

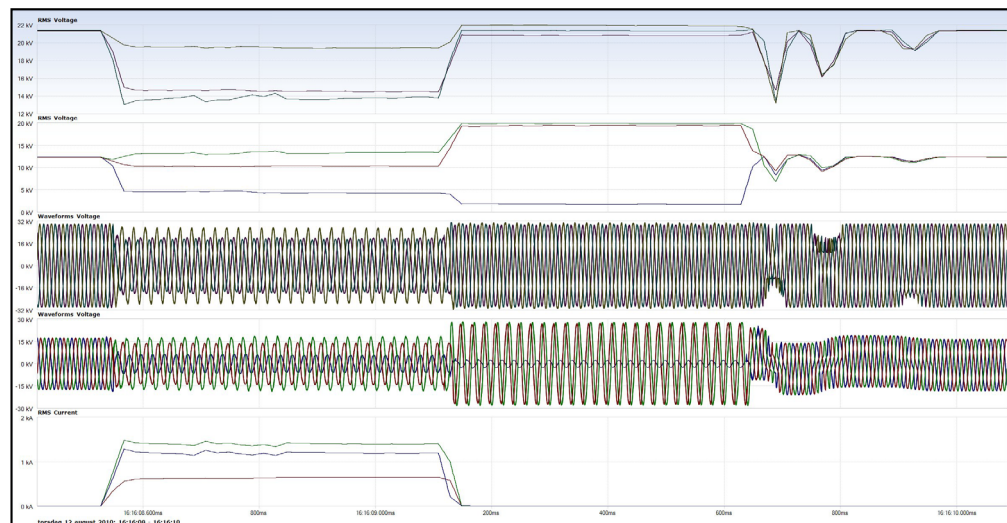
TR A6903 - Åpen

# Rapport

## Måling og rapportering av spenningskvalitet

### Forfatter

Helge Seljeseth







**SINTEF Energi AS**

Postboks: 4761 Sluppen  
Postadresse: 7465 Trondheim  
Resepsjon: Sem Sælands vei 11  
Telefon: 73 59 72 00  
Telefaks: 73 59 72 50

www.sintef.no/energi

Organisasjonsnr.:  
NO 939 350 675 MVA

# TEKNISK RAPPORT

SAK/OPPGAVE (tittel)

**Måling og rapportering av spenningskvalitet**

SAKSBEARBEIDER(E)

Helge Seljeseth

OPPDRAKSGIVER(E)

NVE

TR NR.	DATO	OPPDRAKSGIVER(E)S REF.	PROSJEKTNR.
TR A6903	2011-09-15	Hege Sveaas Fadum	12X612
EL. ARKIVKODE	RAPPORTTYPE	KONTROLLERT AV (NAVN, SIGN.)	GRADERING
DocuLive	-	Kjell Sand	Åpen
ISBN NR.		FORSKNINGSSJEF (NAVN, SIGN.)	OPPLAG      SIDER
978-82-594-3430-2		Knut Samdal	8              115
AVDELING	BESØKSADRESSE	LOKAL TELEFAKS	
Elkraftsystemer	Sem Sælands vei 11, 7465 Trondheim	73 59 72 50	

## RESULTAT (sammendrag)

Som underlag for eventuell videreutvikling av FoL ønsket NVE å få gjennomført et prosjekt på måling og rapportering av spenningskvalitet. SINTEF Energi AS fikk i oppdrag å gjennomføre dette prosjektet.

Spørreundersøkelsen har vist at de aller fleste nettselskapene har et ganske forenklet forhold til inndeling av sitt eget nett i karakteristiske nett for valg av faste målepunkt og i beste fall tar utgangspunkt i bare en eller noen ganske få parametre. Samlet sett dekker likevel målepunktene til nettselskapene svært mange ulike aspekter ved det norske kraftnettet og således vil kunne være grunnlag for tilfredsstillende gode statistikker over spenningskvalitet. Dersom NVE får nødvendige opplysninger om de karakteristiske forhold for alle målepunktene vil dette med stor sannsynlighet kunne gi tilfredsstillende statistikk både nasjonalt, regionalt og delvis lokalt selv om ikke alle mindre lokale områder er godt dekket. SINTEF Energi AS ser ikke noen stor grunn til å endre kravene i FoL til nettselskapenes valg av målepunkter ut fra inndeling av egne nett i karakteristiske nett.

Med få unntak slik som interharmoniske spenninger og signaltransmisjon på nettet som en del måleinstrumenter fremdeles ikke måler, bør man vurdere å stille krav til at alle de vanlige spenningskvalitetsparametrene nevnt i FoL (og EN50160) måles. De aller fleste nettselskapene har allerede instrumenter som kan måle dette i dag og de fleste har heller ikke slått av målingen av de parametrene som FoL ikke krever målt ved kontinuerlige målinger. Dersom det skal settes noe konkret krav til minimum antall måleinstrumenter anses fremdeles 1 instrument som naturlig for de aller minste nettselskapene. Det synes fornuftig at det overlates et visst rom til nettselskapene selv å vurdere deres eget behov for målinger ut fra de faktiske utfordringer de har og tidligere har erfart med spenningskvalitet.

Det dataformatet/filformatet SINTEF Energi anbefaler å velge er PQDIF. Dersom man ikke velger PQDIF-formatet anser SINTEF Energi XML-formatet som det best egnede av de øvrige alternativene. SINTEF Energi AS vil anbefale overføring av spenningskvalitet måledata 1 gang årlig slik som for feil og avbruddsdata. Man kan om ønskelig eventuelt på et senere tidspunkt foreta dataoverføring hyppigere, om dette er mulig ut fra systemene til nettselskapene. SINTEF anbefaler at NVE får alle de mest aktuelle programvarealternativene for analyser av måledata grundig demonstrert for NVE personell for selv å trekke en konklusjon om hvilket program som vil dekke NVE sine behov best.

## STIKKORD

EGENVALGTE	Spenningskvalitet	Måling
	Forskrift om leveringskvalitet	Rapportering



## INNHOLDSFORTEGNELSE

		Side
1	BAKGRUNN FOR ARBEIDET - MÅLSETTING .....	7
2	PROSJEKTORGANISERING OG PROSJEKTOPPGAVER .....	8
3	SPØRREUNDERSØKELSE, INTERVJUER OG BEFARING.....	9
4	RESULTATER FRA SPØRREUNDERSØKELSEN .....	10
4.1	KOMPETANSE OG PERSONELL.....	10
4.1.1	Eget personell .....	10
4.1.2	Innleid personell .....	12
4.1.3	Utleid personell.....	12
4.2	NETTSELKAPETS KUNNSKAP OM FoL.....	12
4.2.1	I hvilken grad føler du/dere at selskapet har god oversikt over FoL.....	12
4.2.2	Antall ansatte med god kjennskap til FoL .....	13
4.3	BAKGRUNN/DRIVERE .....	14
4.3.1	Hva er de viktigste ”driverne” for at ditt selskap bruker tid, innsats og penger på å arbeide med spenningskvalitet? .....	14
4.3.2	Hvor mange spenningskvalitet måleinstrumenter har selskapet anskaffet.....	15
4.3.3	Hva er ditt selskaps målsetning mht antall instrumenter når utbygging av spenningskvalitetsmålinger iht FoL anses som tilfredsstillende?.....	15
4.3.4	Når ble de kontinuerlige målingene iht FoL iverksatt? .....	16
4.4	FASTE MÅLEPUNKTER .....	16
4.4.1	Antall målepunkt for kontinuerlige målinger iht FoL, plassert i de ulike nettnivå .....	16
4.4.2	Nettstruktur, utbredelse/utstrekning. ....	17
4.4.3	De ulike forhold i nettet som medførte de valgte målepunkt. Hva førte til nettselskapene inndeling av nettet i karakteristiske nett? .....	20
4.4.4	Vis hva ditt selskap vurderte og prioriterte ved oppdeling av nettet i ulike karakteristiske nett for valg av målepunkter.....	21
4.4.5	Er det andre forhold ved de aktuelle målepunktene som var medvirkende årsak til valg av målepunktene?.....	22
4.4.6	Tilgang på måletransformatorer i faste målepunkt .....	23
4.4.7	Ved tilkobling av spenningskvalitet måleinstrumenter i høyspenningsanlegg med måletransformatorer, hvilke måletransformatorer benyttes?.....	24
4.4.8	Kontrollerer/vurderer selskapet målenøyaktigheten til måletransformatorer man skal benytte i høyspenningsmålinger før målinger startes opp.....	24
4.4.9	Kontrolleres faserekkefølge på spenninger og strømmer etter oppkobling av måleinstrumenter?.....	25
4.5	MÅLEPUNKTER VED KUNDEKLAGE.....	26
4.5.1	Dersom selskapet finner det nødvendig å foreta målinger av spenningskvalitet etter klager fra kunder, hvor velger vanligvis nettselskapet å plassere måleinstrumenter? .....	26
4.6	MÅLEUTSTYR OG DATAFLYT .....	27
4.6.1	Hvilke måleinstrumenter benyttes .....	27

4.6.2	Hvilken programvare benyttes og hvordan benyttes den/de mht analyser, rapportering etc? .....	29
4.6.3	Hvilke leveringskvalitet/spenningskvalitet parametere registreres ved målinger: .....	30
4.6.4	Hvordan overføres data fra instrument til database .....	31
4.6.5	Hvor ofte foregår datanedlasting fra måleinstrumentene? .....	33
4.6.6	Tas det backup av innsamlede måledata (rådata, database)? Dersom ja, hvor ofte? .....	34
4.6.7	Hvor lenge kan måleinstrumentene måle uten å tømmes for måledata før det fører til tap av måledata? .....	35
4.6.8	Hvor ofte utføres kalibrering av måleinstrumentene? .....	36
4.6.9	Hvem utfører kalibrering? .....	37
4.6.10	Hvor skjer kalibrering (På målestedet eller ved innsending av instrument)? .....	38
4.6.11	I hvor stor grad kjenner ditt selskap til måleopplegget opp mot FoL hos andre nettselskap med tilgrensende nett ("point of common coupling")? .....	39
4.6.12	Har selskapet ditt samarbeid om spenningskvalitetsmålinger med andre selskap? .....	40
4.7	<b>DATABASEHANDLING</b> .....	41
4.7.1	Hvordan benyttes data fra de kontinuerlige målingene iht FoL .....	41
4.7.2	Automatisk varsling fra målesystemet ved forstyrrelser .....	42
4.7.3	Hvordan lagres data i de foreskrevne ti år (FoL) med tanke på dataformat og tilgjengelighet? .....	43
4.8	<b>KOSTNADER</b> .....	44
5	<b>RESULTATER FRA INTERVJU OG BEFARING AV NETTSELSKAP</b> .....	45
5.1	PLASSERING AV MÅLEINSTRUMENTER OG KARAKTERISTISKE NETT .....	45
5.2	FORBEREDELSE FØR UTPLASSERING AV MÅLEINSTRUMENTER .....	46
5.3	ANVENDELSE AV MÅLEDATAENE I NETTSELSKAPENE .....	47
6	<b>VURDERING AV KARAKTERISTISKE NETTANLEGG</b> .....	48
7	<b>MINIMUMSLØSNING FOR KONTINUERLIGE MÅLINGER</b> .....	50
7.1	HVA SKAL INSTRUMENTENE KUNNE MÅLE? .....	50
7.2	MINIMUMSKRAV TIL ANTALL INSTRUMENTER .....	50
8	<b>RAPPORTERINGSLØSNINGER FOR MÅLERESULTATER</b> .....	52
8.1	<b>DATAFORMAT FOR OVERFØRING AV DATA</b> .....	52
8.1.1	ASCII-format .....	52
8.1.2	XML-format .....	53
8.1.3	CSV (Engelsk: Comma Separated Values) .....	54
8.1.4	Binære filformat .....	55
8.1.5	PQDIF - Power Quality Data Interchange Format (IEEE Std. 1159.3-2003) .....	55
8.1.6	COMTRADE (IEEE C37.111-1991) .....	57
8.2	<b>OPPSUMMERING AV DATAFORMAT/FILFORMAT</b> .....	58
8.2.1	Synspunkter fra leverandører/fabrikanter av spenningskvalitet målesystemer .....	59
8.3	<b>SYSTEMKRAV HOS MOTTAKER (NVE)</b> .....	60
8.4	<b>KVALITETSSIKRING AV DATA</b> .....	60
8.5	<b>HYPPIGHET FOR RAPPORTERING</b> .....	61
8.6	<b>ARBEIDSMENGDEN OG KOSTNADER HOS RAPPORTERINGSPLIKTIG OG MOTTAKER</b> .....	61

8.7	KVALITET VED UTARBEIDELSE AV LOKALE, REGIONALE OG NASJONALE STATISTIKKER.....	62
9	OPPSUMMERING/KONKLUSJONER.....	64
10	REFERANSER .....	67
	VEDLEGG 1 – KONKURRANSEGRUNNLAGET FRA NVE.....	69
	VEDLEGG 2 – PROSJEKTPLAN FRA SINTEF ENERGIFORSKNING AS .....	77
	VEDLEGG 3 – SPØRRESKJEMA .....	85
	VEDLEGG 4 – STATNETTS SPENNINGSKVALITET DATAFILER PÅ XML-FORMAT...	97





## **1 BAKGRUNN FOR ARBEIDET - MÅLSETTING**

Forskrift om leveringskvalitet (FoL) trådte i kraft 1.1.2005. Denne fastslo blant annet at alle nettselskap fra 1.1.2006 kontinuerlig skal måle spesifiserte spenningskvalitetsparametere i ulike karakteristiske nettanlegg, jf forskriftens § 2A-2. FoL stiller også krav til at det utføres nødvendige målinger ved henvendelser som gjelder misnøye ved leveringskvaliteten, når det ikke er en åpenbar årsak til misnøyen, jf forskriftens § 2-5. Videre skal nettselskapene utføre målinger på oppfordring i henhold til visse kriterier, jf forskriftens § 4-2.

Som underlag for eventuell videreutvikling av FoL ønsket NVE å få gjennomført et prosjekt på måling og rapportering av spenningskvalitet.

NVE påpeker at statistikk for ulike spenningskvalitetsparametere er viktig for at nettselskapene skal kunne ivareta sin informasjonsplikt overfor kundene, at kundene blir i stand til å foreta nødvendige tiltak for å beskytte seg mot forventede avvik, og i spesielle tilfeller fungere som underlag i klagesaker. Det siste vil normalt først fremkomme basert på individuelle undersøkelser etter en henvendelse fra en kunde som er misfornøyd med kvaliteten. Enkelte spenningskvalitetsparametere opptrer stokastisk over året, det er derfor nødvendig med kontinuerlige målinger over tid for å kunne danne seg et bilde av nivået. Det er i første rekke stokastiske spenningskvalitetsparametere NVE har satt krav til kontinuerlig måling av.

NVE påpeker videre at det er nødvendig med tilstrekkelig antall måleinstrumenter utplassert i kraftsystemet for å kunne danne grunnlag for en troverdig statistikk, og dermed mulighet til å kunne informere om forventet fremtidig nivå. Det kan være behov for å konkretisere kravet fra NVE noe hva gjelder antall og plassering av måleinstrumenter.

SINTEF Energi AS fikk i oppdrag å gjennomføre dette prosjektet. Oppdragsdokumentet fra NVE (konkurransesgrunnlag) som beskriver oppgavene for arbeidet er gjengitt i vedlegg 1 på side 69. Omforent prosjektplan fra SINTEF Energiforskning AS \*) er gjengitt i vedlegg 2 på side 77.

Målsettingen med prosjektet er:

- Prosjektet skal vurdere dagens praksis ihht FoL hos et utvalg norske nettselskap og gi anbefalinger vedrørende måling, karakteristiske nett, datainnsamling, kvalitetssikring og analyser av måledata.

(\*SINTEF Energiforskning AS skiftet 1.1.2010 navn til SINTEF Energi AS)

## **2 PROSJEKTORGANISERING OG PROSJEKTOPPGAVER**

Prosjektet ble utført av SINTEF Energi AS som har et bredt kontaktnett med norske nettselskap. Deler av prosjektet ble gjennomført som en spørreundersøkelse med 35 deltakende nettselskap. Enkelte av nettselskapene inkludert Statnett har også fungert som diskusjonspartnere med hensyn til muligheter, fordeler og ulemper ved ulike dataformat, mulig tidsaggregering av måledata etc. SINTEF Energi har også hatt en god dialog og nyttige diskusjoner med flere leverandører og fabrikanter av måleinstrumenter og analyseprogramvare for spenningskvalitetsmålinger.

**Prosjektet var delt inn i følgende hovedområder:**

- 1. En relativt enkel undersøkelse av et større antall nettselskap**
- 2. Mer detaljert og dyptgående studie av et moderat antall nettselskap**
- 3. Vurdering av karakteristiske nettanlegg**
- 4. Anbefaling av minimumsløsning for kontinuerlige målinger**
- 5. Rapporteringsløsninger for måleresultater**
- 6. Rapportering fra prosjektet**

Prosjektet ble startet i november 2008 med utvikling av spørreskjema for undersøkelsen blant nettselskapene. De litt mer detaljerte undersøkelsene av et mindre utvalg nettselskap ble besluttet gjennomført med utgangspunkt i spørreskjemaet, men med grundigere resultatinnhenting i form av intervjuer og befarings. 35 nettselskap besvarte spørreundersøkelsen og 4 nettselskap ble intervjuet/besøkt.

12. 3.2009 ble spørreskjemaene sendt ut til nettselskapene fra NVE og SINTEF arbeidet da parallelt med oppgavene 2 til 5 i prosjektet frem til siste spørreskjema ble mottatt 27.5.2009. Arbeidet med bearbeiding av svarene fra nettselskapene på spørreundersøkelsen ble påbegynt i slutten av mai, men kom ikke i gang for fullt før høsten 2009 grunnet årsaker utenfor prosjektets kontroll. Fra samme tidspunkt startet også arbeidet med oppsummering av oppgavene 3 til 5 samt rapporteringen fra prosjektet (pkt.6).

### **3 SPØRREUNDERSØKELSE, INTERVJUER OG BEFARING**

Til sammen 7 forskere ved SINTEF Energi var involvert i oppstartsfasen/idé-fasen med å lage spørreskjemaene til nettselskapene og arbeidet ble deretter slutført av 2 av disse. NVE hadde også flere tilbakemeldinger på spørreskjemaet som det ble tatt hensyn til (inkludert) i den endelige versjonen av spørreskjemaet. Spørreskjemaet finnes i vedlegg 3 på side 82 i denne rapporten.

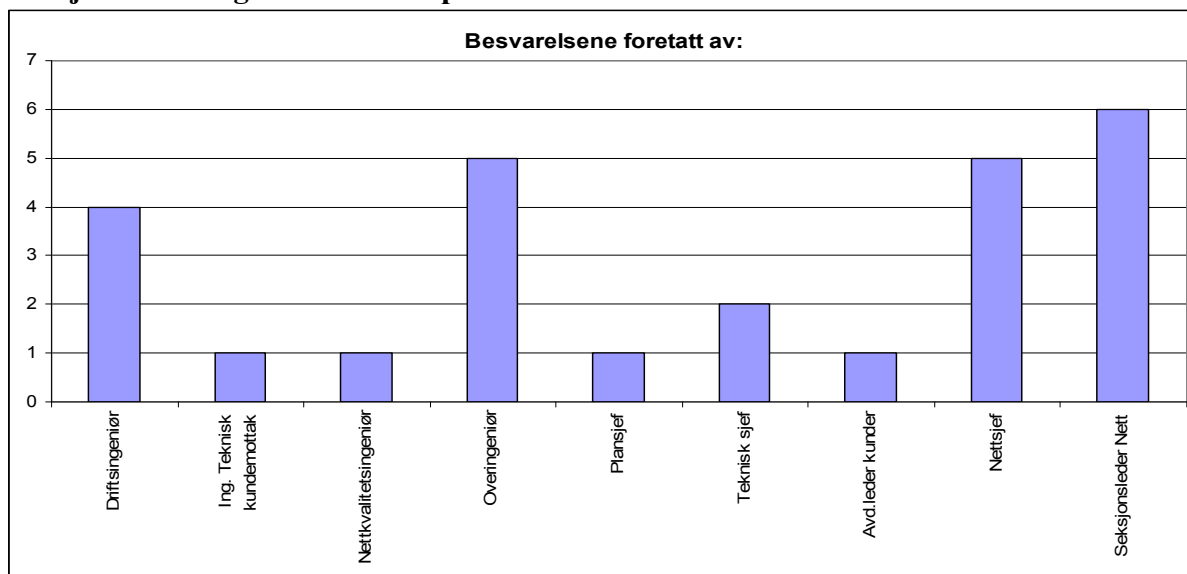
Det ble en ganske omfattende spørreundersøkelse med 8 hovedtema og til sammen 69 spørsmål. SINTEF Energi foreslo hvilke nettselskap som skulle inngå i spørreundersøkelsen ut fra ønsket om å ha med både store, middels store og små nettselskap, men også selskap SINTEF visste var meget aktive eller lite aktive med spenningskvalitetsmålinger. Videre ønsket man også å ta hensyn til faktorer som geografisk beliggenhet (spredning) med mer. 12.3.2009 fattet NVE vedtak (NVE 200709186-9) overfor de aktuelle selskapene om besvarelse av spørreskjema. De fleste nettselskapene sendte inn sine besvarelser innen fristen gitt av NVE (som var satt til 16.4.2009), men det ble nødvendig med en påminnelse for en del av selskapene. Som nevnt ble siste spørreskjema mottatt 27. mai 2009.

De fleste besvarelsene virker gjennomtenkte med konsistente besvarelser, men det er også enkelte besvarelser der ”kontrollspørsmål” avdekker at nettselskapet eksempelvis enten ikke kjenner til grunnleggende funksjoner i sine målesystem eller ikke har forstått alle spørsmålene. Ved resultatbehandlingen ble det også klart at noen få av spørsmålene kanskje ikke var klart nok formulert slik at noen få misforståelser kan ha oppstått. Dette gjelder i hovedsak kun noen få nettselskaps besvarelser av 3 spørsmål. Dette er det tatt hensyn til i resultatrapporteringen.

## 4 RESULTATER FRA SPØRREUNDERSØKELSEN

Resultatrapporteringen er foretatt i samme rekkefølge som spørsmålene i de 35 besvarelsene. 3 av de 73 spørsmålene ble vurdert ikke å være relevante for dette prosjektet og er derfor ikke oppsummert i denne rapporten. NVE er likevel forelagt de anonymiserte resultatene av de 3 spørsmålene. Ikke alle har besvart alle spørsmål og derfor kan summen av nettselskap bli mindre enn 35 for enkelte av spørsmålene. Figur 1 viser hvem i nettselskapene som i hovedsak har foretatt besvarelsene. Merk at ulike nettselskap nok kan bruke ulike titler for å beskrive relativt like funksjoner/stillinger.

### Posisjonen/stillingen i nettselskapet for den/de som har foretatt besvarelsen:



Figur 1. Hvilket personell i nettselskapene har i hovedsak foretatt besvarelsene

### 4.1 KOMPETANSE OG PERSONELL

Med spørsmålene under dette temaet var ønsket å få fram en indikasjon på aktivitetsnivået til de enkelte nettselskap innenfor spenningskvalitet og måling av spenningskvalitet samt hvilken utdanning/ kompetansenivå personellet har. Det ble også skilt på eget personell og eventuelt innleid personell eller utleie av personell.

