spesnett-article9518-560.html>

Motivasjon:

ATT MÄTA ÄR ATT VETA

Kunskap om flöde och tryck i VA-ledningssystemen är väsentligt för all hantering. Med rätt mätmetod, utrustning och erfarenhet får man underlag för bedömning av systemens kondition eller indata till dimensionering och modellering. Med förmodade klimatförändringar kommer också ett stort behov av att kunna göra mätningar och kapacitetsanalyser.



AMS med spenningskvalitetsmålinger – et bidrag til "att veta"

Det du kan måle, kan du styre!

Kilde: <http://www.wspgroup.com/sv/WSP-Sverige/Designing-Future-Cities/Vatten/Att-mata-ar-att-veta/>

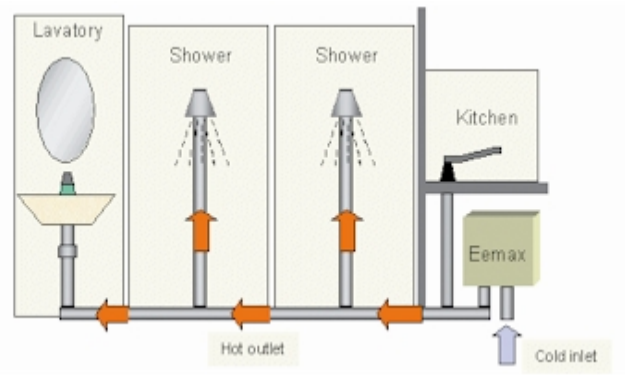
Status/muligheter

- Ingen krav til spenningskvalitetsmålinger i AMS
- Blant parameterne som kan måles er:
 - Langsomme spenningsvariasjoner
 - Spenningsstrang
 - Kortvarige over- og underspenninger
 - Flimmer
 - Usymmetri (trefase)
 - Overharmoniske
 - Effekttopper i nettet

Hvorfor er dette interessant?

- Ønsket om energieffektivisering og gir endringer i belastningen av nettet f.eks.:
 - Utfasing av glødelampen
 - Nye typer "varmtvannstanker" (eks. gjennomstrømningsvarmer)
 - Elbil
 - Varmepumper
 - Distribuert produksjon
- Mange av de nye "apparatene" har høy ytelse (effekt) og intermitterende bruksmønstre
- I svake nett kan det være svært vanskelig å overholde *Forskrift om leveringskvalitet*
- *Dvs. at spenningskvalitet blir den dimensjonerende faktor i mange lavspenningsnett*

Noen eksempel utfordrende elektriske apparater



"Det oppdages" stadig flere utfordrende elektriske apparater (man oppdager at stadig flere apparater ER utfordrende)

- Jordvarmepumper
- Gjennomstrømningsvannvarmere
- Høytrykkspylerer
- Vedkløyvere
- Kjedesager
- Kloakkpumper
- Kompressorer
- Induksjonskomfyrer
-

Og disse blir utfordrende fordi nettstyrken i Norge er lav mange steder:

Prosentvis fordeling av nettstyrke (I_{kmin})				
< 350 A	350 – 500 A	500 – 750 A	750 – 1000 A	≥ 1 kA
6,2 %	7,5 %	13,5 %	13,2 %	59,7 %

Basert på kortslutningsberegninger fra

- Skagerak Nett
- Eidsiva Nett
- Istad Nett
- Helgeland Kraft
- Agder Energi Nett
- Fortum

Mer enn 40% av tilknytningspunktene er svakere enn den standardiserte referanseimpedansen som apparaters emisjon av forstyrrelser testes mot.

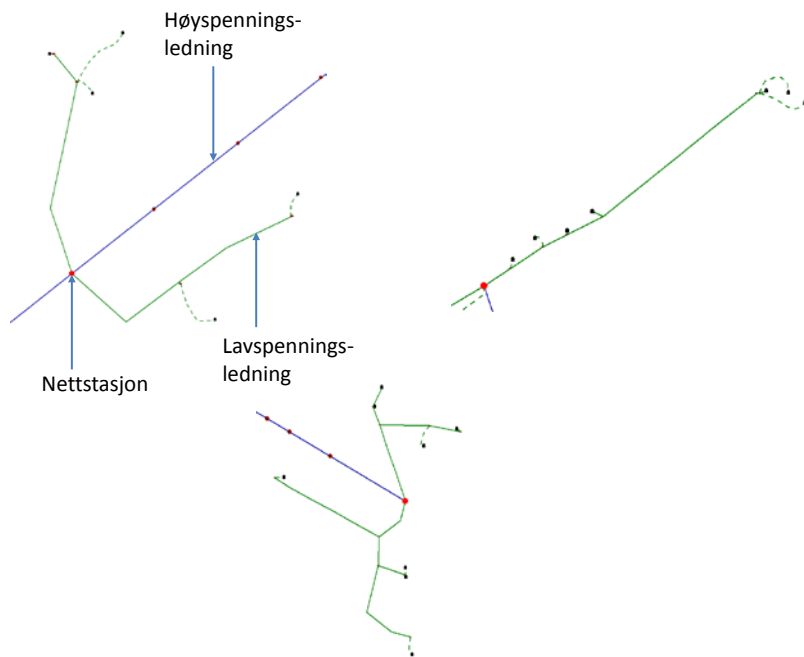
Eksempel på testresultat – flimmer

(Grenseverdi i FoL: $P_{st} < 1,2$ – 95% percentil)

- Høytrykksspyler 2100 W
 - 300 A (kortslutningsytelse): $P_{st} = 6,97$
 - 600 A (kortslutningsytelse): $P_{st} = 3,81$
- Elektrisk kjedesag 2200 W
 - 300 A (kortslutningsytelse): $P_{st} = 5,3$
 - 600 A (kortslutningsytelse): $P_{st} = 2,50$

Estimering av kostnader for å forsterke de svakeste nettene opp til $I_{k2min}=500$ A (halve referanseimpedansen)