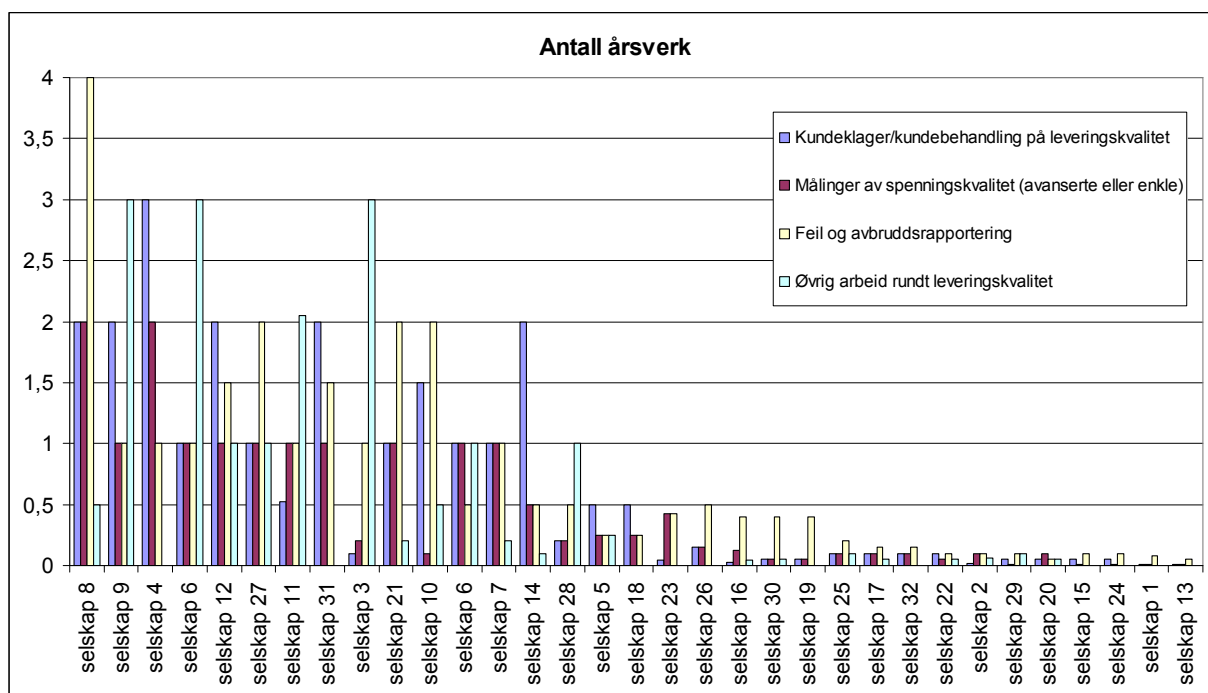
#### 4.1.1 Eget personell

Figur 2 viser arbeidsinnsatsen innenfor leveringskvalitet i antall årsverk hos de ulike nettselskapene. Antall årsverk er delt inn i undergruppene:

1. Kundeklager/kundebehandling på leveringskvalitet
2. Målinger av spenningskvalitet
3. Feil og avbruddsrapportering
4. Øvrig arbeid rundt leveringskvalitet

På dette punktet var det store sprik i svarene. Flere nettselskap rapporterte at de brukte det dobbelte eller også flerdoble i arbeidstid på feil og avbruddsrapportering i forhold til det de bruker på spenningskvalitetsmålinger. For andre selskap var det imidlertid tvert om. De brukte totalt sett både dobbelt så mye og tredobbel så mye tid på spenningskvalitetsmålinger som på feil og avbruddsrapportering. Det var ikke noen veldig klar sammenheng mellom størrelsen på nettselskapet, geografisk område eller andre slike forhold mht om de brukte mest tid på feil og avbruddsrapportering i forhold til spenningskvalitetsmålinger. Med kun ett unntak blant små nettselskap var imidlertid alle selskapene som brukte en del tid på spenningskvalitetsmålinger blant de middels store og store nettselskapene.

Det var en ganske tydelig sammenheng mellom størrelsen på nettselskapet (målt i antall sluttbrukere) og antall årsverk, men også her forekom det betydelige variasjoner med ganske store nettselskap som brukte vesentlig mindre tid på arbeid med leveringskvalitet enn selskap som er vesentlig mindre enn dem. Videre var det ingen klar sammenheng mellom størrelsen på nettselskapet, geografisk plassering etc hvorvidt man brukte mest tid på feil og avbrudd kontra spenningskvalitet. Intervjuene ga imidlertid en klar antydning om at mengden kundeklager og øvrige spenningskvalitetsutfordringer i nettet til det enkelte selskap er avgjørende for om de bruker mest tid på feil og avbrudd kontra spenningskvalitet. Det kan virke som om klager på spenningskvalitet generer mer arbeid mht tidsforbruk hos nettselskapene enn klager på avbrudd uten at man i prosjektet har kunnet gå i dybden på dette.



Figur 2. Antall årsverk på arbeid med leveringskvalitet (spenningskvalitet og feil og avbrudd)

#### 4.1.2 Innleid personell

Nettselskapene ser ut til i beskjeden grad å leie inn personell for arbeid med leveringskvalitet. Bare 9 av nettselskapene oppgir at de leier inn hjelp relativt jevnt/fast og ytterligere 3 selskap oppgir at de sjelden/unntaksvis leier inn hjelp. Det er kun 5 selskap som oppgir å leie inn hjelp tilsvarende 0,1 årsverk eller mer. Sortert etter størrelse leier disse fem inn (årsverk):

- 2,5
- 1,6
- 1,4
- 0,6
- 0,1

#### 4.1.3 Utleid personell

Det er enda færre nettselskap som leier ut personell enn leier inn personell. Antall årsverk med utleie er også klart lavere. Dette betyr at det er et visst marked for konsulenter, men det er altså ikke mange årsverk det er snakk om. Bare 7 selskap oppgir å leie ut personell til andre i forbindelse med leveringskvalitetsarbeid. Ingen leier ut arbeid tilsvarende mer enn ca et halvt årsverk. Sortert etter størrelse på utleie leier de 7 ut (årsverk):

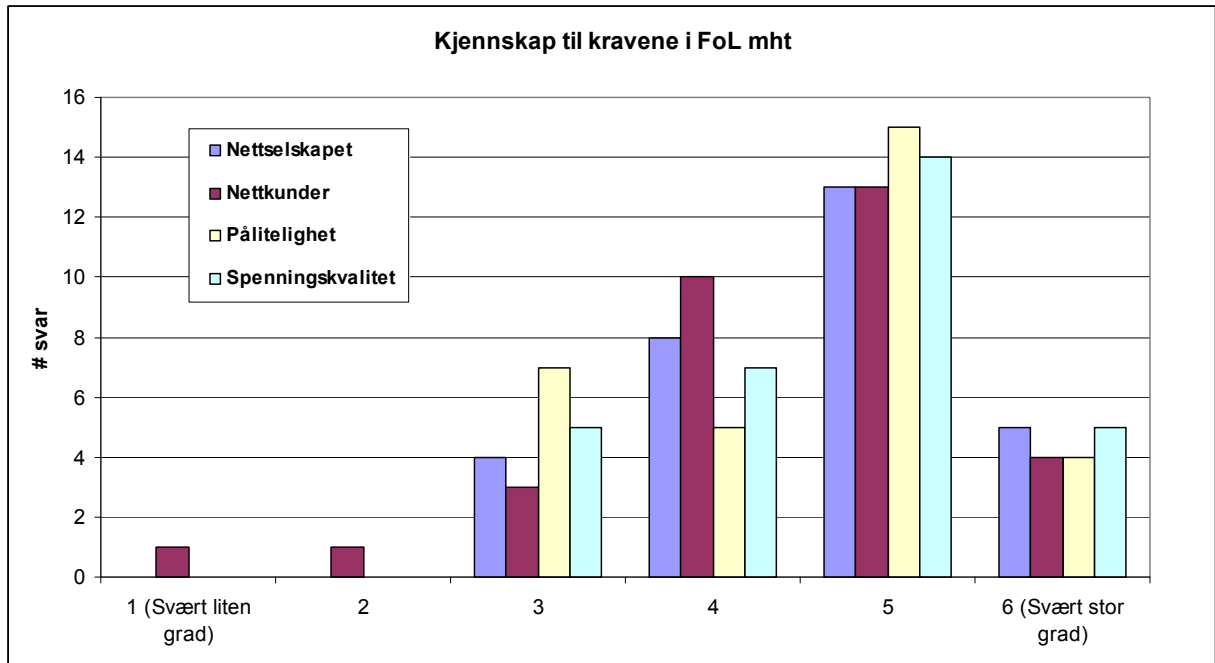
- 0,5
- 0,5
- 0,25
- 0,1
- 0,1
- 0,1
- 0,04

## 4.2 NETTSELSKAPETS KUNNSKAP OM FoL

Under dette temaet i spørreundersøkelsen var ønsket å få fram hvor bevisst de ulike nettselskapene er på innholdet i FoL, hvor mange personer som har god kjennskap til forskriften. 3 av spørsmålene ble ansett som ikke relevant for prosjektet og svarene er derfor ikke gjengitt i denne rapporten, men NVE er likevel bekjentgjort resultatene i anonymisert form.

### 4.2.1 I hvilken grad føler du/dere at selskapet har god oversikt over FoL.

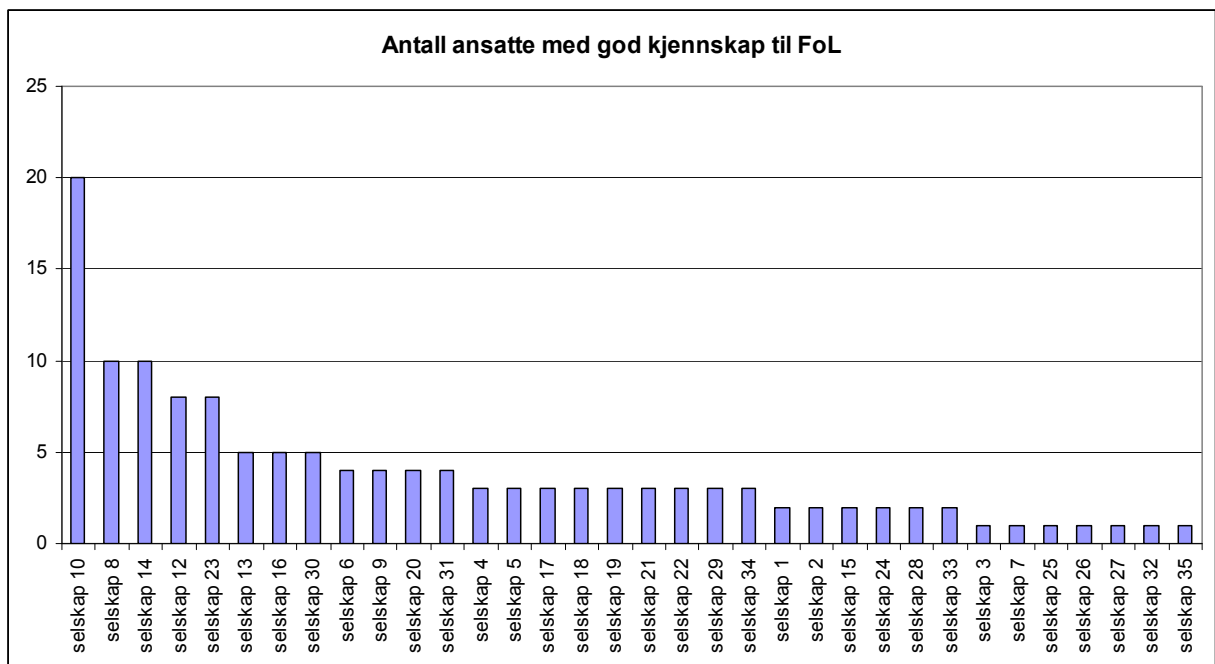
På spørsmålet om i hvilken grad nettselskapene har god oversikt over innholdet i FoL med hensyn til de krav forskriften stiller til de ulike aktørene skulle besvarelsen rangere sin oversikt på en skala fra 1 (svært liten grad) til 6 (svært stor grad). Figur 3 viser at nettselskapene vurderer sin kjennskap til kravene i forskriften som god. Det er kun 2 avkryssinger for hhv 1 og 2 på kravene til nettkunder. Alle de andre avkryssingene er plassert på 3 til 6 med en middelvei litt under 5.



Figur 3. Nettselskapenes kjennskap til kravene i forskrift om leveringskvalitet

#### 4.2.2 Antall ansatte med god kjennskap til FoL

Flere nettselskap oppgir et relativt høyt antall ansatte med god kjennskap til FoL. Sju selskap oppgir imidlertid at det bare er en person i selskapet med god kjennskap til forskriften. Flere av disse selskapene er små nettselskap, men at denne kunnskapen ligger kun hos en person er uansett ugunstig.



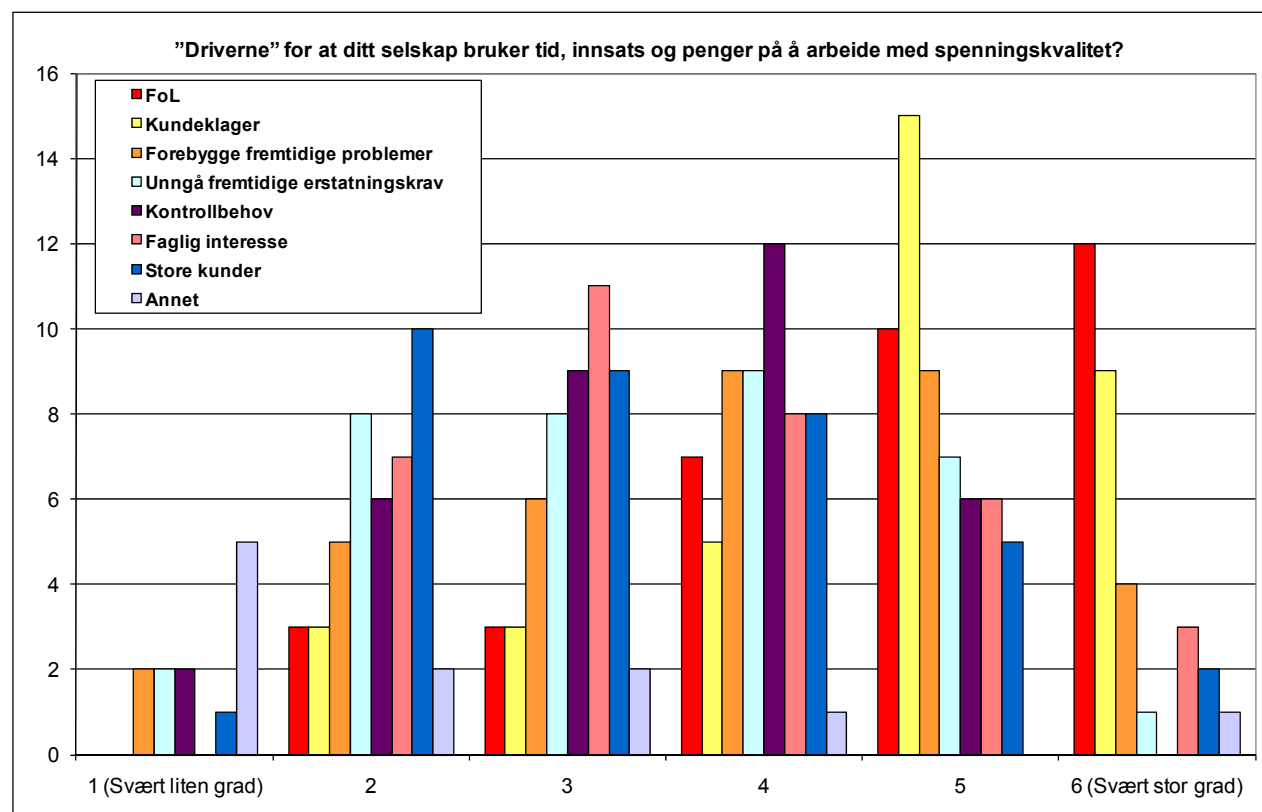
Figur 4. Antall ansatte i nettselskapene med god kjennskap til FoL

### 4.3 BAKGRUNN/DRIVERE

Under temaet bakgrunn og drivere var ønskemålet å få fram hvilke forhold som driver nettselskapenes innsats (tid og penger) i arbeidet med spenningskvalitet og målinger av spenningskvalitet. Videre var noen få spørsmål plukket ut for å få vist noe av den iverksatte innsatsen for å følge opp kravene til måling i FoL.

#### 4.3.1 Hva er de viktigste ”driverne” for at ditt selskap bruker tid, innsats og penger på å arbeide med spenningskvalitet?

Under dette spørsmålet ble selskapene bedt om å rangere forhold som kundeklager, eget kontrollbehov, FoL etc med terningkast fra 1 til 6. Figur 6 viser at hensynet til kundeklager samt FoL er de to største enkeltstående driverne for arbeidet med spenningskvalitet og målinger av spenningskvalitet. Å forebygge fremtidige problemer samt eget kontrollbehov anses også som viktig. Hensynet til andre ikke spesifiserte forhold (”annet”) samt kanskje litt overraskende delvis også hensynet til store kunder, er det som ble tilegnet lavest betydning.

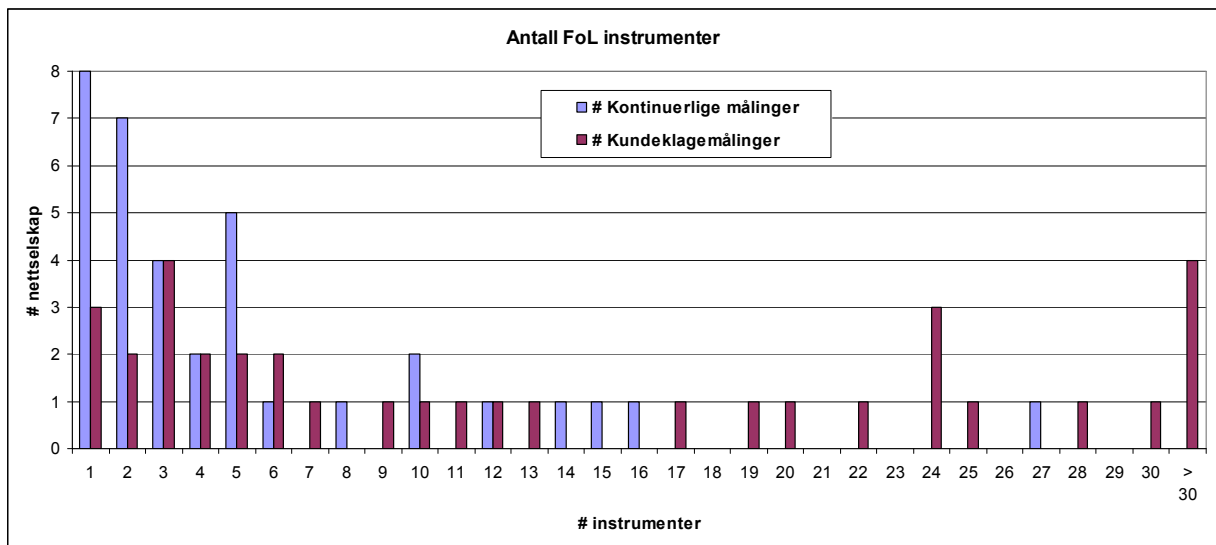


Figur 6. De viktigste ”driverne” for at nettselskapene prioriterer tid og ressurser på arbeidet med spenningskvalitet og målinger av spenningskvalitet.



### 4.3.2 Hvor mange spenningskvalitet måleinstrumenter har selskapet anskaffet

Det er svært stor spredning i antall måleinstrumenter for spenningskvalitetsmålinger blant nettselskapene. Det spenner fra kun et instrument helt opp til 27 instrumenter for kontinuerlige målinger og helt fra kun ett instrument helt opp til 42 instrumenter for bruk ved kundeklager. Det er 4 av de spurte nettselskapene som har mer enn 30 instrumenter for bruk ved kundeklager, mens det er 3 som bare har ett instrument. For kontinuerlige målinger er det 8 selskap som har bare ett instrument og 19 selskap som har 3 eller færre. Figur 7 viser fordelingen av antall måleinstrumenter for spenningskvalitetsmålinger blant nettselskapene.



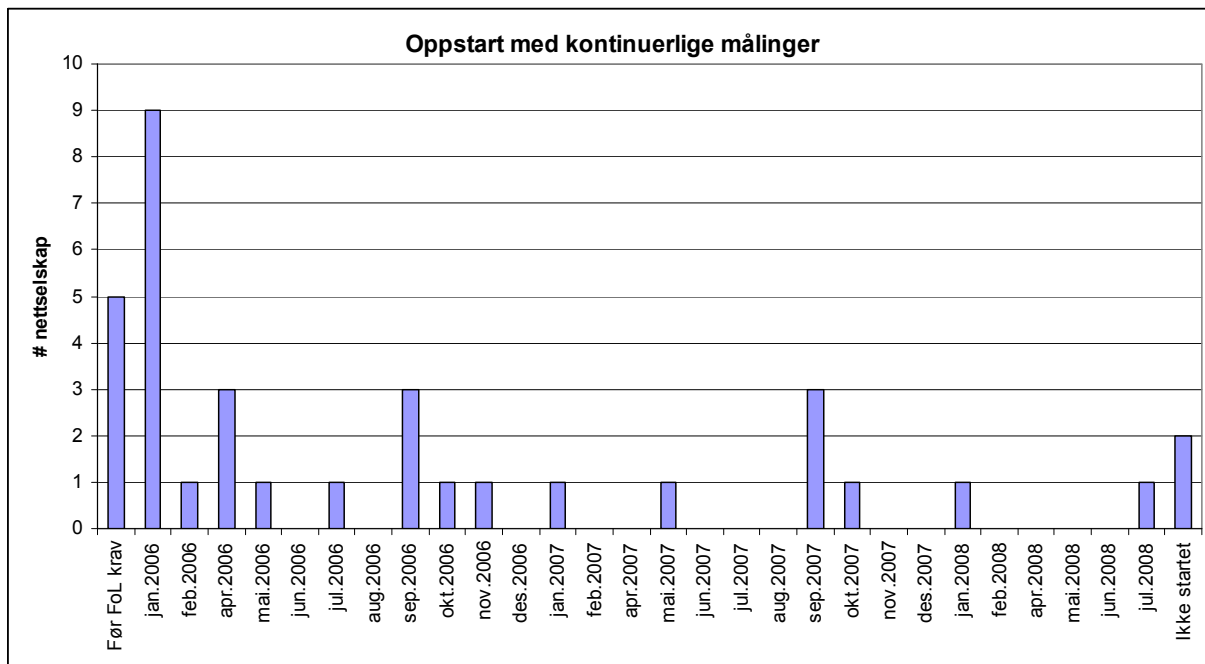
Figur 7. Fordelingen av antall spenningskvalitet måleinstrumenter blant nettselskapene.

### 4.3.3 Hva er ditt selskaps målsetning mht antall instrumenter når utbygging av spenningskvalitetsmålinger iht FoL anses som tilfredsstillende?

Nettselskapene ble spurt om hva som er deres målsetning mht antall instrumenter når utbygging av spenningskvalitetsmålinger iht FoL anses som tilfredsstillende. Spørsmålet ble stilt mht antall instrumenter både for kontinuerlige målinger og kundeklagemålinger. Svarene er en pekepinn på hvor langt nettselskapene var kommet våren 2009 i prosessen med å utplassere måleinstrumenter for kontinuerlige målinger og om de hadde dekket sine behov med hensyn til målinger på grunnlag av kundeklager. Svarene viste at de aller fleste i stor grad mente de hadde dekket eller nesten dekket sine behov. Bare noen svært få nettselskap har planer om å øke antallet instrumenter betydelig. Av de som hadde planer om å anskaffe flere instrumenter var dette i hovedsak til bruk ved kundeklager.

#### 4.3.4 Når ble de kontinuerlige målingene iht FoL iverksatt?

Kravet i forskrift om leveringskvalitet til når nettselskapene skulle være i gang med sine kontinuerlige målinger var januar 2006. Det er imidlertid konstatert at mange nettselskap ble forsinket og at dette i stor grad skyldtes både tekniske problemer med utstyret (tilbakekall etc) samt leveranseproblemer. Etter 2007 skal dette imidlertid ikke ha forårsaket så betydelige problemer som tidligere. Figur 8 viser med en tidslinje når nettselskapene har kommet i gang med sine kontinuerlige målinger.



Figur 8. Tidslinje for når nettselskapene har kommet i gang med sine kontinuerlige målinger.

## 4.4 FASTE MÅLEPUNKTER

Under dette hovedtema var målsetningen å se nettselskapenes prioriteringer ved de kontinuerlige (faste) målingene med hensyn til valg av målepunkt, oppdeling i og vektlegging av karakteristiske nett samt rutiner for oppkobling av instrumentene.

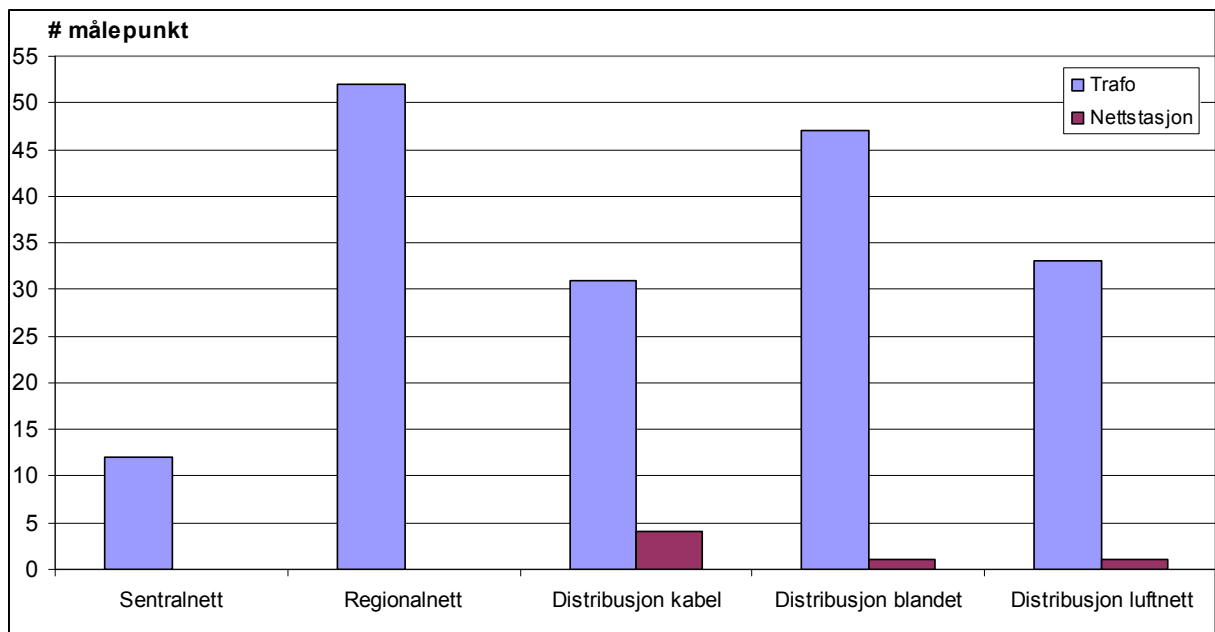
### 4.4.1 Antall målepunkt for kontinuerlige målinger iht FoL, plassert i de ulike nettnivå

Figur 9 viser nettselskapenes plassering av faste måleinstrumenter med hensyn til spenningsnivå, transformatorstasjoner, nettstasjoner, kabelnett og luftnett. Her kan det være verdt å merke seg at flere nettselskap angir at de kun har måleinstrument(er) i for eksempel blandet nett selv om de har både tilnærmede rene luftnett og/eller rene kabelnett.

Nærmere 120 instrumenter hos de spurte nettselskap står i distribusjonsnettet, mens 52 står i regional og 12 står i sentralnettet.

I figur 10 til 14 er antallet faste målepunkt (kontinuerlige målinger) hos de enkelte nettselskapene vist som en funksjon av parametere som sier noe om størrelsen på nettselskapet. Disse parametrene er:

- Antall nettkunder
- Antall nettstasjoner
- Antall transformatorstasjoner
- Antall kilometer luftlinje
- Antall kilometer kabel



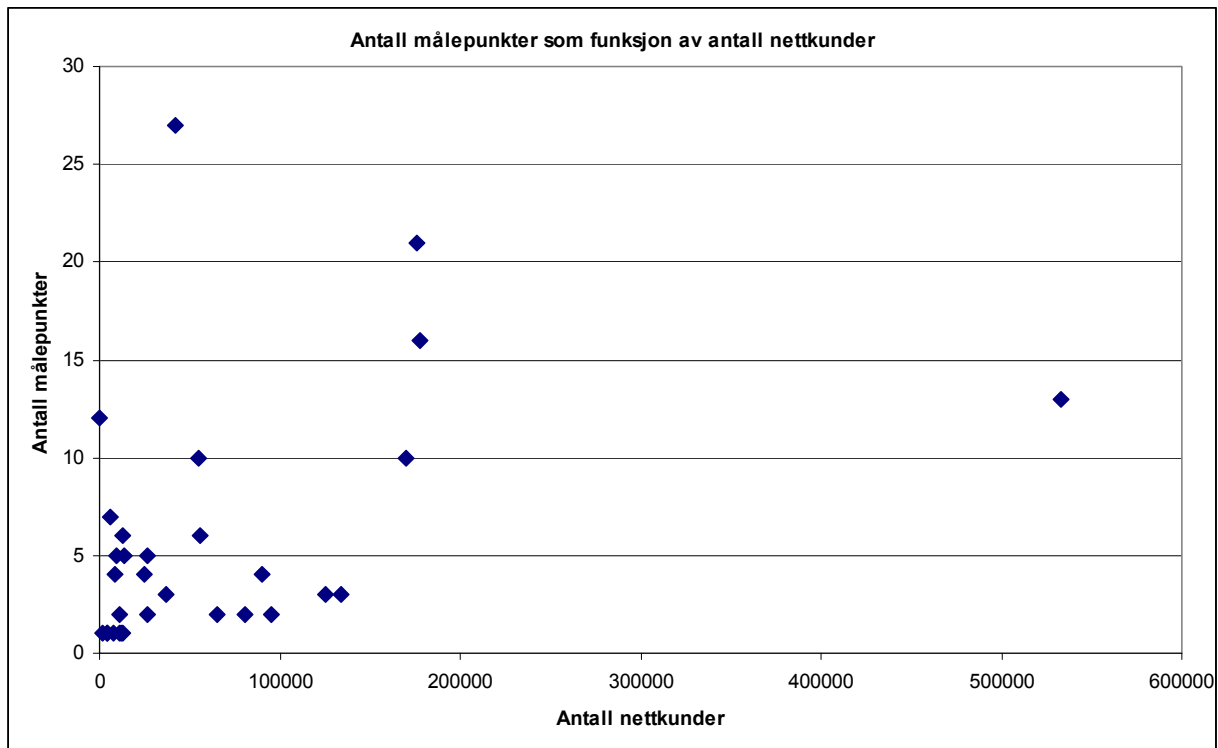
Figur 9. Nettselskapenes plassering av de faste målepunktene for kontinuerlige målinger.

#### 4.4.2 Nettstruktur, utbredelse/utstrekning.

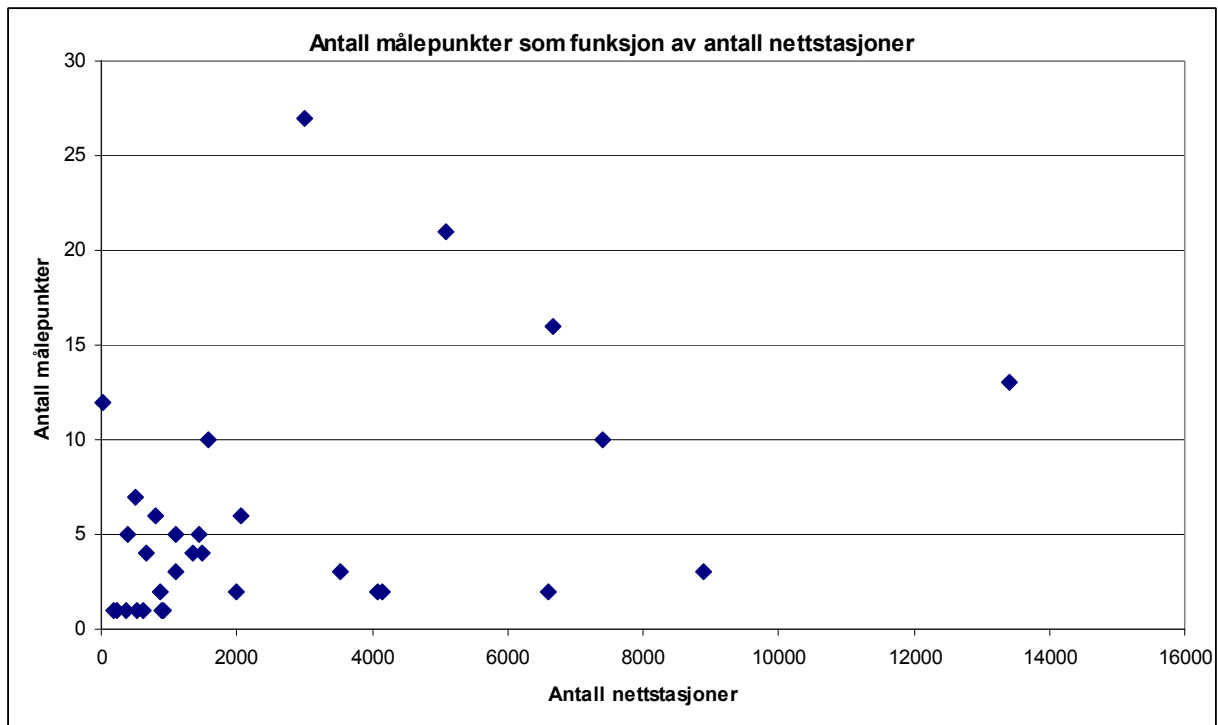
Figurene 10 til 14 viser antallet faste målepunkt hos de enkelte nettselskapene som en funksjon av parametere nevnt under kapittel 4.4.1. Kurvene viser at det er svært liten sammenheng mellom størrelsen på nettselskapene og antallet faste målepunkter de har valgt å etablere. Eksempelvis har et nettselskap med ca 6500 nettstasjoner bare 2 faste målepunkter mens et selskap med ca 3000 nettstasjoner (under det halve) har 27 faste målepunkter. Det er vanskelig å se for seg at et nettselskap med ca 6500 nettstasjoner har kun 2 typer karakteristiske nett om man med inndeling i karakteristiske nett tar hensyn til flere faktorer for inndeling av nettet i karakteristiske nett. Slike faktorer er eksempelvis type sluttbrukere, spenningsnivå, systemjording, kortslutningsytelse, klimatiske påkjenninger andel kabel kontra luftnett for å nevne en del av de viktigste.

For 5 av nettselskapene som har henholdsvis 3, 10, 16, 21 og 27 faste målepunkter synes faktisk forholdet mellom antall faste målepunkter og antall nettstasjoner å være nesten omvendt proporsjonal. Ut fra hvordan nettselskapene ved tidspunktet for spørreundersøkelsen håndterte valg av målepunkter for kontinuerlige målinger er det ikke mulig å måle antall målepunkter opp

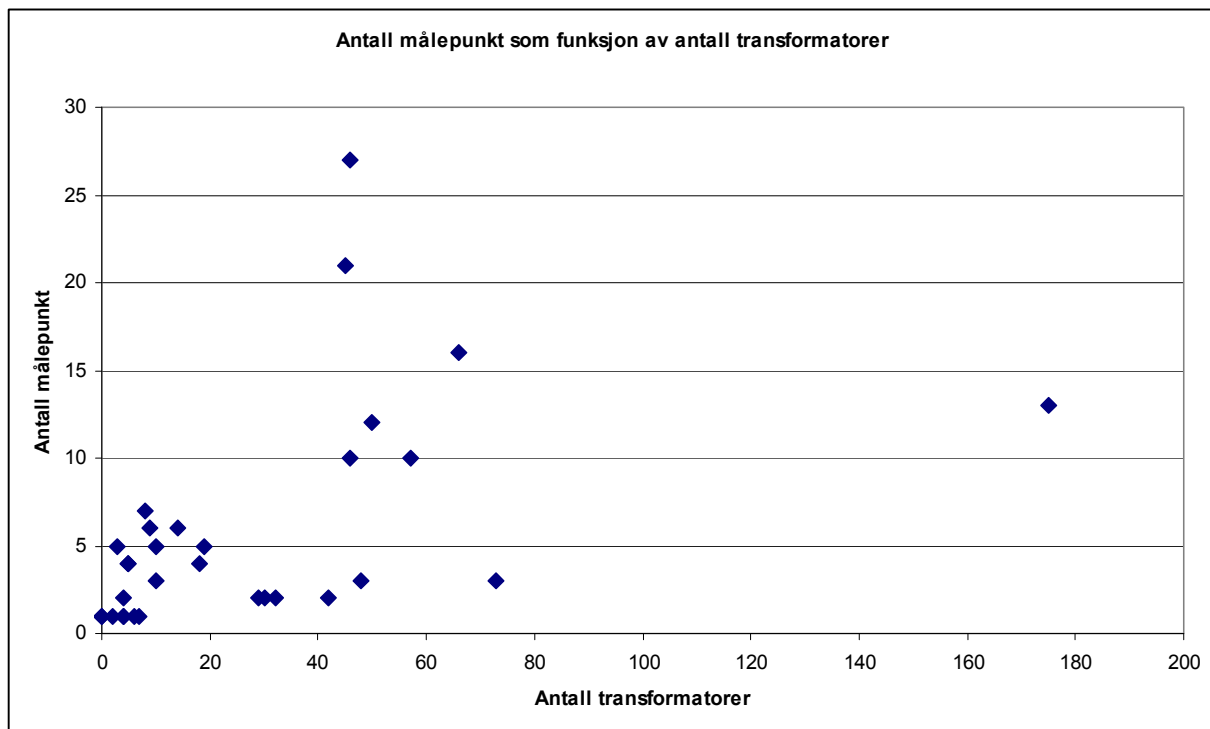
mot ene og alene parametere som antall sluttbrukere, antall nettstasjoner eller transformatorer, antall kilometer luftlinje eller kabel etc.



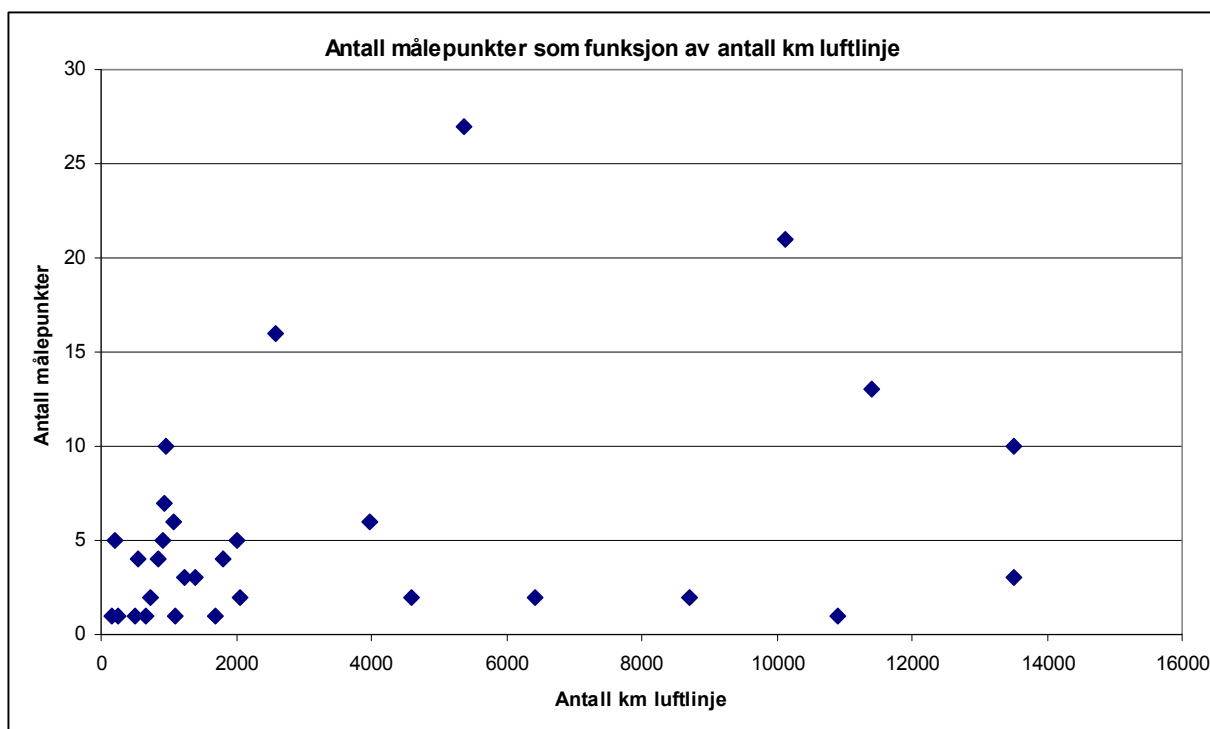
Figur 10. Antall faste målepunkter som funksjon av nettselskapenes antall nettkunder.



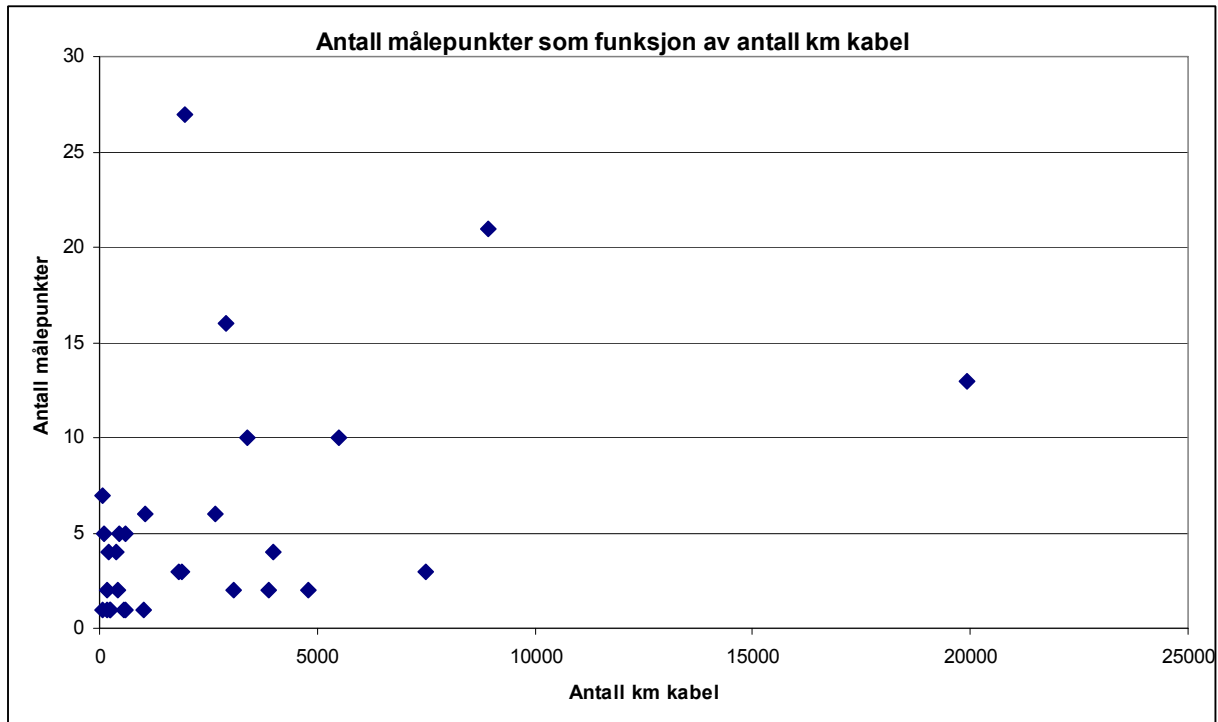
Figur 11. Antall faste målepunkter som funksjon av nettselskapenes antall nettstasjoner.



Figur 12. Antall faste målepunkter som funksjon av nettselskapenes antall krafttransformatorer.



Figur 13. Antall faste målepunkter som funksjon av nettselskapenes totale antall km luftlinje.



Figur 14. Antall faste målepunkter som funksjon av nettselskapenes totale antall km kabel.

#### 4.4.3 De ulike forhold i nettet som medførte de valgte målepunkt. Hva førte til nettselskapene inndeling av nettet i karakteristiske nett?

Under spørsmål 4.3 ble nettselskapene bedt om å forklare kort hvilke forhold som medførte deres valg av målepunkter og hva som gjorde at selskapene foretok sin inndeling i karakteristiske nett?

Innkommne kommentarer gjengis anonymt slik at stedsnavn med mer er fjernet. Videre er enkelte av de lengste kommentarene noe komprimert.