- Basert på analyse av stiliserte nettsituasjoner og RENs kostnadskatalog



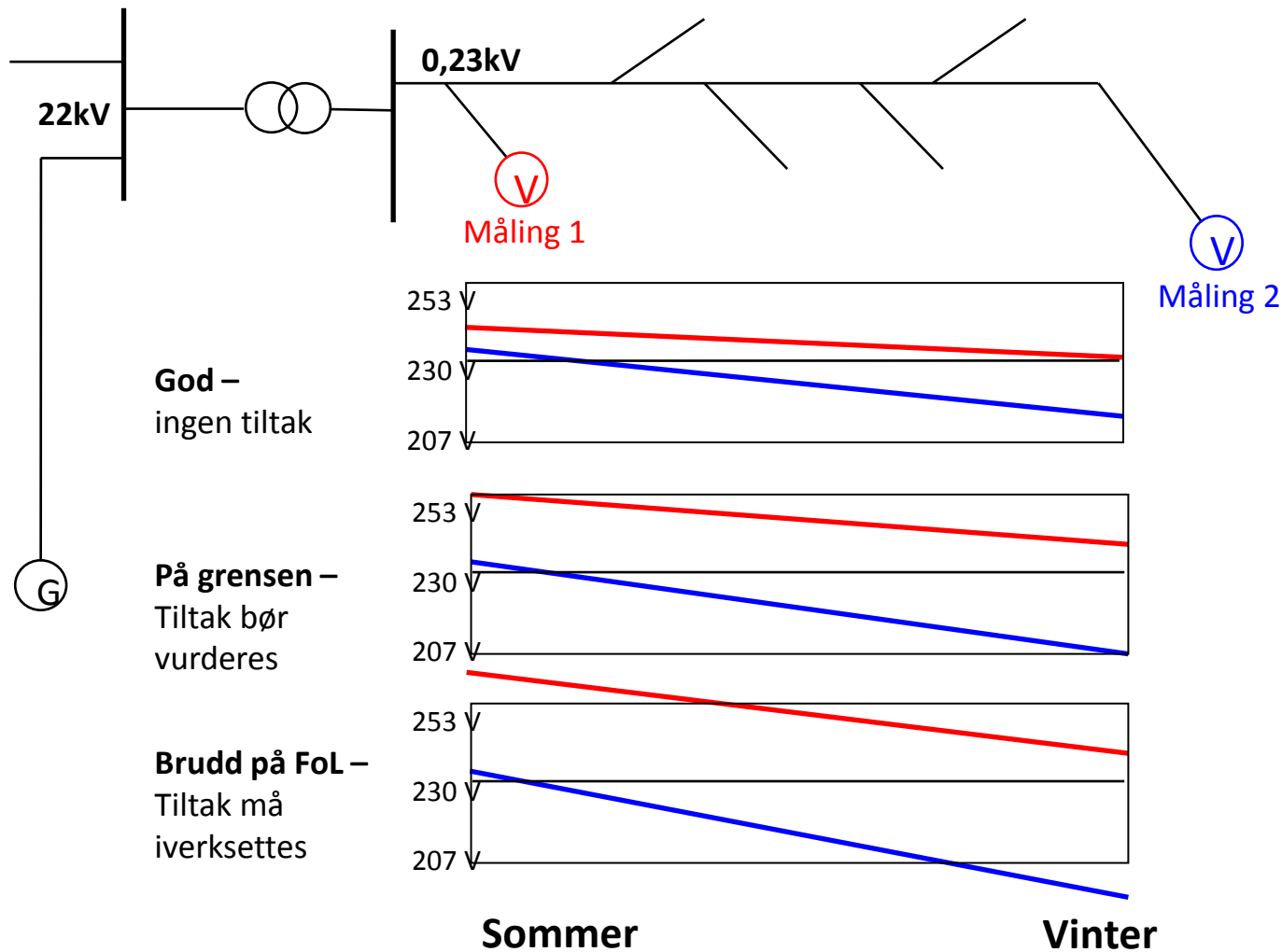
9-33 milliarder kr

Spenningsovervåking v.hj.a. AMS

- Gir kunnskap om situasjonen i nettet – aktuell og historisk
- Dette har nytteverdi både i planlegging og drift

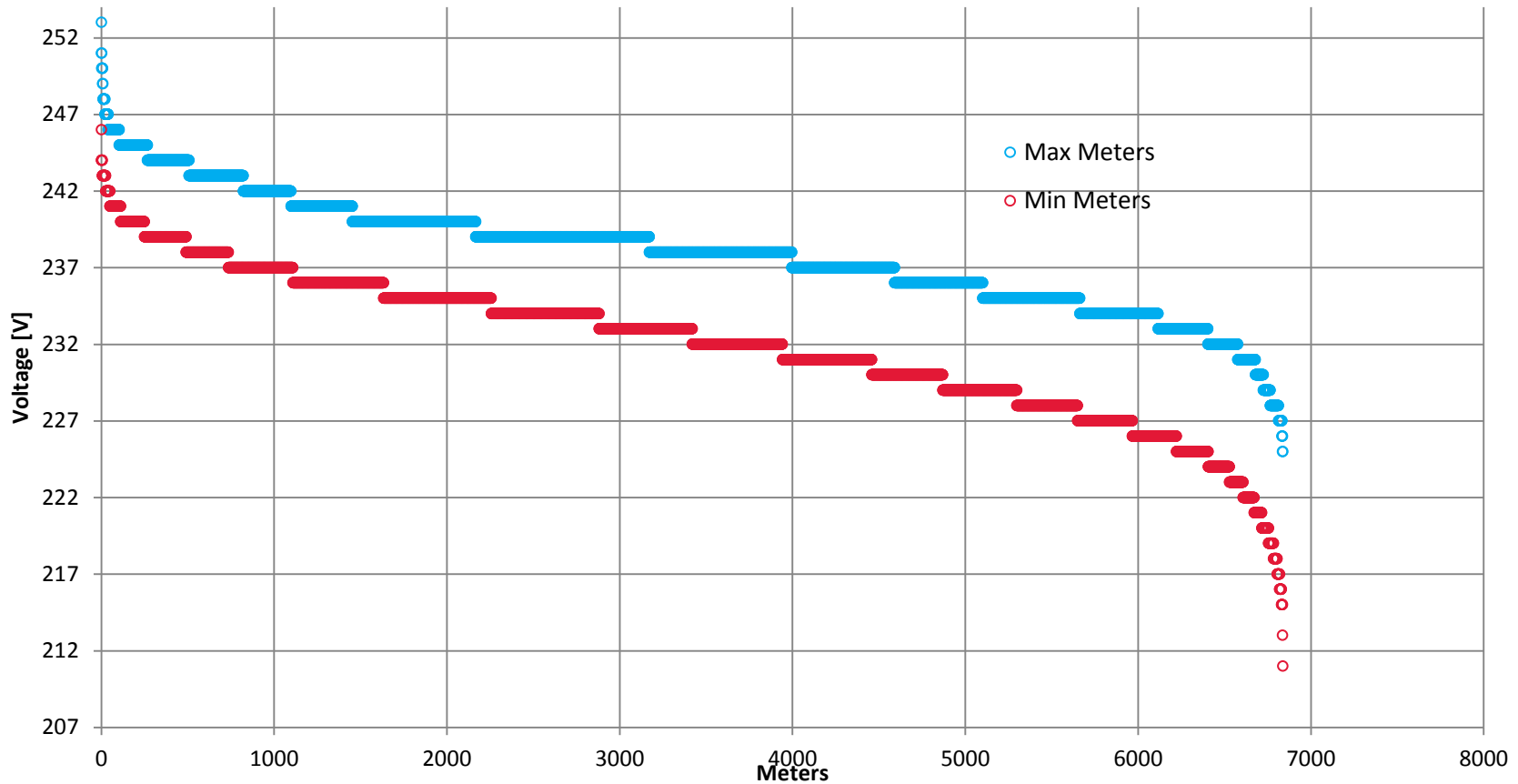
Nytte for planlegging: Marginer i lavspenningskretser

Eksempel: Spenningsens 1 min. effekt-verdi – Krav i FoL: Innenfor 230V+/- 10%



Eksempel: Storskala spenningsundersøkelse

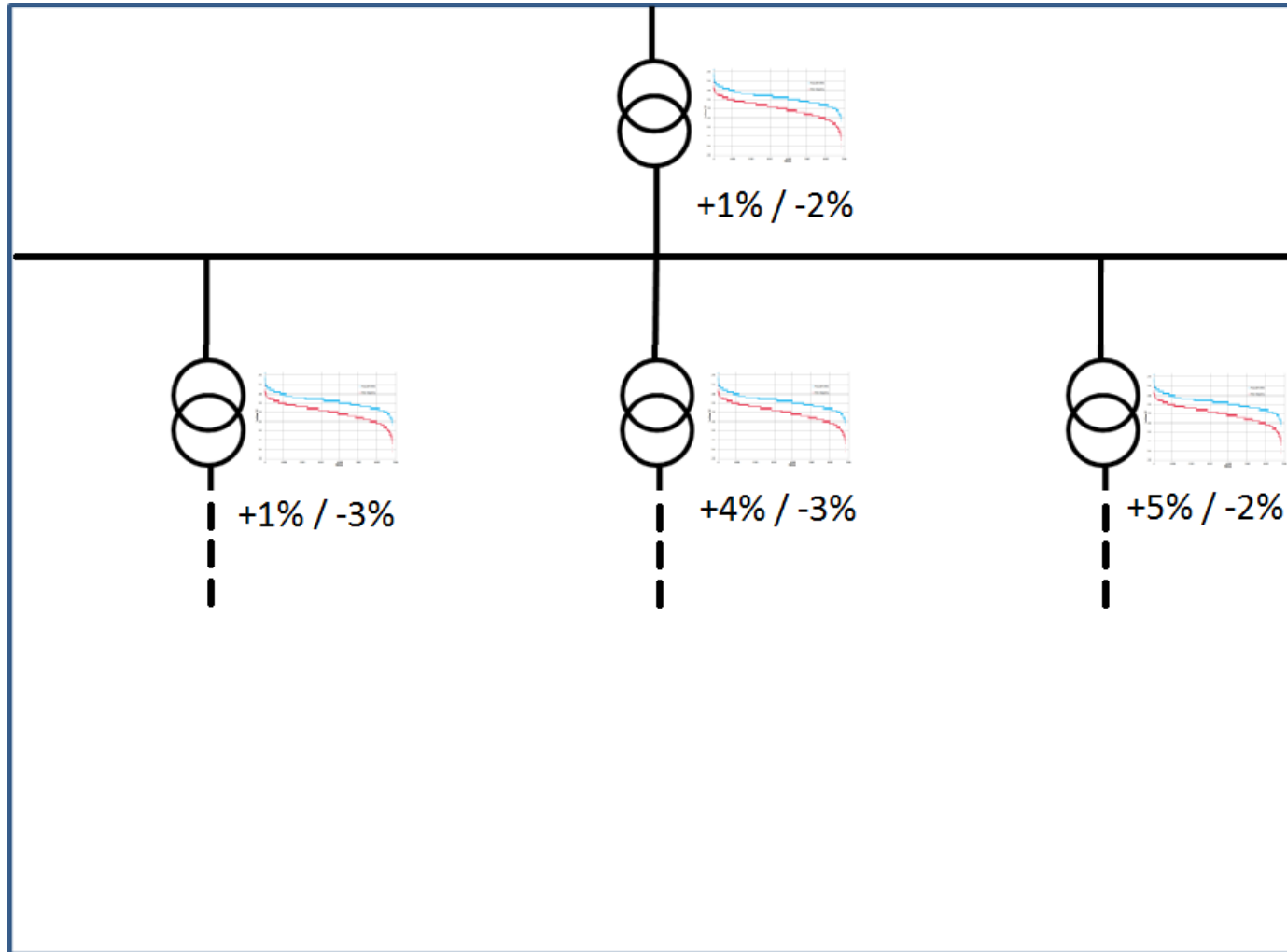
Spenningsmålinger hentet fra 7000 AMS-målere