##### INNKOMNE SVAR:

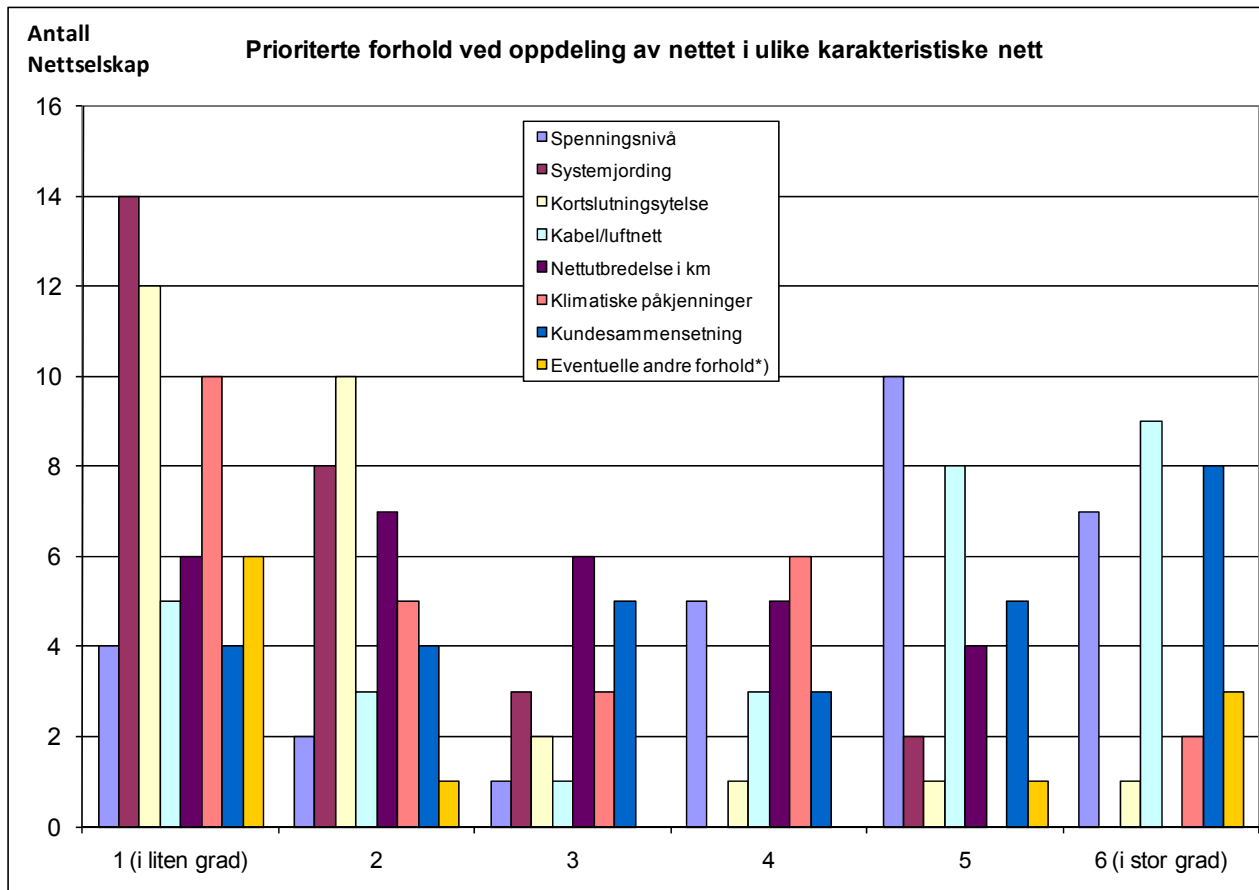
- Kun et målepunkt i viktig forsyningspunkt som mater både luft- og kabelnett
- Vårt nett har 1 innmatingspunkt fra regionalnett, og kontinuerlig måling er utført i dette punktet.
- Vi måler på 2 forskjellige type nett. Innlands klima med spesielt mye atmosfæriske forstyrrelser og kyst miljø med mye industri.
- Ønske om målepunkt på forskjellige spenningsnivå
- Type nett (Luft/kabel) og type last/kunder. Sentral plassering ble forsøkt ivaretatt, men kunne ikke så lett hensyntas.
- Det er ikke så store variasjoner i vårt nett, men vi har montert ett instrument i kystnett og ett i mer innlandsstrøk. Blanding av luft og kabel er det i begge områdene.
- Målinger både på vårt overliggende og noen av våre underliggende nett. Fanger opp karakteristiske nett med måling i høyspenning distribusjon i by samt karakteristisk distriktsnett med blanding av luftnett og kabel.
- Vi ser nytten av å ha kontinuerlige målinger i så mange nettdrifter som mulig. Vi har først valgt de målepunktene som har flest kunder, samt der vi samarbeider med industri og produksjon. Etter hvert har vi satt ut instrumenter der vi tror det kan være problemer.

- Vi valgt karakteristiske nett som bynett, by- og land, landsnett samt spesielle kunder.
- Det er to ”svingsmaskiner” i hver sine nett
- Områder hvor vi har registrert problemer med spenningskvalitet (Mye motorstart, blandet forbruk, industriproduksjon).
- Erfaringer fra driften mhp klager og mangler på andre kilder og type målinger inn til nettsentralen. Tettbefolkede områder. Ønske om å se påvirkning, få oversikt og viten i fordelingsnettet ved hendelser i de ulike nettdriftene i overliggende nett.
- Næringskunder og problemområder som utgangspunkt. Samtidig ønske om målinger ulike geografiske områder og på ulike spenningsnivåer.
- Målepunktet mater inn i både luft og kabelnett og ligger også sentralt og er viktig for forsyningen.
- Tilfredsstillende forskriften med et minimum antall instrumenter. Vi har definert våre karakteristiske nett til å være to, et for kabelnett og et for luftnett.
- Dette ble gjort for å dekke opp mest mulig av selskapet sitt ”området”. I tillegg er det i samarbeidsprosjektet sett på fellesmåling i de grensesnitt hvor det er flere netteiere. Dette for å unngå dobbeltmåling samt reduksjon av de tekniske installasjoner.
- Skilte karakteristiske nett i hovedsak etter spenningsnivå og delvis kabel/luft/blandet.
- Måler i hovedinnmatingspunktet til vårt distribusjonsnett
- Våre instrumenter er først og fremst utplassert i nett der en erfaringsmessig kan forvente problemer. Dette gjelder spesielt for luftnett og nett med innmating fra kraftstasjoner.
- Disse punktene ble valgt fordi vi har en del industribedrifter tilknyttet i disse stasjoners nett, det ble prioritert å overvåke disse spenningene.
- Spre instrumentene mest mulig. Overvåke i nærheten av store kunder (der en kan få store samfunnsmessige tap). Spenningsnivå og kabel/luftnett.
- Målepunkt ble etablert. ifb med ombygging trafostasjon. Inndelingen av nettet skyldes historisk kommuneinndeling.
- Målepunktet representerer et gjennomsnitt av nettypene i vårt nett og det var fiberforbindelse til punktet.
- Ulike spenningsnivå, kabel / luftanlegg og kundemasse tilknyttet disse anleggene.
- 3 galvanisk atskilte drifter i regionalnettet.
- Svakt nett med stor utstrekning om relativt mye feil, (blandet nett) samt sterkt nett, med lite feil (kabelnett). (Viktig med tilgjengelig Ethernet i disse stasjonene).
- Geografisk beliggenhet og kundegrupper.

#### **4.4.4 Vis hva ditt selskap vurderte og prioriterte ved oppdeling av nettet i ulike karakteristiske nett for valg av målepunkter.**

Under dette spørsmålet skulle nettselskapene angi hvilke nettparametere som ble tillagt mest vekt i oppdelingen av karakteristiske nett for valg av faste målepunkter. ”Terningkast” 1 tilsvarte at det i liten grad ble vektlagt, mens 6 tilsvarte at det i stor grad ble vektlagt. Figur 15 viser nettselskapenes prioritering med hensyn til oppdelingen av sitt nett i karakteristiske nett.

Svarene antyder at spenningsnivå, kabelnett/luftnett og kundesammensetning var de høyest vektlagte parametrene. De andre nevnte parametrene slik som eksempelvis kortslutningsytelse, systemjording og klimatiske påkjenninger ser i liten til beskjeden grad ut til å være vektlagt.



Figur 15. Nettselskaperens prioritering mht nettforhold ved oppdeling i karakteristiske nett.

#### 4.4.5 Er det andre forhold ved de aktuelle målepunktene som var medvirkende årsak til valg av målepunktene?

Med dette spørsmålet var ønsket å få fram om det var andre ikke kraftnettrelaterte forhold som var medvirkende årsak til valg av faste målepunkt. Eksempler med tilgang på måletransformator og kommunikasjonsmuligheter var spesifikt nevnt, men det var også anledning til å angi "annet" og kort beskrive hva annet var.

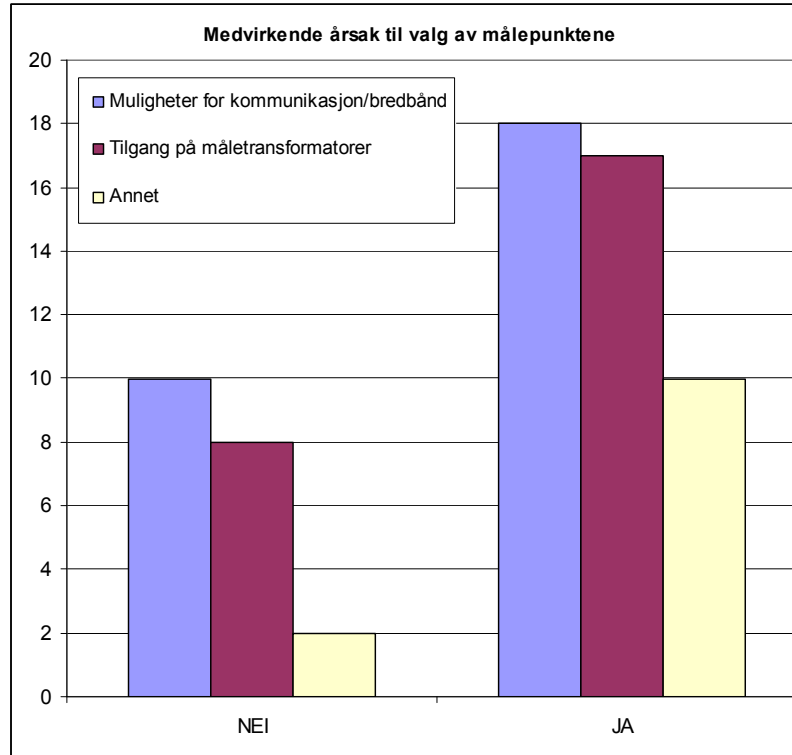
Mer enn 2/3 svarte at slike ikke kraftnettrelaterte forhold var medvirkende årsaker til valg av målepunktene. Dette var noenlunde likt fordelt mellom kommunikasjon/bredbånd og tilgang på måletransformatorer og litt sjeldnere også andre forhold. Det som ble nevnt under "annet" var:

Kjente problemer var årsak til stedsvalg

Ombygginger var medvirkende årsak til valg

Det var også noen som presiserte at de ikke hadde erfart at tilgang på måletransformatorer eller bredbånd var noe problem.

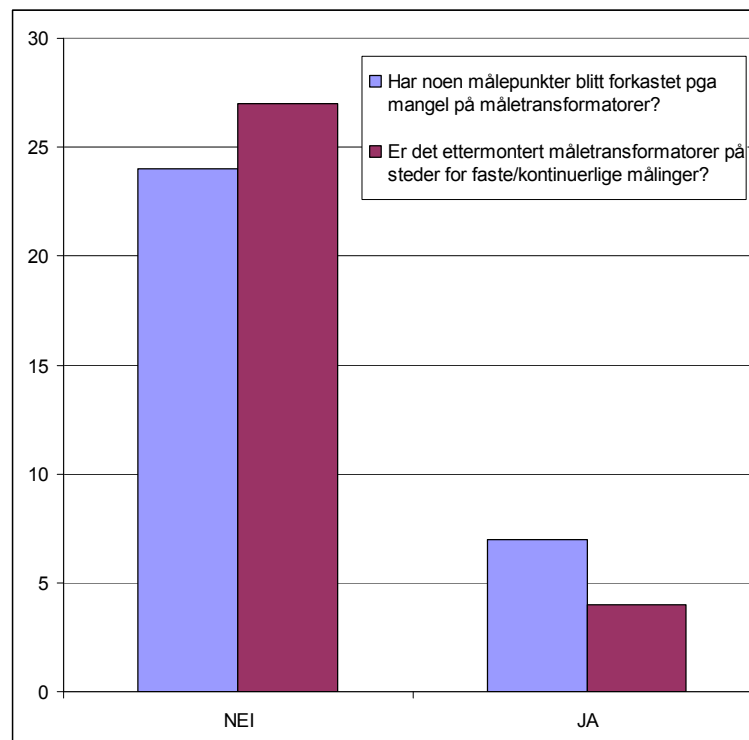




Figur 16. Fordelingen av svarene til om ikke kraftnettrelatert forhold medvirket i valget av faste Målepunkt.

#### 4.4.6 Tilgang på måletransformatorer i faste målepunkt.

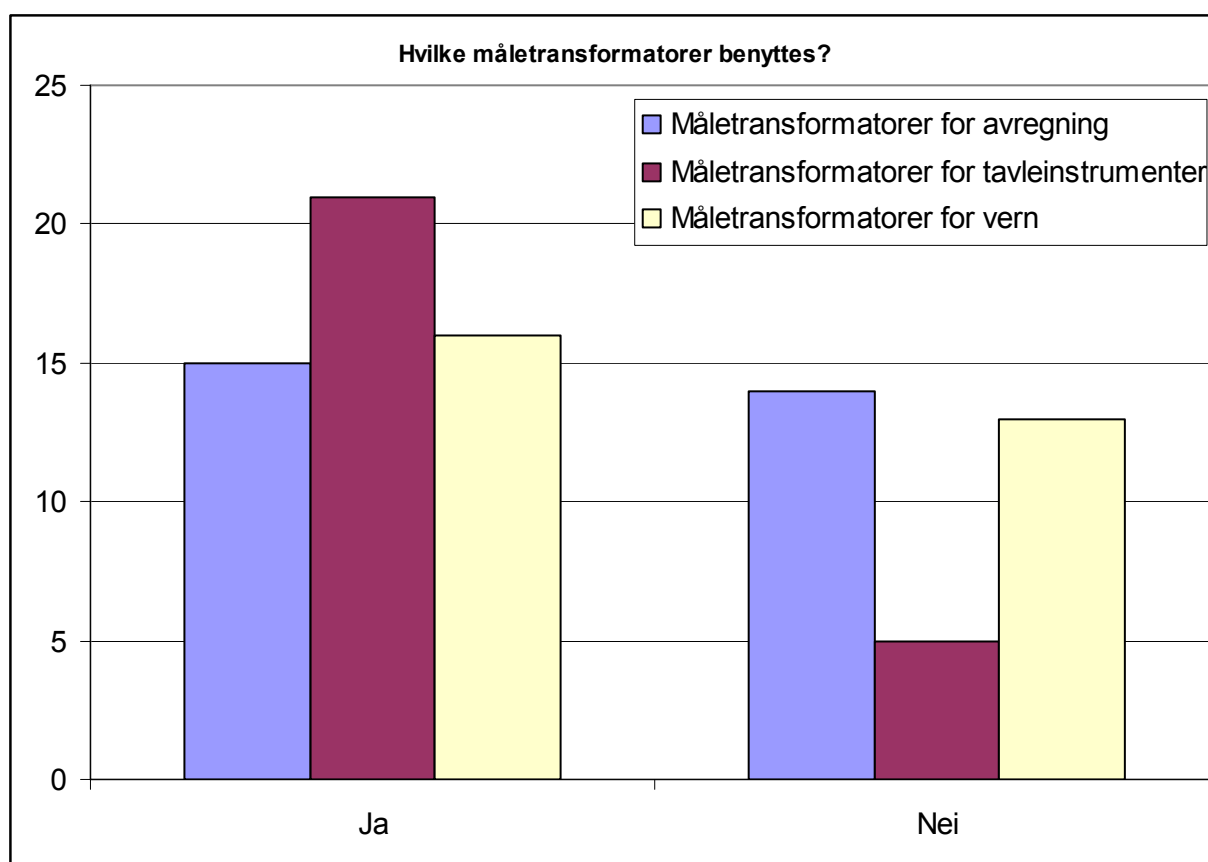
Ønskede faste målepunkter ser i beskjeden grad ut til å ha blitt forkastet på grunn av mangel på måletransformatorer. Det er i enda mindre grad ettermontert slike, men det har forekommet.



Figur 17. Tilgang på måletransformatorer i faste målepunkt og ettermontering.

#### 4.4.7 Ved tilkobling av spenningskvalitet måleinstrumenter i høyspenningsanlegg med måletransformatorer, hvilke måletransformatorer benyttes?

Tidligere erfaringer fra SINTEF Energi AS antyder at det varierer en del med hvilke måletransformatorer nettselskap benytter til spenningskvalitetsmålinger i høyspenningsanlegg. Det enkleste og sikreste er å benytte måletransformatorer for tavleinstrumenter (lokal avlesning). Når man kobler seg til måletransformatorer for avregning og særlig vern vil konsekvensene av å koble feil kunne være store (mulig påvirkning av sekundærkretsene med uønsket utkobling med mer). En fordel med måletransformatorer for vern kan i spesielle tilfeller være vesentlig større måleområde (uten metning i målingene) ved eksempelvis store kortslutningsstrømmer. Men tilsvarende kan det være en ulempe det er større unøyaktighet ved normale måleverdier.

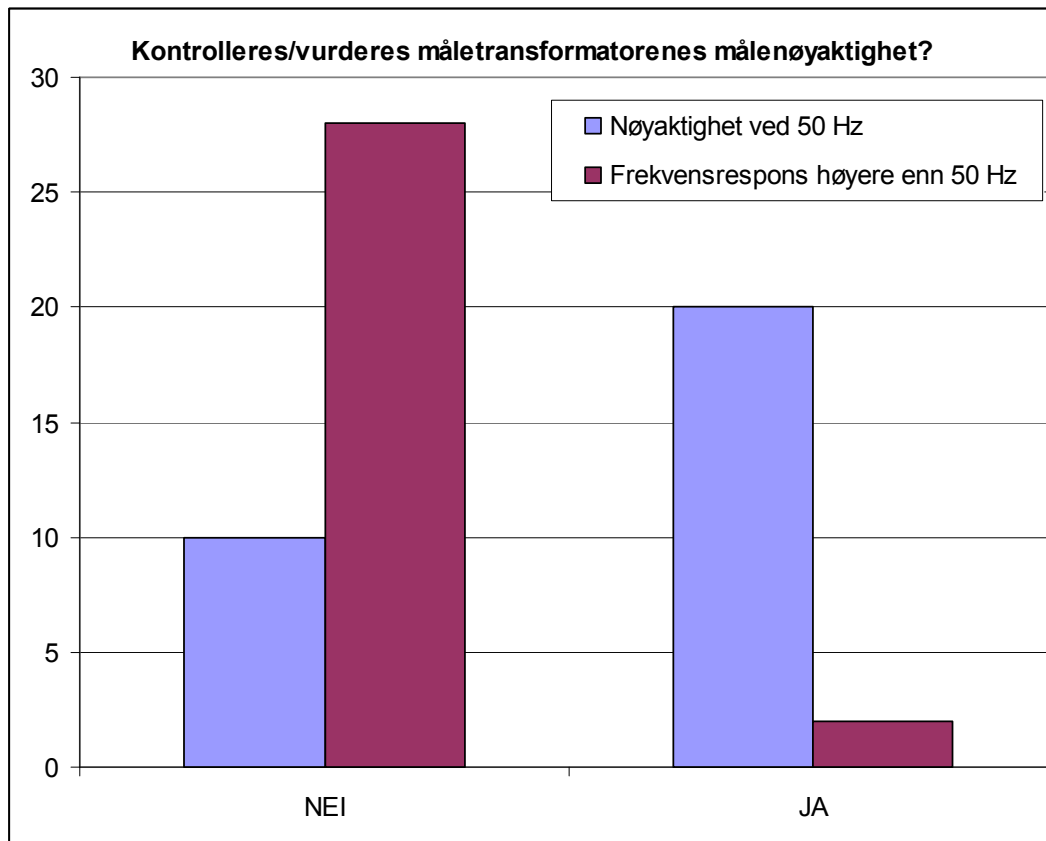


Figur 18. Hvilken type måletransformatorer benyttes til spenningskvalitetsmålinger.

#### 4.4.8 Kontrollerer/vurderer selskapet målenøyaktigheten til måletransformatorer man skal benytte i høyspenningsmålinger før målinger startes opp

Når det gjelder å kontrollere eller vurdere måletransformatorers nøyaktighet før spenningskvalitetsmålinger foretas har også SINTEF Energi AS blandede erfaringer med nettselskapenes bevissthet på dette. Denne spørreundersøkelsen bekrefter at de langt færreste vurderer/undersøker måletransformatorenes nøyaktighet ved andre frekvenser enn 50 Hz. Mer overraskende var det at hele 10 selskap svarer at de ikke vurderer/kontrollerer nøyaktigheten ved

50 Hz heller. Kommentarene fra noen få nettselskap til dette spørsmålet kan imidlertid tyde på at dette spørsmålet muligens er blitt mistolket av enkelte nettselskap. Det er en mulighet for at kontrollerer/vurderer har blitt tolket til at det foretas konkrete tester på måletransformatorene og ikke at de er vurdert på andre måter slik som om det er induktive eller kapasitive måletransformatorer, hvilket spenningsnivå det dreier seg om eller om man kjenner til at tilsvarende fabrikat og modell av måletransformator har blitt testet tidligere.



Figur 19. Nettselskapenes praksis mht kontroll/vurdering av måletransformatorenes nøyaktighet.

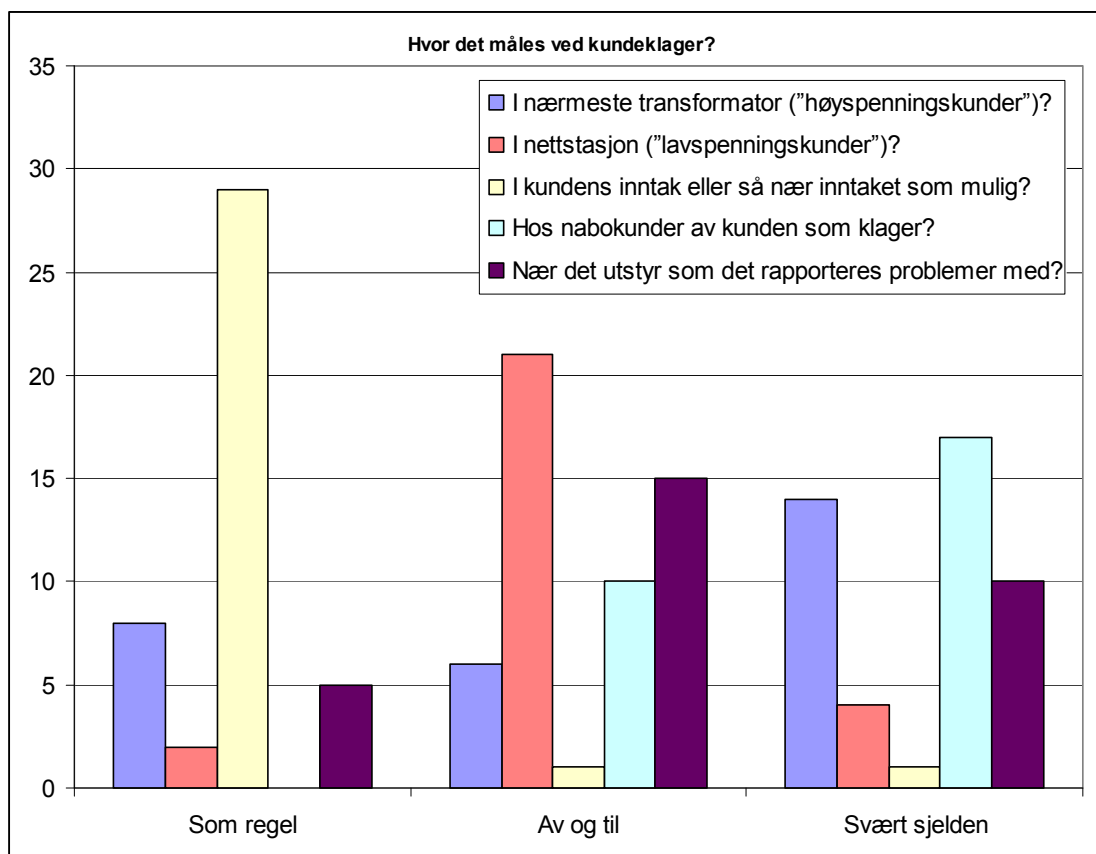
#### 4.4.9 Kontrolleres faserekkefølge på spenninger og strømmer etter oppkobling av måleinstrumenter?