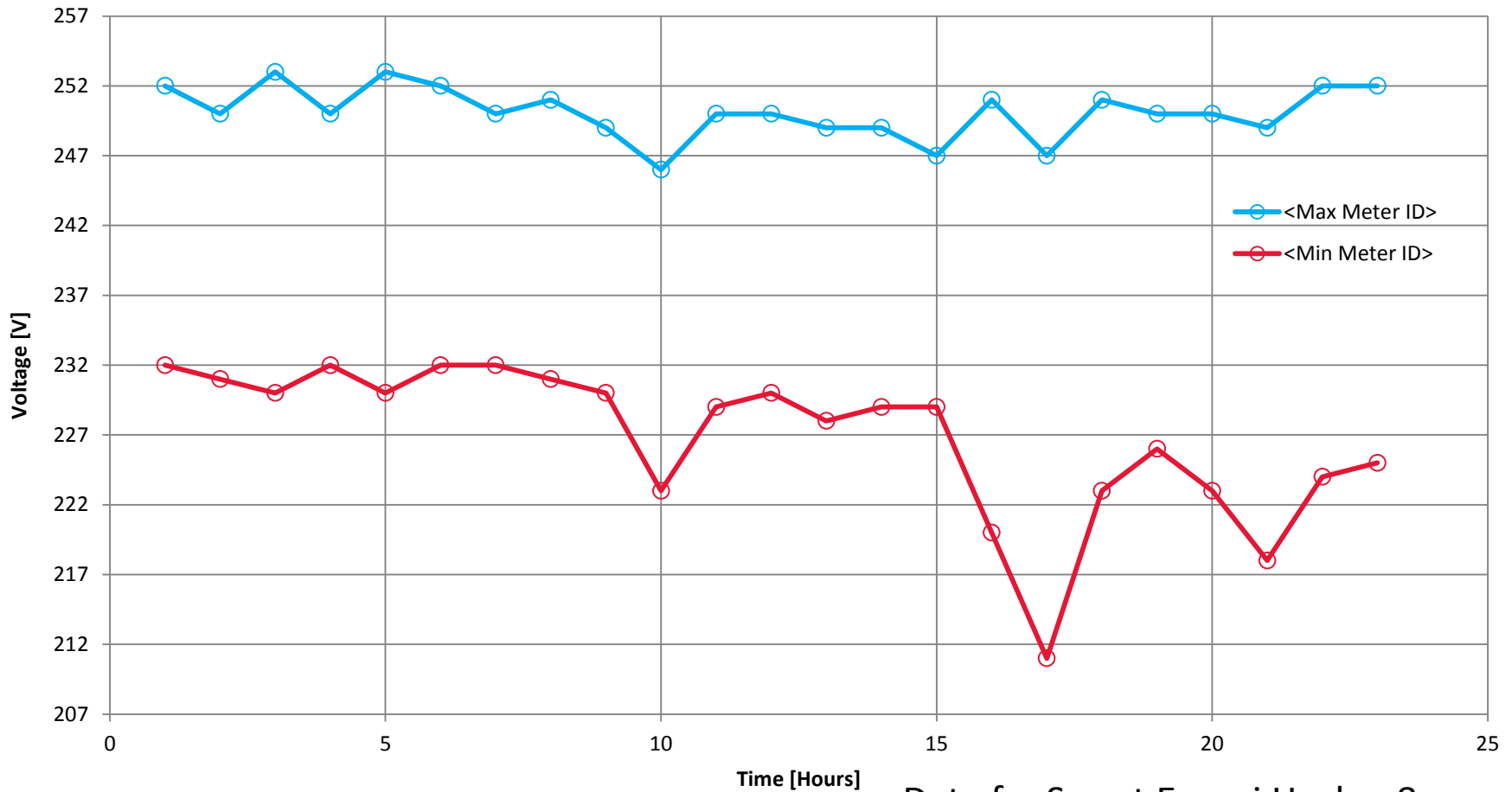
Data fra Smart Energi Hvaler, 8. aug

Eksempel på oversikt over marginer v.h.j.a. AMS-målinger presentert NIS/DMS

Spennings høyeste og laveste målte verdi over 1 år for de fire nettstasjonene



Detaljert undersøkelse av data fra enkeltmåler kan gi grunnlag for å identifisere laster som bidrar til evt. spenningsproblemer



Data fra Smart Energi Hvaler, 8. aug

Mer enn planleggingsnytte

- Spennings effektivverdi er den viktigste spenningskvalitetsrestriksjonen i nettplanleggingen, men har også nytte i drift:
 - Varsling om kunder har (mye) for lav eller for høy spenning
 - Vurdere omlegging av koblingsbilde
 - Vurdere trinning av fordelingstransformatorer
 - Vurdere endring av regulatorinnstillinger for trinnkoblere i transformatorstasjoner

Andre nytteaspekter:

- Varsling av fasebrudd eller nøytralleder (til nytte for både kunde og nettselskap)
 - Sikkerhet m.h.t. havari og brann!
 - Effektivisering av feilsøk og kortere reparasjonstider etter uvær etc.
 - Omdømmegevinster
- Varsling av jordfeil (Effektivisering av arbeidet med å lokalisere jordfeil)
- Avbruddsregistrering (på sikt: arbeidseffektivisering/automatisering opp mot FASIT?)

Databehov nettplanlegging og kontroll av status m.h.t. marginene i nettet

- Kan som et minimum bestå av KUN 3 tilleggsverdier til de 168 energiverdiene per uke
 - Laveste og høyeste registrerte 1-minutt verdi (ev. 10) samt snitt av alle 1 minutt
- Med FIFO måledataminne i de smarte målerne kan man ved kundeklager hente inn mer data som bedre viser variasjonen i spenningen over tid
 - Først hente ut fra kunden som klager – eksempelvis siste måned eller siste 3 mnd
 - Dersom dette ser helt greit ut holder dette mht spenningens effektivverdi
 - Avdekker dataene problemer/mulige problemer kan man eventuelt hente inn data også fra strategiske nabokunder, ev. fra hele denne lavspenningskretsen (sistnevnte kan bli ganske store datamengder).

Use Case relatert til innsamling av spenningsverdier som er beskrevet i rapporten:

Henvendelser angående spenningskvalitet (avbrudd ikke inkludert)

- Bekrefte/ avkrefte om det er problemer med stasjonær høy/lav spenning (langsomme variasjoner)
- Bekrefte/ avkrefte om det er problemer med kortvarige over-/underspenninger
- Lokalisere kilde til kortvarige over-/underspenninger
- Bekrefte/avkrefte spenningsprang
- Andre målinger (flimmer, harmoniske)

Nettplanlegging

- Gi oversikt over spenningsforhold ved normal lett/tung last (bl.a. for trinning av trafo)
- Gi oversikt over spenningsmarginer for å vurdere ny tilknytning
- Gi oversikt over fremtidig behov for nettførsterkning (lang og kort sikt)
- Bruke målt spenning for kontrollere/verifisere nettinformasjonen i NIS og lastprofiler for kundene

Spenningsverdier til bruk i driftssentral (momentanavlesning)

- Undersøke om spenningsforhold i nettet er tolerable med midlertidige løsninger/ uvanlig kobling
- Få status/varsel fra sluttbruker ved/etter avbrudd ol.
- Få status/varsel ved fasebrudd, brudd i nøytralleder
- Få status/varsel ved svært høye og svært lave spenninger

Eksempler på overordnede beskrivelser

Use case: Bekrefte/avkrefte stasjonær høy/lav spenning

Hva gjør use caset	AMS-målinger brukes ved kundeklager til å undersøke om en bestemt kunde har hatt langsomme spenningsvariasjoner utenfor grenseverdiene i FoL.
Hva gjøres i dag	Ved kundeklage sender nettselskapet ut personell som foretar stikkprøver og langvarige målinger ved og i kundens installasjon.
Nytteverdi	Redusert tids- og ressursbruk, bedre kundeservice, behandlingstid og omdømme.
Aktører/systemer	AMS-måler, HES, spenningskvalitetsdatabase, KIS/NIS, saksbehandler.
Databehov	Spennings maksimums og minimums 1-minutts RMS-verdi per uke, dag eller time. Antall brudd på grenseverdiene
Mulig ekstra funksjonalitet	Kontinuerlig lagre spennings 1-minutts RMS-verdi internt i AMS-måleren for avlesning ved kundeklager. Gi kunden en tilbakemelding med grafisk presentasjon av spenningsdata de siste månedene ved klage.