Som ved flere andre spørsmål er det ikke alle nettselskapene som svarer på dette spørsmålet. Her er det 6 som ikke har svart. 22 nettselskap svarer at de på en eller annen måte foretar en kontroll av faserekkefølgen for eksempel i form av visuell inspeksjon av kurveformen av spenninger (og strømmer) og/eller vektordiagram. Det er imidlertid svært få som beskriver at de sjekker ikke bare rekkefølgen, men også at man har de riktige fasene (L1 i transformatorstasjon er samme som i nettstasjon etc). Noen dobbelsjekker faktisk dette opp mot de første hendelsene (koblinger, jordslutninger, kortslutninger etc.) etter oppkobling av måleutstyret. Dette er en ideell framgangsmåte for best mulig målinger og gir optimale muligheter for å studere for eksempel forplantningen av feil/forstyrrelser i nettet. Måleinstrumentene bør imidlertid da også ha en tidssynkronisering enten med GPS-antenne eller SNTP/NTP over internett eller LAN. Det er 7 nettselskap som svarer at de ikke kontrollerer faserekkefølgen når instrumentene er koblet opp.

## 4.5 MÅLEPUNKTER VED KUNDEKLAGE

### 4.5.1 Dersom selskapet finner det nødvendig å foreta målinger av spenningskvalitet etter klager fra kunder, hvor velger vanligvis nettselskapet å plassere måleinstrumenter?

Det er noe variasjon mellom nettselskapene med hensyn til hvor de plasserer måleinstrumenter ved kundeklager på spenningsforholdene. Svarene på dette spørsmålet bekrefter noe variasjon mellom nettselskapene, men bekrefter også at nesten alle som regel måler i kundens inntak ved klager. Dette kan ses i figur 20. Imidlertid er det et selskap som svarer at de bare av og til måler på inntaket eller så nær inntaket som mulig når kunden klager. Videre er det også et selskap som svarer at de svært sjelden gjør dette. Det må imidlertid nevnes at det nettselskapet som krysset av for måling bare av og til på kundens inntak også krysset av for som regel måling nær det utstyr som det rapporteres om problemer med.



Figur 20. Hvor plasseres nettselskapene måleinstrumenter ved kundeklager.

Målinger ved kundeklager bør vel normalt anses som de viktigste målingene nettselskapene foretar på den måte at i den grad man må prioritere mellom kundeklagemålinger og kontinuerlige måler som ikke har tilknytning til kundeklager bør kundeklagemålinger prioriteres. SINTEF Energi AS har gjennom mange års samarbeid med og oppdrag for norske nettselskap et klart inntrykk av at mange nettselskap er dyktige med å prioritere målinger ved kundeklager og utføre dette når det er nødvendig. Det er dessverre også en del nettselskap som representerer unntak fra dette, men stadig flere har i løpet av de siste 10 til 20 år blitt dyktigere på dette med kundeklager.

## 4.6 MÅLEUTSTYR OG DATAFLYT

Hensikten med spørsmålene om måleutstyr og dataflyt var å få et innblikk i hvilke instrumenter og programvarer nettselskapene benytter, hvordan de håndterer dataflyten, kalibreringsrutiner med mer.

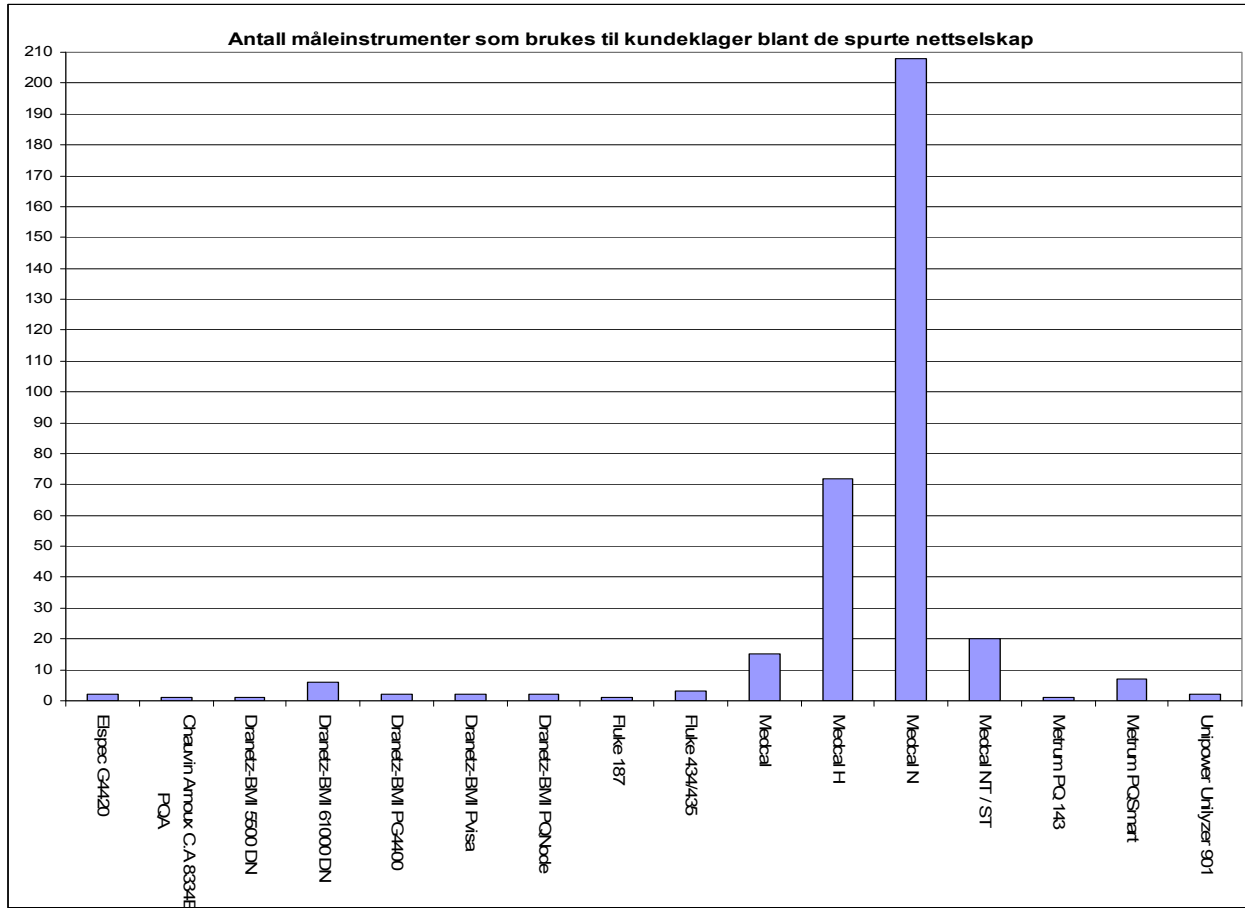
### 4.6.1 Hvilke måleinstrumenter benyttes

Det finnes mange måleinstrumenter for spenningskvalitetsmålinger på markedet, men bare et moderat antall som støtter målinger opp mot kravene i FoL. SINTEF har så langt konstatert at 5 ulike fabrikanter oppgir spesifikasjoner som tilfredsstillende FoL for et eller flere av sine spenningskvalitetsinstrumenter. SINTEF har imidlertid ikke hatt ressurser og anledning til omfattende tester av alle de aktuelle instrumentene. Vi skal ikke utelukke at det finnes ytterligere noen få instrumenter som tilfredsstillende kravene i FoL, men erfaringene tilsier at de som ikke allerede er godt involvert på det norske markedet ikke vet på hvilke områder FoL skiller seg fra EN50160 ("Europanormen").

#### 4.6.1.1 Hvilket antall og type måleinstrumenter benytter ditt selskap i dag til problemløsningsmålinger/kundeklager

Svarene fra nettselskapene viser at det er et ganske stort antall forskjellige måleinstrumenter som benyttes til å måle spenningskvalitet ved kundeklager. Det som kanskje er mest verdt å merke seg er at det store flertallet av instrumenter er en-fase måleinstrumenter (Medcal N og H). Det er omtrent 6 ganger så mange en-fase instrumenter som blir benyttet ved kundeklager i forhold til trefase instrumenter.

En annen ting det er verdt å merke seg er at ikke alle måleinstrumentene nettselskapene har oppgitt at brukes til kundeklagemålinger kan måle alle spenningskvalitetsparametere i henhold til FoL. I hvor stor eller liten grad instrumentene klarer å måle ihht FoL varierer til dels kraftig mellom de ulike instrumentene. Det ganske gamle instrumentet Dranetz-BMI PQNode er et eksempel på instrument som for flere av parametrene ikke måler ihht FoL, mens Medcal H er et instrument som måler ihht FoL på nesten alle parametere, men altså bare nesten. Dette bør likevel anses som akseptabelt dersom nettselskapene benytter slike instrumenter på en fornuftig måte. Dersom man eksempelvis benytter et instrument som ikke måler helt ihht FoL til faktisk å påvise et konkret problem med spenningen som forårsaker problemene til kunden som har klaget (og dette blir utbedret) bør det ikke være noe problem i seg selv at dette instrumentet ikke måler ihht FoL. Man kan imidlertid ikke benytte et slikt instrument til å måle etter en kundeklage for så å ikke finne noen feil ved spenningen og konkludere med at man overholder FoL og at det samtidig ikke er noe problem ved spenningsforholdene. Selv med instrumenter som måler i henhold til FoL kan man faktisk overse enkelte problemforhold i spenningen som kan skape problemer og/eller irritasjon for sluttbrukere.

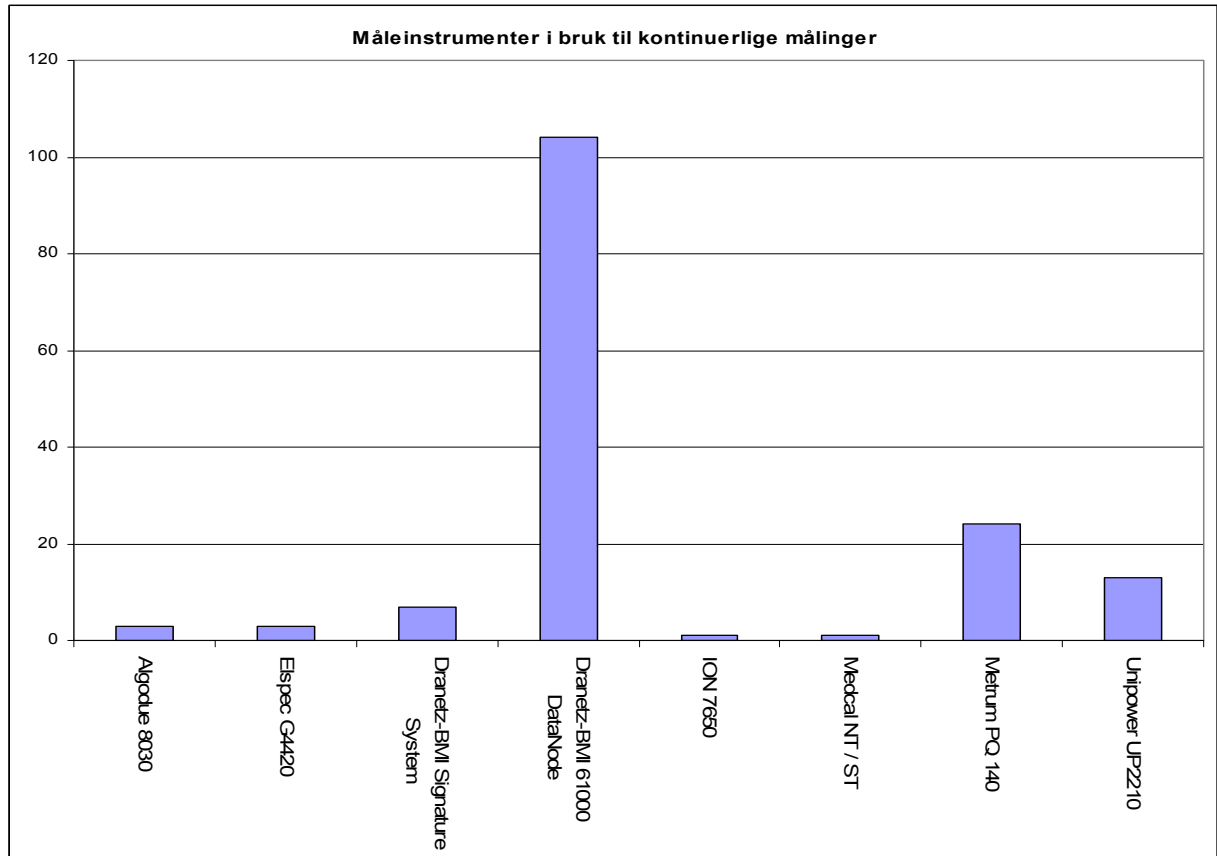


Figur 21. Antall måleinstrumenter av ulike typer som benyttes av de spurte nettselskapene.

#### 4.6.1.2 Hvilket antall og type måleinstrumenter benytter ditt selskap i dag til kontinuerlige målinger

Svarene fra nettselskapene viser at det også er en del variasjon i hvilke instrumenter som benyttes for de kontinuerlige målingene. Antallet forskjellige instrumenter er imidlertid noe lavere enn ved kundeklagemålinger og det er et annet fabrikat som dominerer enn ved kundeklagemålingene. Dette fabrikatet dominerer heller ikke bildet så voldsomt som det mest brukte ved kundeklagemålinger, men er altså størst med stor margin. Figur 22 viser fordelingen av instrumenter brukt av de spurte nettselskapene ved kontinuerlige målinger.

I motsetning til mange av instrumentene som benyttes ved kundeklagemålinger hevder fabrikantene av disse instrumentene at disse instrumentene kan måle i henhold til FoL. SINTEF har imidlertid ikke hatt ressurser til å kunne teste ut og bekrefte eller avkrefte dette for alle instrumentene.



Figur 22. Fordelingen av instrumenter brukt av de spurte nettselskapene ved kontinuerlige målinger.

#### 4.6.2 Hvilken programvare benyttes og hvordan benyttes den/de mht analyser, rapportering etc?

Svarene på dette spørsmålet har i stor grad vært begrenset til hvilken programvare som benyttes og i svært liten grad kommentarer til bruken av programvaren. Noen få kommentarer har det imidlertid vært og de har primært vært at i den grad programvaren har mulighet til det så setter man gjerne opp automatisk kontroll av måleverdier mot grenseverdiene i FoL. I fire tilfeller har nettselskapet også satt opp automatisk generering av elektroniske rapporter. Videre kommenterer noen få at man utover slike automatiske analyser bare foretar manuelle analyser når kunder klager eller man oppdager alvorlige hendelser/feil i nettet. En slik praksis som antydnet over virker rasjonell selv om man kanskje kunne ønske mer anvendelse av måleresultatene internt i nettselskapene (innenfor planlegging, vedlikehold/revisjon med mer) enn hva selskapene antyder i spørreundersøkelsen.

Programvarene som benyttes er nesten utelukkende et direkte speilbilde av hvilke måleinstrumenter som benyttes av de enkelte selskap. De som har Medcal instrumenter benytter Medcal Scope, de som har Metrum instrumenter benytter Metrum PQ controller, de som har Dranetz-BMI benytter Dranview eller PQView og så videre. Det kan ut fra spørreundersøkelsen virke som om det er svært få som kjører en felles analyseprogramvare for data fra forskjellige fabrikat av instrumenter ved eksempelvis å overføre data med IEEE1159.3 PQDIF (Power Quality Data Interchange Format).

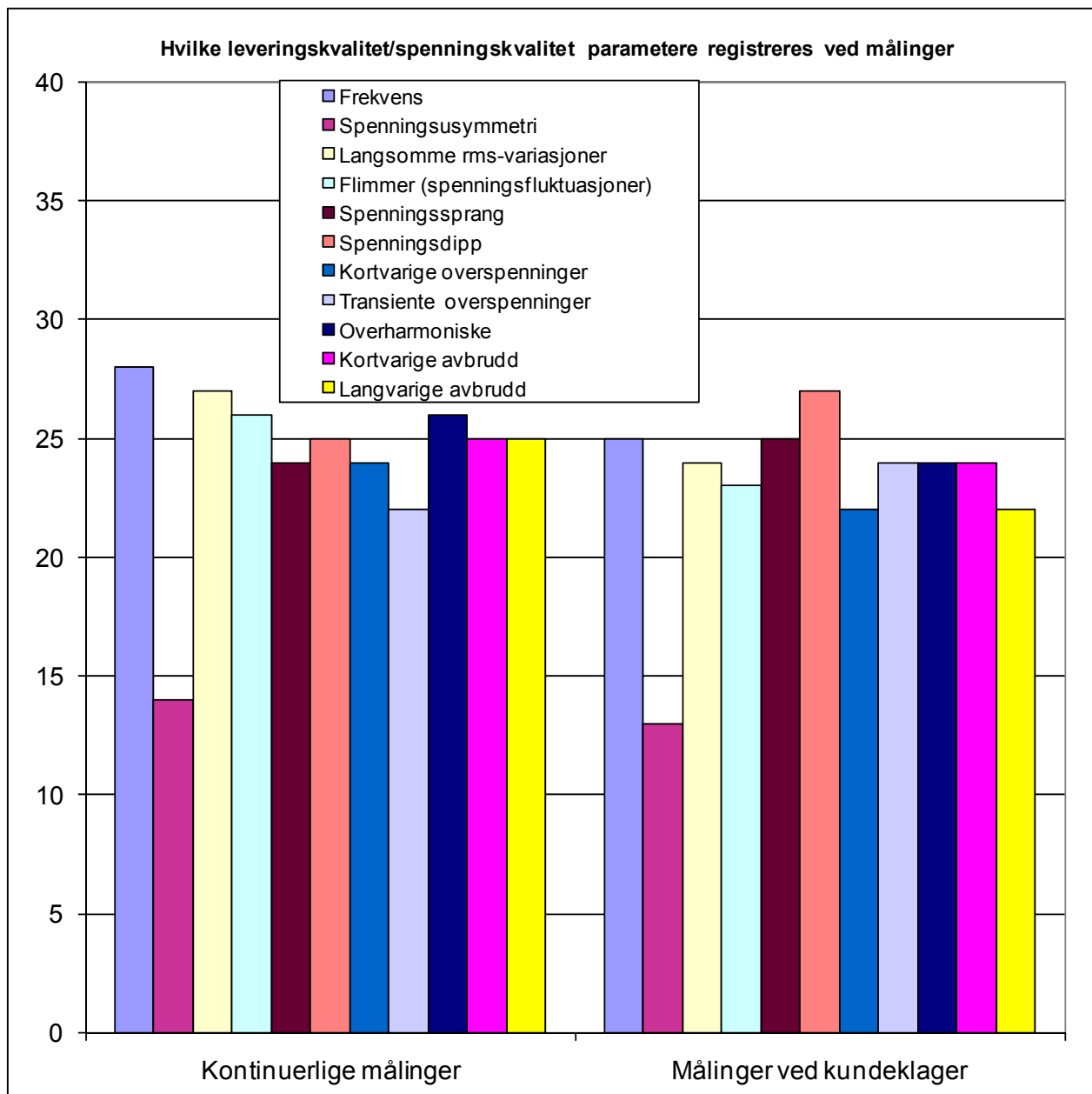
#### **4.6.3 Hvilke leveringskvalitet/spenningskvalitet parametere registreres ved målinger:**

Flere nettselskap svarer at de med sine kontinuerlige målinger måler alle spenningskvalitetsparametrene det spørres om under dette spørsmålet, mens de samtidig svarer at de ikke måler alle spenningskvalitetsparametrene ved kundeklager. Dette virker verken helt logisk eller fornuftig. Det er også noen som angir at de gjør stikk motsatt, altså måler alle parametere ved kundeklager, men ikke måler alle parametere ved kontinuerlige målinger. Fire nettselskap har faktisk svart at de ikke måler alle parametrene FoL krever at de måler ved kontinuerlige målinger hvilket synes underlig. Oversikt over hvor mange nettselskap som måler de ulike parametere er vist i figur 23.

Sist men ikke minst må det legges til at kontroll av svarene på dette spørsmålet opp mot hvilke måleinstrumenter de enkelte nettselskapene faktisk har avslører at noen få nettselskap enten aktivt slår av målinger av enkelte parametere som instrumentene kan måle eller så har de ikke nok kompetanse om utstyret sitt til å kunne svare på spørsmålet. Denne spørreundersøkelsen og særlig dette spørsmålet, avslører at det dessverre er noe manglende kompetanse om både målinger generelt og måleinstrumentene spesielt. Det er eksempelvis også noen få nettselskap som har måleinstrumenter som kan måle langsomme spenningsvariasjoner, men som ikke krysser av for at de måler dette ved kundeklager. Dette er tross alt den aller viktigste av alle spenningskvalitetsparametrene for de aller fleste kundene.

Videre er det mange som krysser av for at de måler usymmetri ved kundeklagemålinger, mens de aller fleste instrumentene som benyttes ved kundeklagemålinger er enfaseinstrumenter. Her kan det imidlertid være situasjonen som ikke fanges opp av spørreundersøkelsen ved at de som i enkelte tilfeller måler usymmetri ved kundeklagemålinger krysser av for slik måling og det er jo ikke et feil svar. En må imidlertid være klar over at med en så høy andel kundeklageinstrumenter som bare måler enfase så vil de aller fleste kundeklagemålingene ikke inneholde måling av usymmetri.

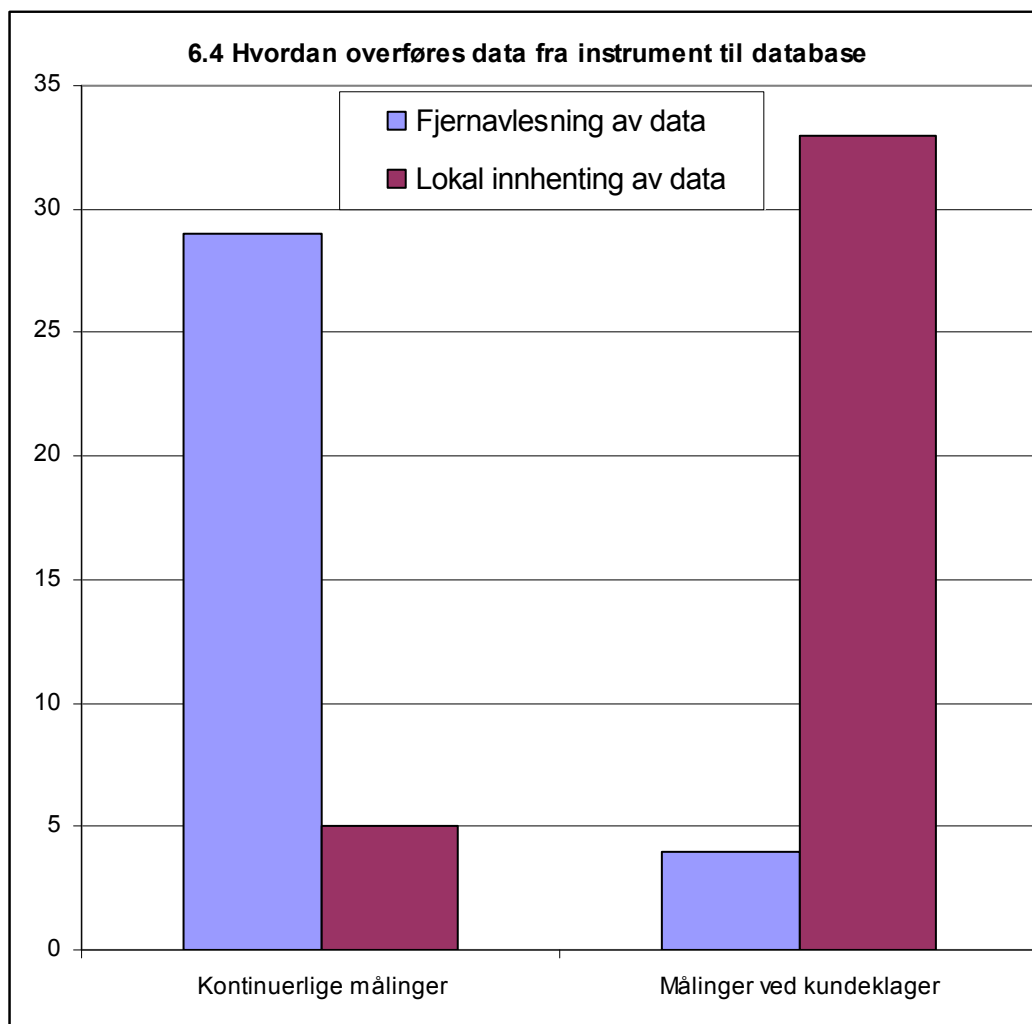




Figur 23. Oversikt over hvor mange nettselskap som måler de ulike spenningskvalitetsparametere ved henholdsvis kundeklager og ved kontinuerlige målinger.