Og det finnes mer detaljerte beskrivelser av use casene:

Use Case Name: Bekreft/avkreft høy/lav spenning

- 2 -

1 Beskrivelse av Use Case

1.1 Navn på Use Case

ID	Område/domene	Navn
	Drif og drift	
	Distribusjonsnett	Bekreft/avkreft høy/lav spenning

1.2 Versjonshåndtering

Ver.	Dato	Navn på forfatter, komite...	Endringer	Status til use case
0.1			Henning Text	
0.2	14.10.13		Lagt inn ny mel. Endret struktur og diagram til å samsvare bedre med generell Use Case "Håndtere spenningskvalitetsaker"	
0.3	17.10.13	Henrik Kliteby	Bleiring av sub case "måling og registrering av spenningsdata". Andre mindre oppdateringer	Kladd
0.4	25.02.14		Inkludert fagging av verdier berørt av spenningsavbrudd	Uktest
1.0	28.05.14		Utyllende tekst	Fastt versjon

1.3 Use cases mål, hensikt, anvendelse

Beskrivelse av mål og hensikt med funksjonaliteten til use case	
Område, omfang	Tilknyningspunkt
Mål	Hente ut et entydig svar på hvorvidt "Forskrift om leveringskvalitet i kraftnettet" (RoLs) krevt til langsomme spenningsvariasjoner er overholdt i tilknyningspunktet hos en kunde.
Relatert business case	Overholde krav til leveringskvalitet

1.4 Use case beskrivelse og narrativ

Use case beskrivelse
Kort beskrivelse - sammendrag
Use case gir en beskrivelse på hvordan spenningsmålinger fra AMB kan brukes til å bekrefte eller avkreft brudd. RoLs krevt om spenningsnivå hos en abonnent.
Komplett beskrivelse
I følge Forskrift om Leveringskvalitet (RoL) må nettselskap sørge for at langsomme spenningsvariasjoner er innenfor et intervall på ±10 % av nominell spenning, målt som et gjennomsnitt over ett minutt. AMB kan være til nytte for nettselskap som blant annet mottar klager på for høy eller lav spenning i tilknyningspunktet, forutsatt at AMB-målerne og tilhørende system kan registrere og overføre målinger med tilstrekkelig kvalitet og tidsoppløsning/integrasjonstid. Derksom AMB-måleren kan registrere og lagre informasjon om spenningsnivået i de perioder spenningen er utenfor de nevnte intervallene, kan denne informasjonen hentes ut når en nettside henviser seg. Nettselskapet slipper å sende personell ut for å foreta målinger.
Det er et krav at Use Case skal gi et utvetydig svar på om langsomme spenningsvariasjoner i kundens tilknyningspunkt er innenfor ±10 %. Det er derfor et krav at alle forknyningspenninger måles.

1.5 Eventuelle kommentarer

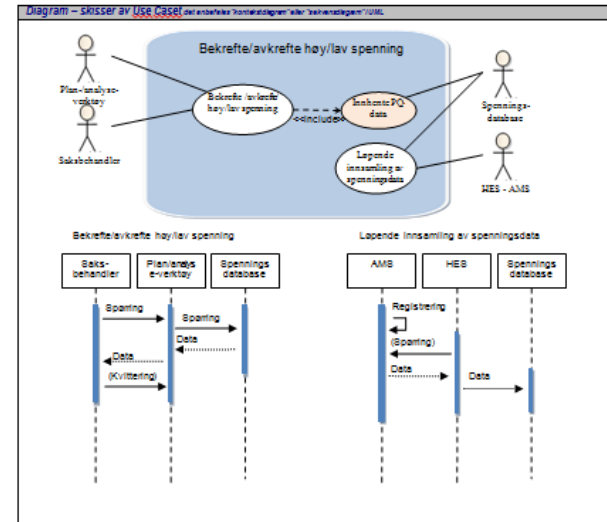
Eventuelle kommentarer

draft - Detailed Version

Use Case Name: Bekreft/avkreft høy/lav spenning

- 3 -

2 Diagram - skisser av Use Case



3 Tekniske detaljer

3.1 Aktører: Mennesker, systemer, applikasjoner, databaser, anlegg, komponenter, utstyr og andre interessenter

Aktørnavn	Aktørtype	Aktørbeskrivelse	Tilleggsinformasjon for dette spesifikke use case
Saksbehandler	Person		
Spenningsdatabase	Database		
Plan-analyseverktøy	System		
HEB	System		
AMB	Komponent		