#### 4.6.4 Hvordan overføres data fra instrument til database

Kun to selskap svarte at de kun bruker lokal (manuell) nedlasting ved både kontinuerlige målinger og kundeklagemålinger. Ytterligere tre selskap benytter inntil videre både fjernavlesning og lokal avlesning ved kontinuerlige målinger. Kun fire selskap benytter tidvis fjernavlesning ved kundeklagemålinger. Disse benytter i disse tilfellene mobilt bredbånd eller GSM og har dermed muligheten for automatisk nedlasting også ved kundeklager. Kun tre selskap rapporterer at de foretar manuell nedlasting av data ved kontinuerlige målinger til tross for at instrumentene faktisk har mulighet for fjernavlesning. Figur 24 viser hvor mange nettselskap som benytter fjernavlesning og hvor mange som benytter lokal innhenting av data. 4 nettselskap svarte ikke på dette spørsmålet.

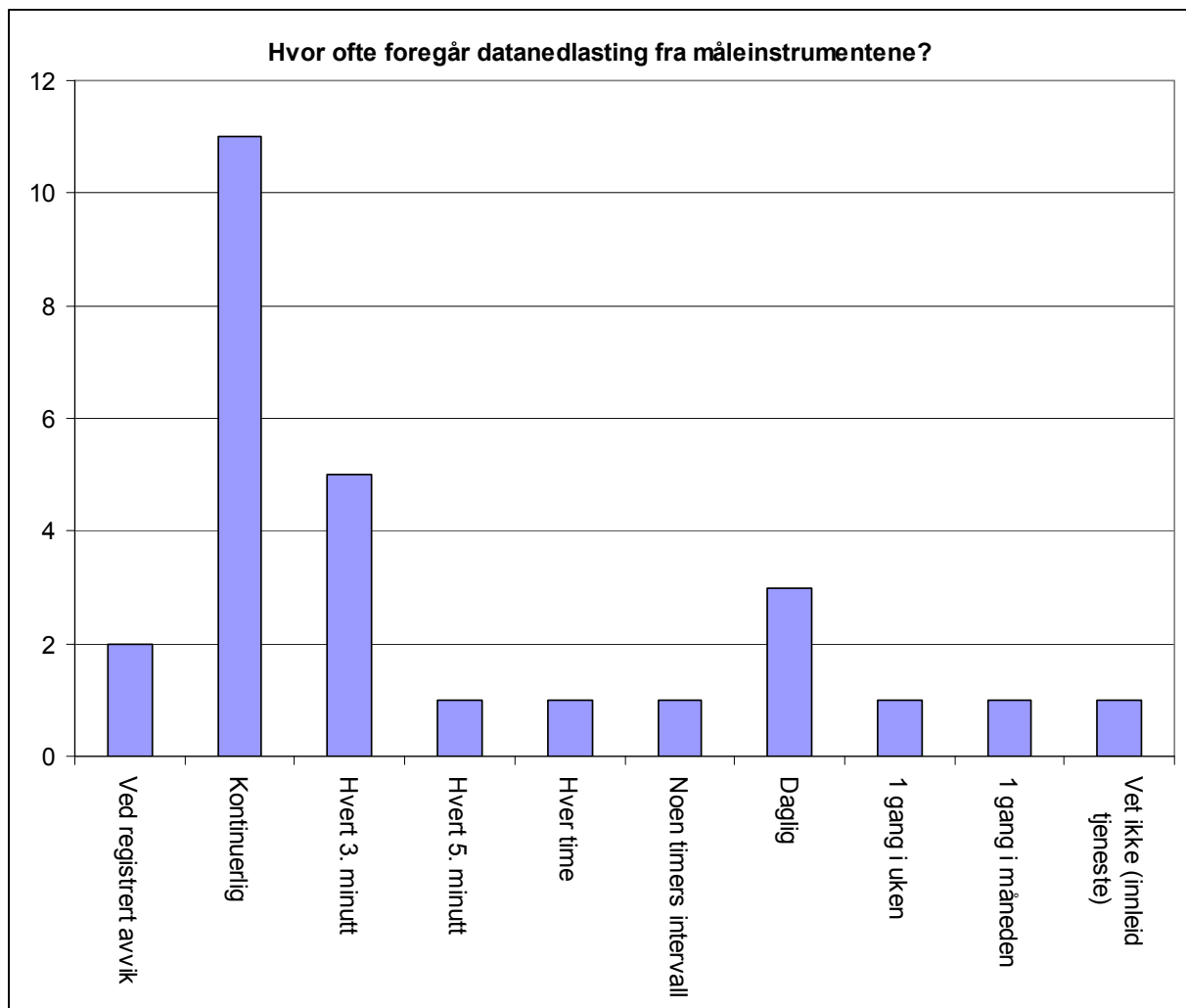


Figur 24. Hvor mange nettselskap foretar fjernavlesning av data og hvor mange foretar lokal innhenting av data.

#### 4.6.5 Hvor ofte foregår datanedlasting fra måleinstrumentene?

På dette spørsmålet viste det seg å bli en betydelig overlapp mellom svaret ”kontinuerlig” og ”hvert 3.minutt” samt ”hvert 5.minutt” da det er tydelig på enkelte av svarene på dette spørsmål at noen selskap anser hvert 3. og 5.minutt som ”kontinuerlig”. Figur 25 viser tidsintervallene nettselskapene benytter for innhenting av måledata fra instrumentene.

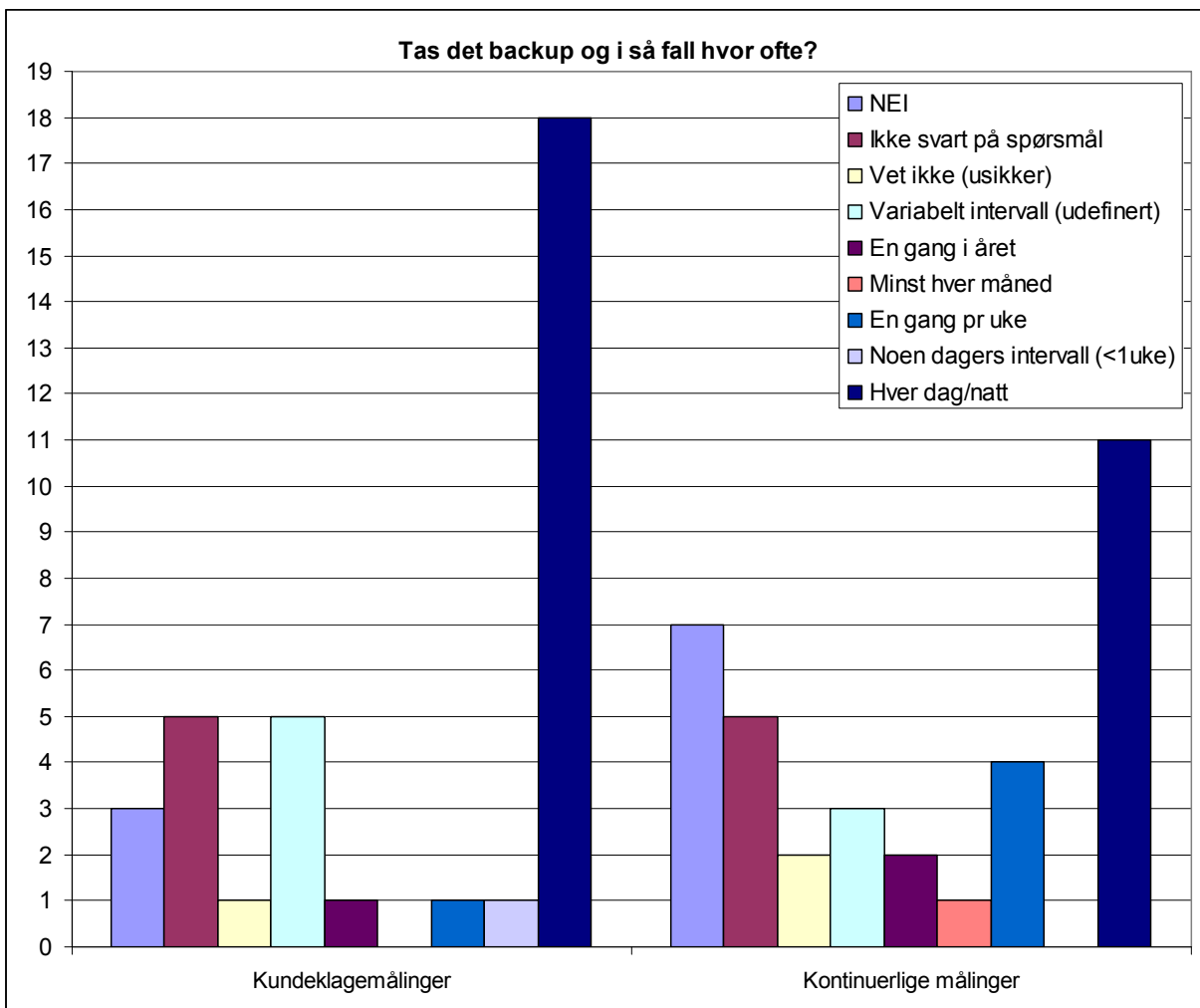
Med fjernavlesning er de fleste av disse nedlastingsalternativene mulig. Det skiller litt mellom de ulike målesystemene om de kan laste ned ved registrerte avvik og om de kan ha en kontinuerlig åpen kommunikasjonskanal eller ikke, men nesten alle målesystemene kan laste ned med intervaller på noen minutter, timer eller dager etc. Ved manuell nedlasting er det i praksis uhensiktsmessig og kostbart å laste ned ofte og noe mellom en gang i uken og en gang i måneden ser ut til å være vanligst.



Figur 25. Tidsintervall mellom innhenting av data fra måleinstrumentene.

**4.6.6 Tas det backup av innsamlede måledata (rådata, database)? Dersom ja, hvor ofte?**

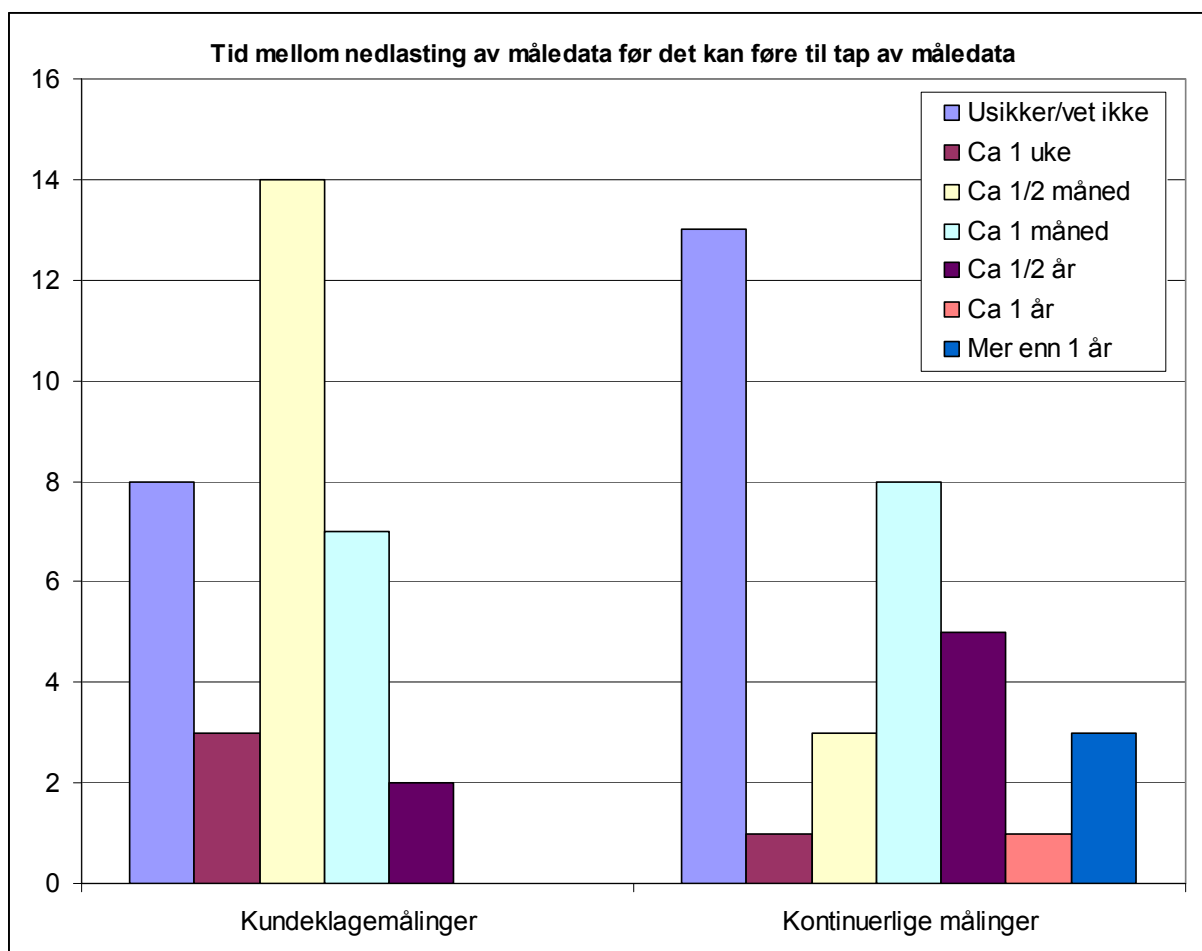
Et viktig punkt i arbeidet med spenningskvalitetsmålinger er sikkerhetskopi av dataene. Svarene fra nettselskapene viser at et klart flertall tar sikkerhetskopi av målingene de foretar. Det som imidlertid var ganske overraskende er at selskapene er vesentlig flinkere til å ta sikkerhetskopi av resultater fra kundeklagemålingene enn fra de kontinuerlige målingene. Det er 7 som har svart at de ikke tar sikkerhetskopi av de kontinuerlige målingene og videre har 5 ikke svart på dette spørsmålet. Figur 26 viser hvor mange nettselskap som foretar sikkerhetskopi ved de ulike tidsintervall. Sikkerhetskopi som tas hvert døgn er nok det beste, men hver uke eller oftere er nok i de tilfelle tilstrekkelig da de instrumentene gjerne har lagringskapasitet til mye lengre tid med målinger enn en uke. Man risikerer imidlertid å måtte laste ned data fra instrumentene på nytt for inntil en uke ved ukentlig backup. Dette kommer imidlertid an på målesystemet og da først og fremst om måledataene blir liggende i instrumentene en stund etter at de er kopiert ned (lastet ned) fra instrumentet.



Figur 26. Ulike tidsintervall for sikkerhetskopi av måledata ved nettselskapene.

#### 4.6.7 Hvor lenge kan måleinstrumentene måle uten å tømmes for måledata før det fører til tap av måledata?

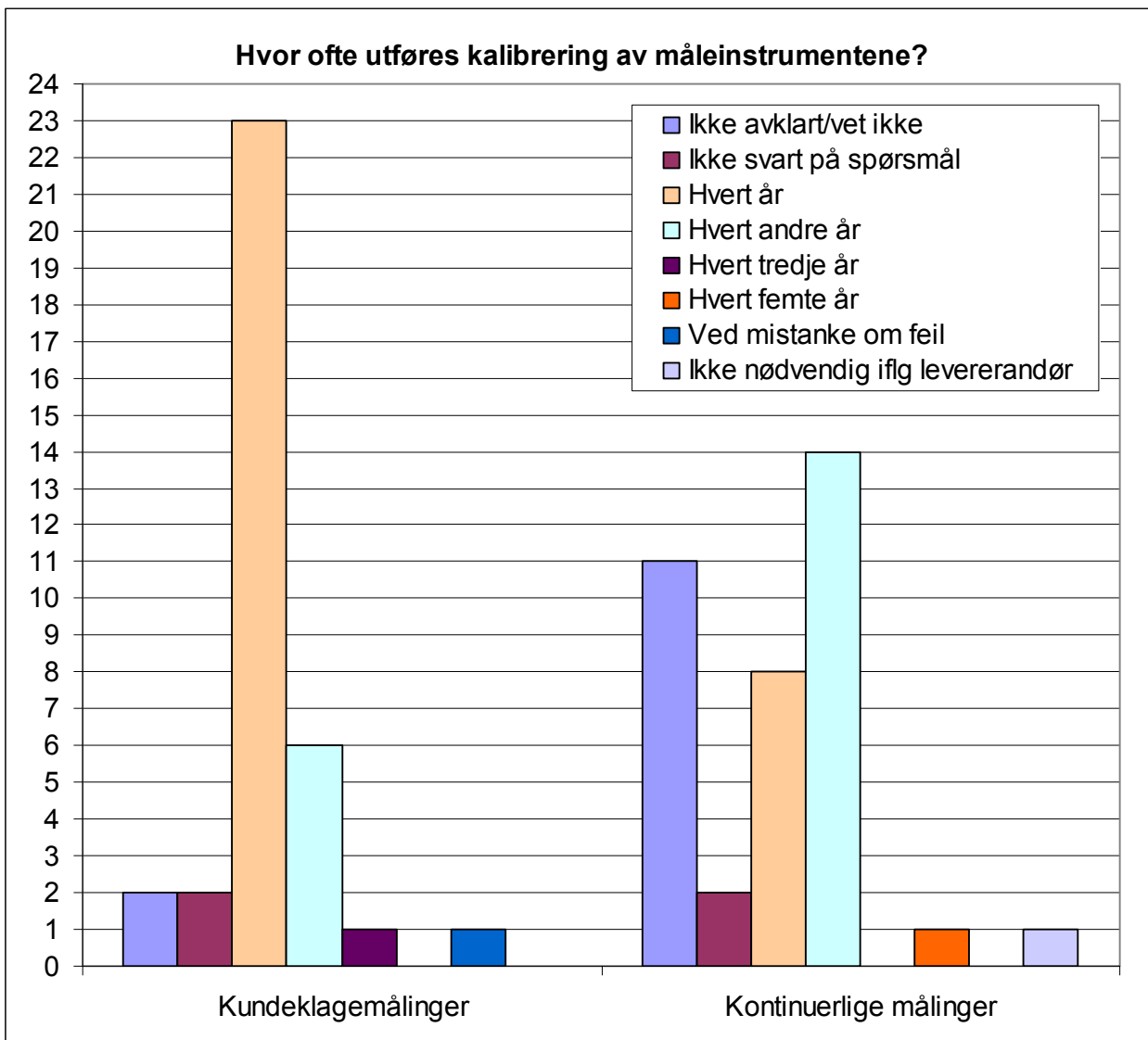
Dette spørsmålet var blant kontrollspørsmålene i spørreundersøkelsen. Når det enkelte nettselskap oppgir hvilke måleinstrumenter de benytter er det enkelt å kontrollere om de har god kjennskap til dette og dermed oppgir noenlunde korrekte verdier på hvor lange tidsrom med data instrumentet normalt kan inneholde før det fører til tap av måledata. Her er det imidlertid rom for noe variasjon da mengden med forstyrrelser i betydelig grad kan påvirke lagringskapasiteten i tid. Figur 27 viser nettselskapene svar på mulig lokal lagringstid i sine instrumenter. De fleste nettselskapene ser ut til å ha relativt god kjennskap til lagringskapasiteten i sine måleinstrumenter, men som ved noen av de andre spørsmålene i spørreundersøkelsen er det tydelig at ikke alle har kontroll på dette heller. Det gjelder minst 10 av nettselskapene som oppgir urealistisk kort eller også for lang tid før man kan tape måledata. Igjen ser det ut til at det er de kontinuerlige målingene man har minst kontroll og oversikt over. Det kan ha sammenheng med at dette er relativt nytt for mange.



Figur 27. Hvor lenge instrumentene kan lagre måledata uten nedlasting/tømming og uten datatap.