3.2 Forutsetninger, antakelser, hendelser

Aktør/System/Informasjon/Kontrakt	Utløsende hendelse - hva trigger dette use case	Startbetingelser	Forutsetninger
AMB-måler			Alle forsyningspenninger i sluttbrukers tilknyningspunkt måles
			Høyeste og laveste registrerte spenning lagres

draft - Detailed Version

Flere eksempler

Hva gjør use caset	Spenningsmålinger fra AMS brukes til å gi varsel ved svært høye eller lave spenninger, fasebrudd, brudd på nøytralleder og avbrudd.
Hva gjøres i dag	Høye og lave spenninger, fasebrudd og brudd på nøytralleder oppdages potensielt ved varsling av kunde, jordfeilsovervåkning er i noen tilfeller påbudt i nettstasjon.
Nytteverdi	Deteksjon av fasebrudd, brudd på nøytralleder og bedre oversikt for kunder og nettselskap og mindre tids- og ressursbruk på feilsøking og reparasjoner ved feil og avbrudd i nettet.
Aktører/systemer	AMS-måler, HES, spenningskvalitetsdatabase, NIS, DMS, saksbehandler.
Databehov	Spennings maksimum og minimums 1-minutts RMS-verdi.
Mulig ekstra funksjonalitet	Automatisk utkobling ved farlig feil i nettet. Jordfeilvarsling.

Hvorfor er slik kunnskap/varsling nyttig?

Type feil	Konsekvenser
Fasebrudd i IT-nett	Tilnærmet halvert linjespenning med berørt fase. Havari på elektriske apparater ved redusert eller pendling i spenning. Økt brannfare.
Brudd i nøytralleder i TN-nett	Kan forårsakes av dårlig kontakt etter f.eks. fukt eller flom. Økning i fasespenning opp til 400 V. Fall i fasespenning. Mulig havari på elektriske apparater. Økt brannfare.
Avbrudd	KILE
Jordfeil i IT-nett	Store jordstrømmer ved flere jordfeil. Berøringsspenninger på elektriske apparater. Økt brannfare.
Høy/lav spenning	Mulig havari på elektriske apparater. Økt brannfare.

Anbefalinger m.ht. data som bør samles inn (utdrag)

Registrert verdi	Overføres	Relevant use case	Anbefalt minimum
$U_{1min,max}$ (Per time/dag/uke) $U_{1min,min}$ (Per time/dag/uke) U_{avg} (Per time/dag/uke)	Hver dag eller hver uke	Bekrefte/avkrefte stasjonær høy/lav spenning Gi oversikt over spenningsforhold ved tung- og lettlast Presentere spenningsmarginer Varsel ved varig høy/lav spenning Bruke spenningsmålinger for å verifisere nettdokumentasjon	X
Effekt ved $U_{1min,max}$ og $U_{1min,min}$	På forespørsel	Gi oversikt over spenningsforhold ved tung- og lettlast	
U_{1min}	På forespørsel / alarm	Undersøke om spenningsforhold er akseptable ved aktuell kobling Alarm ved unormal driftssituasjon Bekrefte/avkrefte stasjonær høy/lav spenning	X
Kortvarig makseffekt $P_{<1sek,max}$ (Per time)	På forespørsel	Lokalisere kilde til spenningsprang og kortvarig over- og underspenning	X

Konklusjoner

- Spenningsmålinger kan gi betydelig nett-nytte både i planlegging og drift
- Selskapene bør vurdere også dette aspektet i forbindelse med anskaffelse av AMS, siden merkostnadene for selve måleren ikke nødvendigvis er store
- Dersom man har infrastrukturen på plass, kan innsamlede data og realisert funksjonalitet (use case) økes etter hvert.
- Fremtiden er mer usikker enn på lenge (last, laststyring, distribuert produksjon, utfordrende apparater..). Investering i bedre oversikt over tilstanden i nettet, kan være en god forsikring.