#### 4.6.8 Hvor ofte utføres kalibrering av måleinstrumentene?

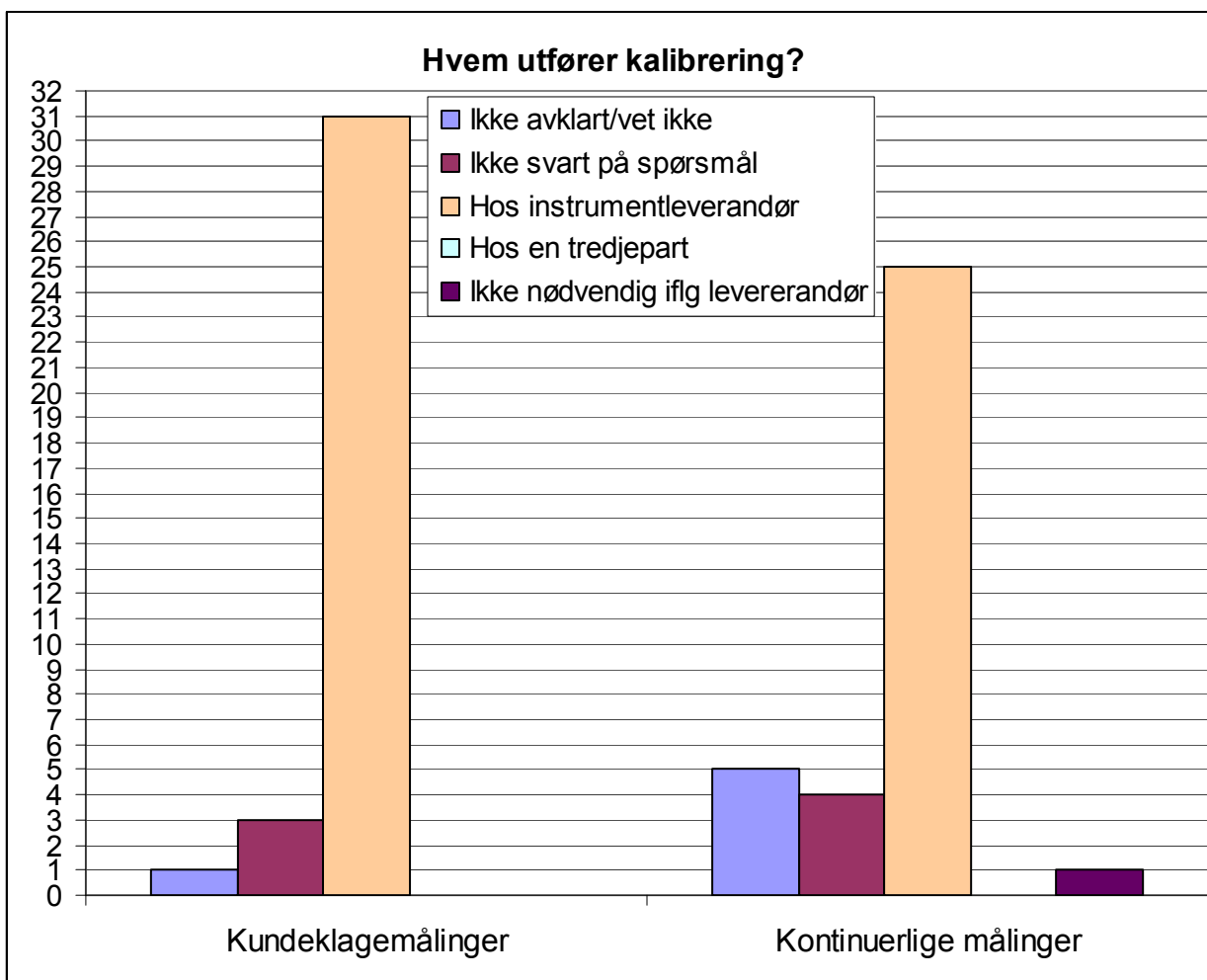
Svarene ser ut til å stemme ganske godt med de ulike fabrikantenes anbefalinger. Det er dog litt høy andel av 2 års intervall på FoL målinger i forhold til SINTEF har fått oppgitt mht kalibreringsintervall fra leverandørene, i hvert fall om instrumentene skal overholde klasse A iht. IEC 61000-4-30.. En veldig høy andel av instrumentene som på tidspunktet for undersøkelsen brukes i Norge har kalibreringsintervall på 1 år om høyeste mulige nøyaktighet for instrumentet skal overholdes og de fleste øvrige instrumentene har kalibreringsintervall på 2 år. Figur 28 viser fordelingen av kalibreringsintervall på nettselskapenes måleinstrumenter. En mulig forklaring på den høye søylen for 2 års intervaller for kalibrering ved kontinuerlige målinger er at en del nettselskap velger bort instrumentets mulige nøyaktighetsklasse A med lavere, men spesifisert nøyaktighet for å doble lengden på kalibreringsintervallet.



Figur 28. Fordelingen av kalibreringsintervall på nettselskapenes måleinstrumenter.

#### 4.6.9 Hvem utfører kalibrering?

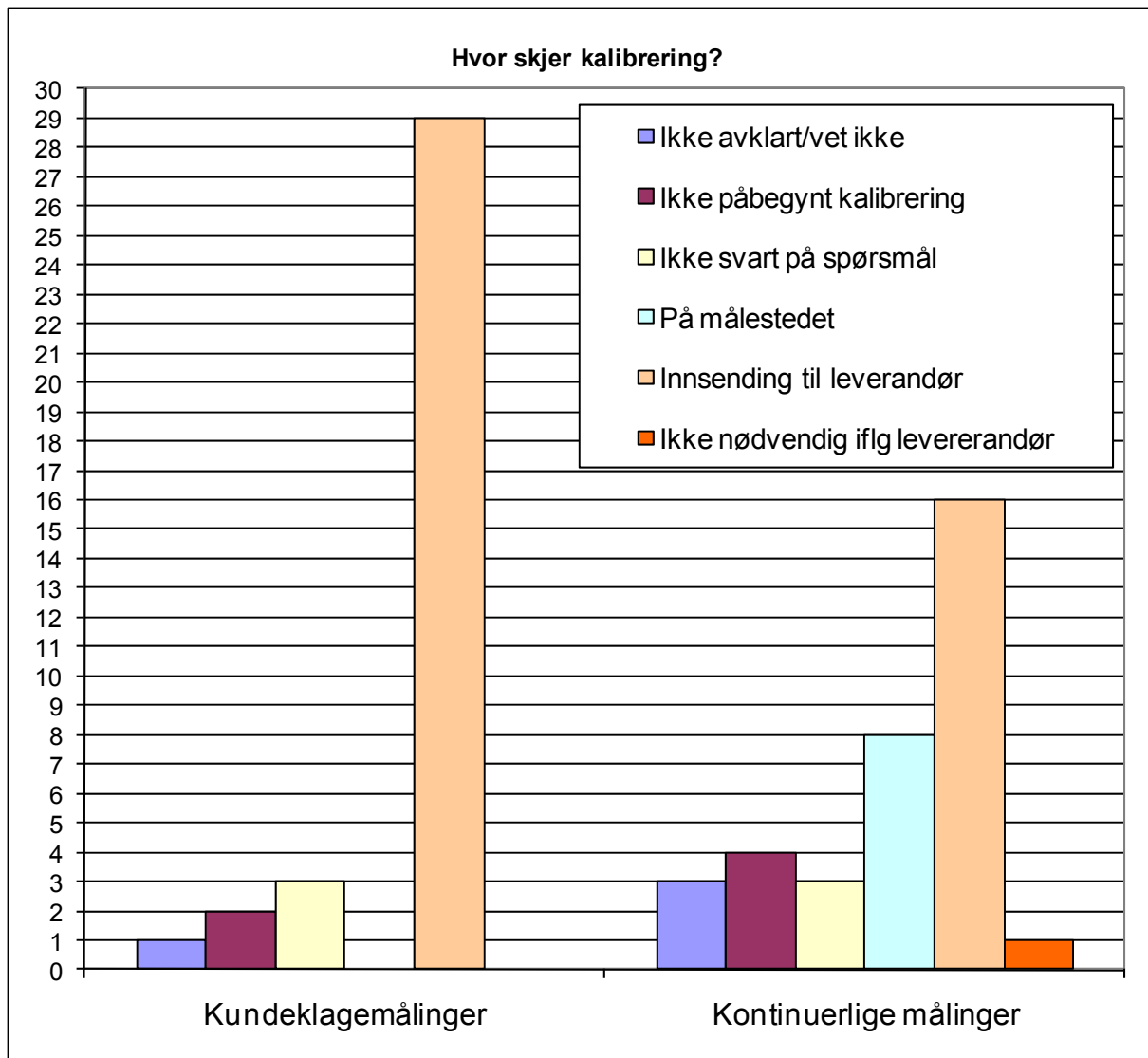
Som forventet blir det store flertallet av måleinstrumenter kalibrert hos forhandlerne av måleinstrumentene. SINTEF kjenner til at i noen tilfeller er det den norske leverandøren som utfører kalibreringen, mens andre av instrumentene sendes til fabrikk for kalibrering. Noen få har svart at de ikke vet hvem som kalibrerer instrumentene for de kontinuerlige målingene da disse er et samarbeid mellom flere nettselskap og det er et annet selskap som håndterer det praktiske. Det er altså enkelte selskap som ikke selv håndterer de kontinuerlige målingene. Figur 29. viser nettselskapenes svar på hvem som utfører kalibreringen. Det anses som veldig spesielt at et av svarene var at kalibrering ikke er nødvendig. SINTEF Energi kjenner ikke til noen fabrikanter som hevder de har så feilfrie komponenter helt uten avvik/endringer over tid i sine instrumenter at de garanterer at de måler svært nøyaktig etter eksempelvis 5 eller 10 år. Ellers kan en også legge merke til at flere nettselskap ikke vet eller ikke har fått avklart kalibreringen av sine instrumenter. Dette gjelder først og fremst instrumenter for kontinuerlige målinger.



Figur 29. Nettselskapenes svar på spørsmål om hvem som utfører kalibrering av måleinstrumentene.

#### 4.6.10 Hvor skjer kalibrering (På målestedet eller ved innsending av instrument)?

Det er fabrikanter/leverandører av spenningskvalitets målesystemer som tilbyr kalibrering av instrumentene på stedet (on-site). Noen har også løsninger for å gjøre dette med fjernbetjening av instrumentene. Figur 30 viser hvor nettselskapenes instrumenter kalibreres. Noen få selskap har svart at de ikke vet hvor instrumentene som brukes til kontinuerlige målinger kalibreres da disse er et samarbeid mellom flere nettselskap og det er et annet selskap som håndterer det praktiske.

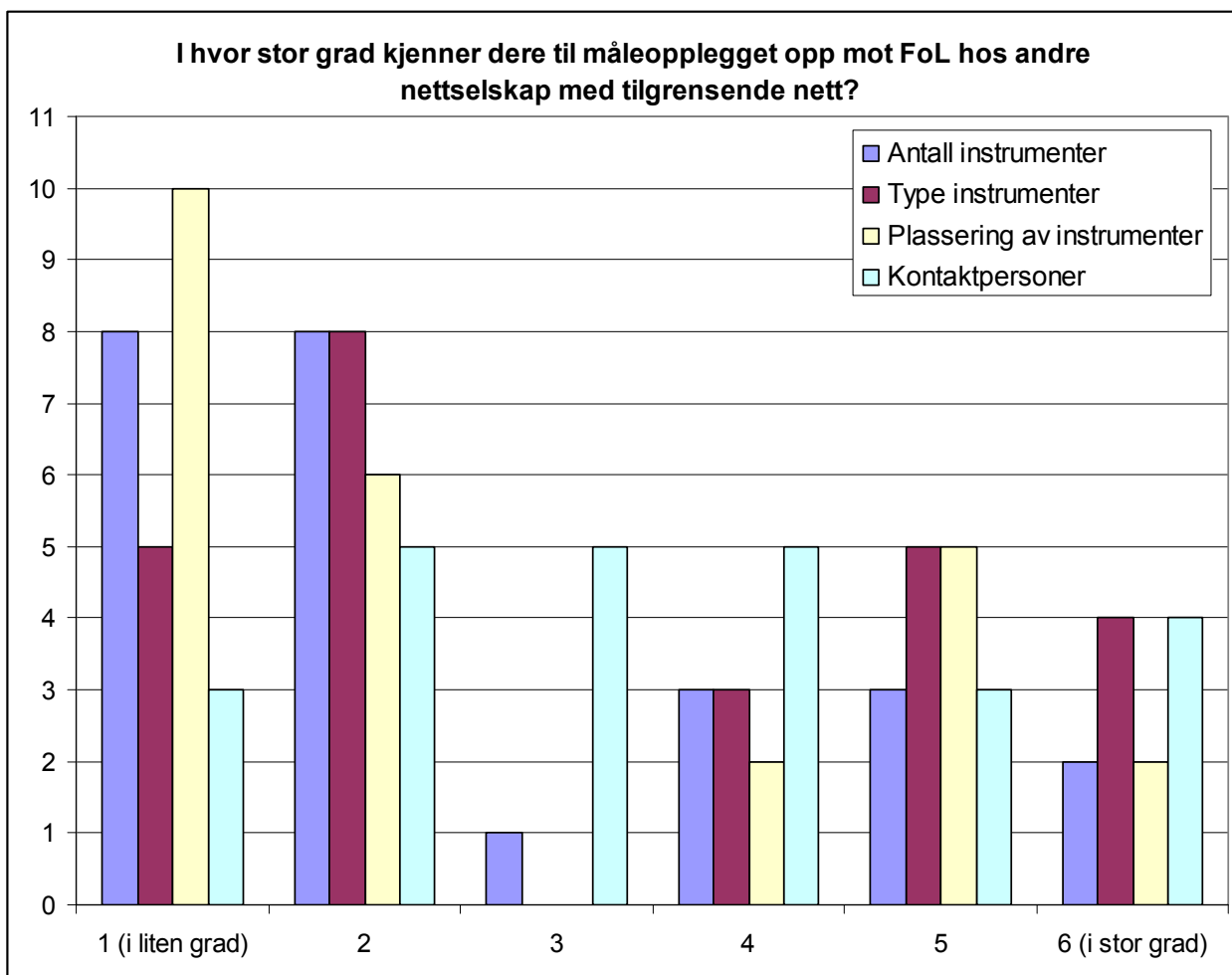


Figur 30 Hvor nettselskapenes instrumenter kalibreres.



#### 4.6.11 I hvor stor grad kjenner ditt selskap til måleopplegget opp mot FoL hos andre nettselskap med tilgrensende nett ("point of common coupling")?

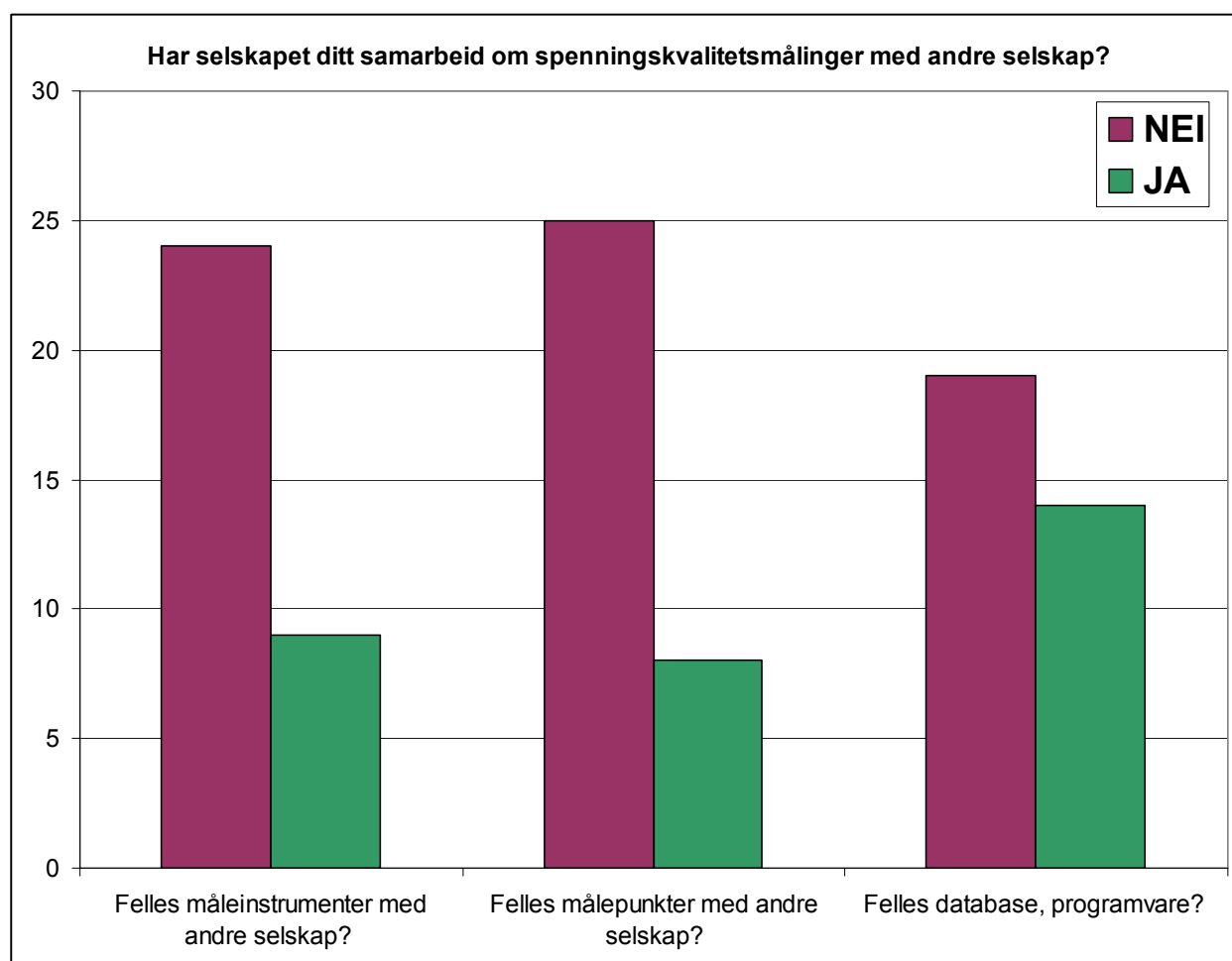
Flere nettselskap ser ut til å ha meget god kjennskap til hverandres arbeid med spenningskvalitetsmålinger. Dette skyldes alt fra direkte samarbeid om målepunkter og instrumenter til bare utveksling av erfaringer med mer. Spørreundersøkelsen antyder imidlertid at selv om noen av selskapene kjenner godt til andre selskaps måleopplegg så har flertallet ikke denne kjennskapen. Figur 31 viser blant annet at det blant de spurte nettselskapene er mellom 8 og 12 nettselskap med ganske god kjennskap til andres måleopplegg.



Figur 31. Nettselskapenes kjennskap til andre selskaps måleopplegg.

#### 4.6.12 Har selskapet ditt samarbeid om spenningskvalitetsmålinger med andre selskap?

Flere nettselskap samarbeider om spenningskvalitetsmålinger. Dette gjelder først og fremst kontinuerlige målinger. Samarbeidet varierer noe men kan eksempelvis bestå i alt fra felles innkjøp av instrumenter og programvare, til felles dataservert og i enkelte tilfeller også felles instrumenter og målepunkter. To selskap svarte ikke på dette spørsmålet. Figur 32 viser hvor mange av de spurte nettselskapene som har et direkte samarbeid med andre selskap om felles instrumenter, felles målepunkt og felles database/programvare.



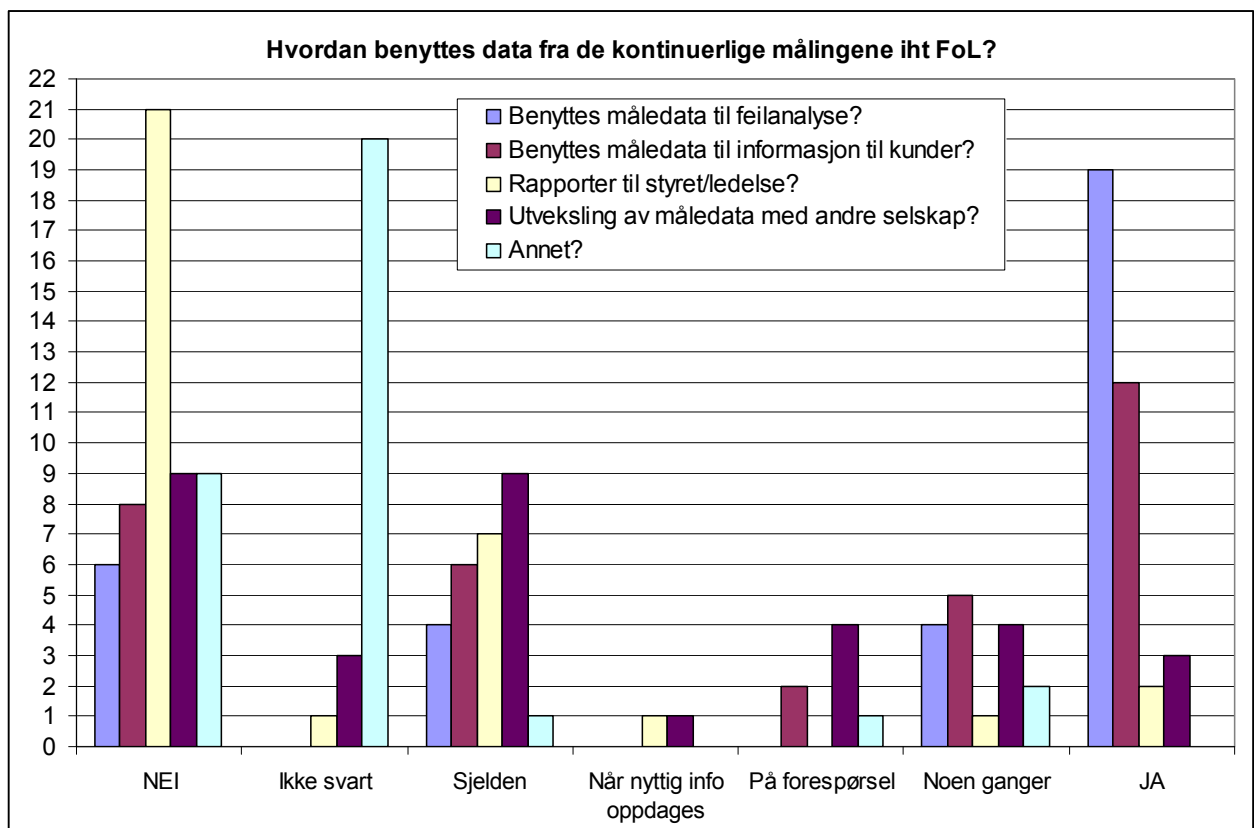
Figur 32. Hvor mange av de spurte nettselskapene som har et direkte samarbeid med andre selskap om felles instrumenter, felles målepunkt og felles database/programvare

## 4.7 DATABEHANDLING

SINTEF Energi AS sine erfaringer over mange år fra nært samarbeid med mange nettselskap er at måledata fra spenningskvalitetsmålinger i begrenset grad bearbeides og benyttes til fornuftige formål annet enn når det foretas målinger etter kundeklager. Det var derfor ut fra nysgjerrighet på om dette har endret seg noe de siste årene at det ble tatt med et spørsmål i denne spørreundersøkelsen om hvordan måledataene fra kontinuerlige målinger benyttes i nettselskapene.

### 4.7.1 Hvordan benyttes data fra de kontinuerlige målingene iht FoL

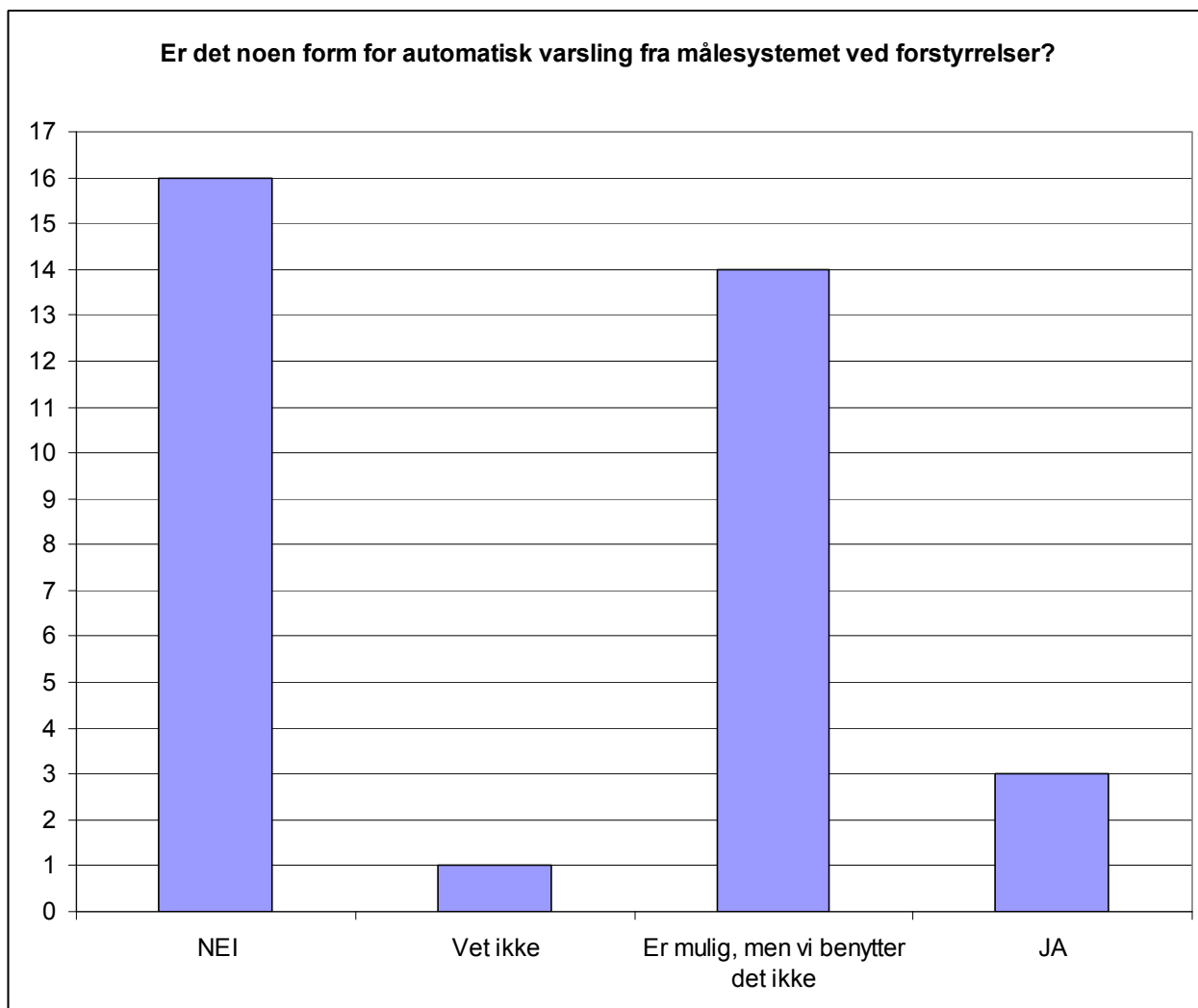
Svarene presentert i figur 33 viser at det er ganske utbredt bruk av måledata fra kontinuerlige målinger til feilanalyser og til informasjon til kunder. Det er svært positivt. Måledataene brukes i liten grad til andre formål. Det er noen selskap som foreløpig ikke gjør nytte av disse måledataene til noe som helst. I ettertid er det tydelig at svaralternativene på dette spørsmålet ikke var optimale. En bedre variant ville eksempelvis vært som på flere andre spørsmål en gradert skala fra 1 til 6 der 1 tilsvarte at man aldri brukte dataene og 5 tilsvarte svært hyppig bruk av dataene. Dette hadde gitt en klarere oppfatning av hvor ofte dataene ble brukt til de ulike formål.



Figur 33. Nettselskapenes bruk av måledata fra kontinuerlige målinger.

#### 4.7.2 Automatisk varsling fra målesystemet ved forstyrrelser

Det kan i utgangspunktet virke overraskende at så få nettselskap benytter varsling ved hendelser (spenningsforstyrrelser) i nettet. Under intervjuene med noen få nettselskap kom det hos to av dem fram at de hadde forsøkt med varsling, men syntes mengden varsler ble alt for høy. Dette kan skyldes at de ikke har klart å få til en fornuftig innstilling for hvor alvorlige hendelser og hvilke hendelser som skal medføre varsel. Figur 34 viser nettselskapenes bruk av automatisk varsling ved målte forstyrrelser. Halvparten av selskapene svarer at de har utstyr som har mulighet for varsling ved målte forstyrrelser, men det er kun 3 som sier de benytter dette. På dette spørsmålet konstaterte vi også at det ikke er helt samsvar mellom hva instrumentene som er oppgitt kan utføre (varsling) og hva nettselskapene selv vet at de kan gjøre.



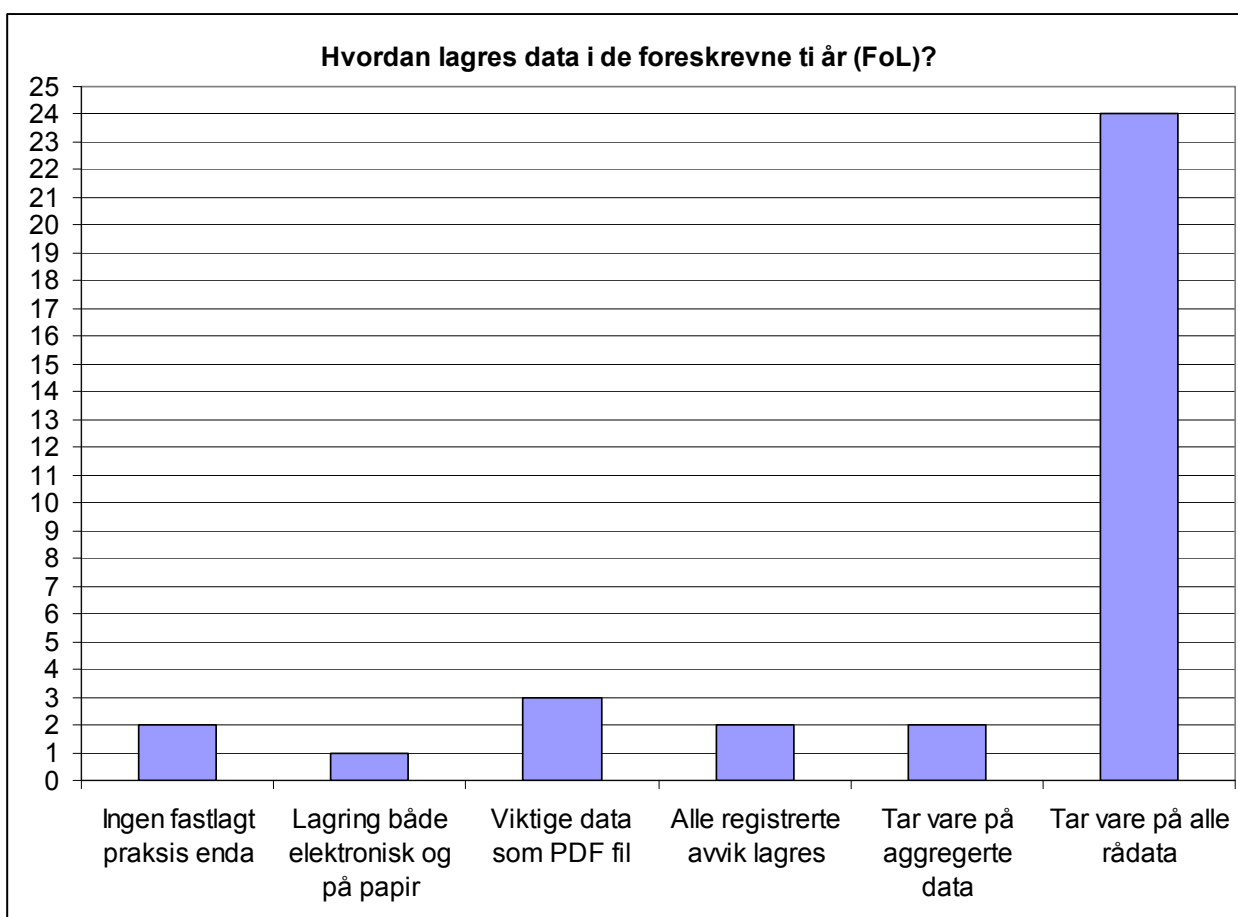
Figur 34. Nettselskapenes bruk av automatisk varsling ved målte forstyrrelser.

### 4.7.3 Hvordan lagres data i de foreskrevne ti år (FoL) med tanke på dataformat og tilgjengelighet?

SINTEF Energi AS anser det som svært positivt at et stort flertall av nettselskapene tar vare på alle rådataene slik at det for ettertiden vil være mulig å foreta detaljerte analyser med sammenligninger mellom målepunktene, utviklingen over tid/år osv. Figur 35 viser hvilke lagringsmåter nettselskapene benytter og hvilke data de tar vare på. Nettselskapene krysset av for et alternativ og derfor ble det i ettertid konstatert at dette spørsmålet ideelt sett burde vært splittet i to spørsmål:

- A.) Om man tar vare på alle rådata, bare aggregerte (komprimerte) data, eller bare registrerte avvik
- B.) Hvilket format man lagrer dataene på (originalt elektronisk format, PQDIF-format, PDF-rapporter, papir rapporter etc.)

Svaralternativene på dette spørsmålet kan ha medført en liten overlapp mellom de fire midterste svarene. Det er imidlertid klart at det store flertallet (24 av 35) tar vare på alle rådataene.

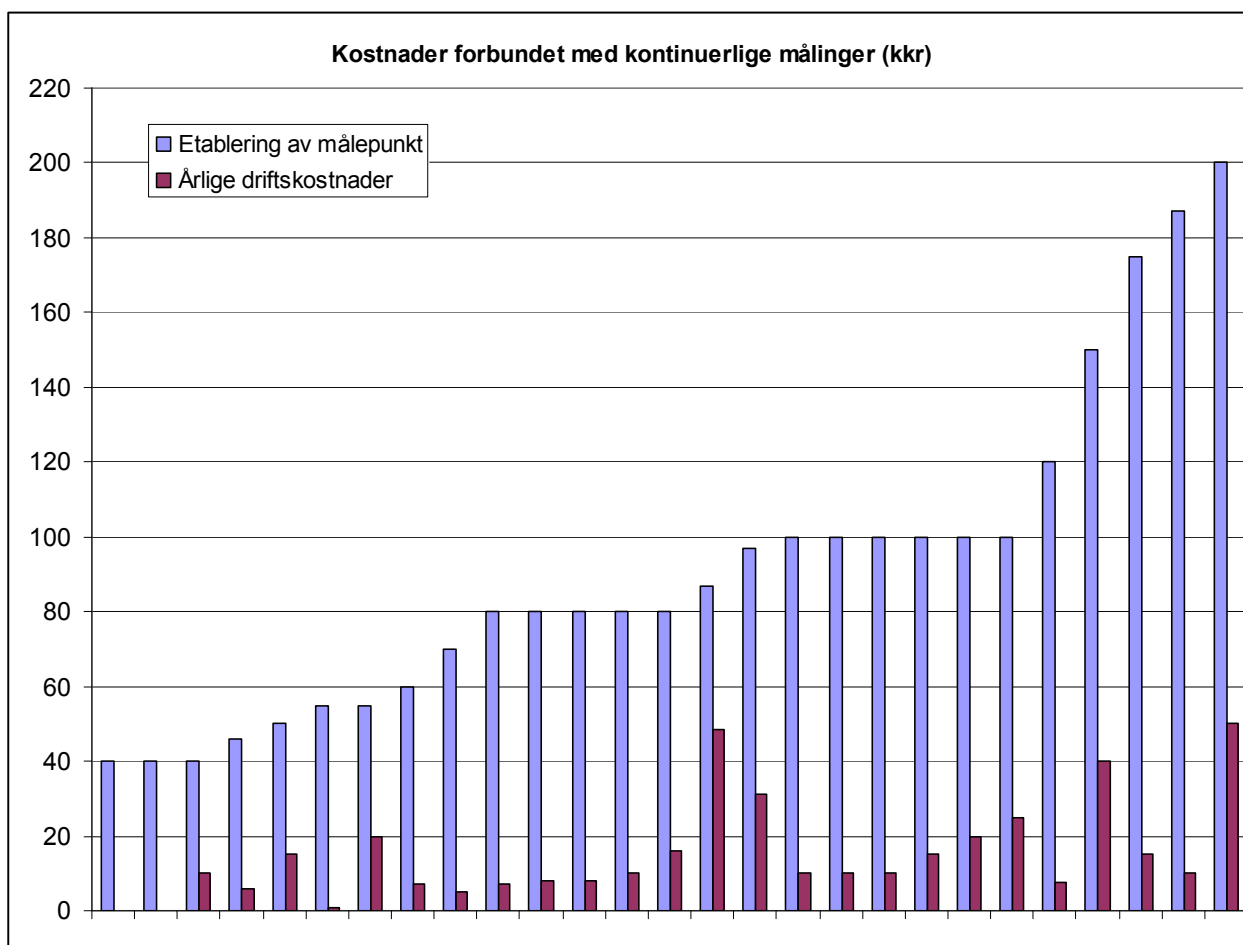


Figur 35. Hvordan nettselskapenes lagrer spenningskvalitet måledata.

## 4.8 KOSTNADER

Det er seks nettselskap som sier de ikke har oversikt over hva etableringskostnadene er for deres kontinuerlige målepunkt i henhold til FoL. Det er videre åtte nettselskap som sier de ikke har oversikt over de årlige kostnadene. Kostnadene nettselskapene oppgir for etablering av nytt målepunkt og for årlige driftskostnader er vist i figur 36. Det må bemerkes til dels store forskjeller i kostnadene nettselskapene oppgir både for å etablere nye målepunkter og som årlige driftskostnader for kontinuerlige målinger. Prislappen for etablering av et målepunkt varierer fra 40 kkr helt opp til 200 kkr som er 5 ganger så mye. Anslagene på de årlige driftskostnadene varierer omtrent like mye, men beløpene er mye lavere.

Fjerner man de 4 til 5 høyeste verdiene og eventuelt laveste verdiene ser tallene ganske fornuftige ut. SINTEF Energi AS sine egne erfaringer med eget målesystem med 25 målepunkter per desember 2010 (alle fjernavlest over internett) virker 50 kkr per målepunkt som svært store driftsutgifter. SINTEF Energi AS sine driftsutgifter kan anslås til maksimalt 10 kkr pr målepunkt og år som er mer i tråd med hva de aller fleste nettselskapene også har antydnet.



Figur 36. Kostnadene nettselskapene oppgir for etablering av nytt målepunkt og for årlige driftskostnader. Selskapene (langs x-aksen) er sortert ut fra oppgitt kostnad på etablering av målepunkt.

## **5 RESULTATER FRA INTERVJU OG BEFARING AV NETTSELSKAP**

Arbeidet med spørreundersøkelsen, befaring og intervju av nettselskap ble avsluttet etter at 35 nettselskap hadde besvart spørsmålene i undersøkelsen og det var foretatt dybdestudier av 4 nettselskap. Fristen for innsending av svarene var da passert med flere uker. Det ble i dybdeundersøkelsene bare i beskjeden grad funnet forhold som ikke kom frem gjennom svarene på spørreskjemaet. Dybdeundersøkelsen understøttet flere av funnene fra svarene på spørreskjemaet.

### **5.1 Plassering av måleinstrumenter og karakteristiske nett**

Svarene på spørreskjemaene antydte at når det gjelder valg av målepunkter for kontinuerlige målinger så prioriterer nettselskapene konkrete målebehov de selv ser høyere enn hensynet til inndelingen av nettet sitt i karakteristiske nett (ihht FoL). Dette ble vektlagt under intervjuene i dybdeundersøkelsen og vi fikk da fram ganske entydige synspunkter og svar fra nettselskapene på dette. Som en oppsummering av både intervjuene og svarene på spørreskjemaene synes det som om andre hensyn vektlegges klart sterkere blant mange av nettselskapene når de skal velge målepunkter enn hensynet til ulike karakteristiske nett.

Det er først og fremst hos flertallet av de nettselskapene som virker godt over middels aktive i sitt arbeid med måling av spenningskvalitet at hensynet til utfordringer med spenningskvaliteten i nettet synes å veie vesentlig tyngre enn hensynet til en inndeling i karakteristiske nett. Man velger altså målepunkter ut fra (eksempel):

1. Konkrete punkter i nettet med store industribedrifter der man allerede har konstatert betydelig bidrag til spenningsforstyrrelsene i nettet eller frykter slike betydelige bidrag.
2. Områder der det er eller skal installeres distribuert produksjon.
3. Områder av nettet der man allerede vet (ut fra kundeklager og tidligere målinger etc) at forstyrrelsene/variasjonene i spenningen er større enn i de øvrige deler av nettet til selskapet.

Disse tre punktene kan inngå i inndelingen i karakteristiske nett, men representerer typisk forhold der man tydeligst har en forventning om påvirkning av spenningskvaliteten fremfor mange av de andre faktorene man kan dele inn nettet etter. De fleste nettselskap som er over middels aktive innenfor spenningskvalitetsmålinger ser først ut til å følge prinsippet med karakteristiske uavhengig av forventninger om nivået av forstyrrelser dersom de har utplassert (eller skal utplassere) flere instrumenter enn de mener de trenger for typisk å følge opp forhold som nevnt i de tre punktene over. Sett fra SINTEF Energi sitt ståsted synes dette å være meget rasjonelle og fornuftige prioriteringer. For nettselskap som har plassert ut mer enn bare noen relativt få instrumenter vil man likevel i ettertid gjerne kunne konstatere betydelige forskjeller mellom målepunktene mht kundesammensetning, kabel og luftnett, spenningsnivå, kortslutningsytelse, jordingssystem etc. til at man faktisk har måling i flere karakteristiske nett/målepunkt enn hva nettselskapet egentlig planla eller selv var klar over.

Hos nettselskapene som er under middels aktive med hensyn til spenningskvalitetsmålinger synes også prioriteringene å være litt de samme som hos de mer aktive nettselskapene. Det betyr at også disse selskapene til en viss grad prioriterer kontinuerlige målinger i områder av nettet der man vet man har utfordringer med spenningskvalitet eller kanskje bare mistenker slike utfordringer. Blant disse nettselskapene er det også en del som ikke rapporterer om slike problemnett eller mulige problemnett og som mener de etter beste evne har vurdert målepunkt(er) ut fra hensynet til karakteristiske nett. Det synes imidlertid som de fleste av disse har begrenset oppdelingen i karakteristiske nett basert på svært få parametre/karakteristikker i nettet, eksempelvis ut fra andelen kabel eller luftnett, samt type sluttbrukere. Det må også legges til at noen av de deltakende nettselskapene i spørreundersøkelsen er så små at de vil ha et beskjedent antall aktuelle målepunkter å velge mellom.

## **5.2 FORBEREDELSE FØR UTPLASSERING AV MÅLEINSTRUMENTER**

Enkelte av nettselskapenes svar i spørreundersøkelsen antydte at en del nettselskap tar utplassering av måleinstrumenter for kontinuerlige målinger ”litt på sparket”. Det vil si at planlegging og vurderinger på forhånd er veldig begrenset. Dybdeundersøkelsen bekreftet dette ved to av de fire selskapene som ble intervjuet. Selv om man på forhånd sjekket at det var måletransformatorer sjekket man eksempelvis ikke om det var strømtransformator i alle tre faser, hvilken målenøyaktighet måletransformatorene hadde (både 50 Hz og andre frekvenser) og hvor god eller dårlig dekning det var for mobilt bredbånd. Det synes klart at det er betydelig forskjell i profesjonalitet på dette området mellom nettselskapene. Noen nettselskap ser imidlertid ut til å ta konsekvensen av dette ved å gå inn i samarbeid med tilstøtende nettselskap slik at disse tar seg av utplassering og drift av målesystemet.

Under en av befaringene fikk vi også påvist ved to målepunkter at selv om nettselskapet mente de hadde kontroll på faserekkefølgen så var dette kun tilsynelatende og kun lokalt, d.v.s. at L1, L2 og L3 ikke var forankret i en generell referanse. Nettselskapet hadde altså passet på at målespenningene på måleinngangene til instrumentene var 120 grader forskjøvet i riktig rekkefølge og at de tilhørende fasestrømmene var tilkoblet riktige strømtilkoblinger på instrumentene. Nettselskapet hadde imidlertid ikke sjekket at fase L1 i det ene målepunktet korresponderte med fase L1 i det andre målepunktet. Dette kan nok i noen tilfeller være en utfordring da SINTEF Energi AS flere ganger tidligere har konstatert feil merking av faser på måletransformatorer i høyspenningsanlegg. Det kan derfor være meget fornuftig at nettselskap benytter de første målte betydelige forstyrrelsene i nettet (spenningsdipp/ kortslutninger, koblingsoverspenninger etc) til å sjekke at det er konsistens mellom fasene i de ulike målepunktene.



### 5.3 ANVENDELSE AV MÅLEDATAENE I NETTSELSKAPENE

Dybdeundersøkelsene bekrefter at bruken av måledataene fra spenningskvalitetsmålinger fra kontinuerlige målinger er svært lav hos de aller fleste nettselskapene i motsetning til målinger ved kundeklager. Det foretas imidlertid vanligvis ganske grundig feilanalyse og vurderinger av målinger i forbindelse med kundeklager. Disse resultatene brukes også etter feilanalysen ganske ofte til rapportering til kunder og/eller internt i nettselskapet. Men for data fra kontinuerlige målinger er selv feilanalyse av dataene ikke alltid prioritert. Som en representant for et av selskapene uttalte: *”De forhold som målesystemet vårt klarer å varsle oss om automatisk vurderer vi som regel årsakene til og konsekvensene av. Det er ikke alltid vi har tid til dette, men vi prøver å følge opp så godt vi kan. Det vi imidlertid så langt ikke har gjort er å sette oss ned å manuelt gå gjennom og analysere andre feil enn avbrudd og store spenningsdipp, det vil si spenningsprang, overharmoniske spenninger, ubalanse osv. Slike analyser har vi frem til nå ikke foretatt på de kontinuerlige målingene.”* Dette er et av de mer aktive nettselskapene innenfor spenningskvalitetsmålinger i Norge.

For de nettselskapene som tar vare på alle rådataene fra de kontinuerlige målingene og ikke foretar en betydelig komprimering/aggregering av dataene vil imidlertid måledataene være fullt tilgjengelige for eventuelle analyser og statistikk på et senere tidspunkt dersom behovet for dette melder seg senere eller dersom NVE samler inn måledata for analyser av måledataene på et nasjonalt plan.

## 6 VURDERING AV KARAKTERISTISKE NETTANLEGG

Denne arbeidsoppgaven gikk blant annet ut på å bruke resultatene fra spørreundersøkelsene til å vurdere hvorvidt dagens plassering av måleinstrumenter er godt nok i forhold til å anskaffe et tilfredsstillende statistisk underlag for både lokale, regionale og nasjonale statistikker av ulike leveringskvalitetsparametere.

Resultatene fra spørreundersøkelsen viser at målepunktene som er opprettet pr mai 2009 samlet sett dekker svært mange ulike aspekter ved det norske kraftnettet og således vil kunne være grunnlag for tilfredsstillende gode statistikker over spenningskvalitet i det norske kraftnettet. Både nasjonalt og regionalt dekker målepunktene mange aspekter ved ulike karakteristiske nettforhold. Når man går helt ned på lokale forhold som eksempelvis områder dekket av bare ett enkelt nettselskap varierer det derimot sterkt i hvor stor grad dagens målepunkter skal kunne regnes som tilfredsstillende eller ikke for å se på flere ulike karakteristiske nett. For at man skal få dekket mange karakteristiske nettforhold helt ned på mindre lokale områder måtte man flere steder ha økt antallet måleinstrument betraktelig. Det synes vanskelig å konkludere med at dette vil være hensiktsmessig og økonomisk rasjonelt da det oppnås beskjedne fordeler og forbedringer i mulig statistikkgrunnlag.

Dersom NVE får nødvendige opplysninger om de karakteristiske forhold (systemspennings, kortslutningsytelse, kundesammensetning, kabelnett/luftnett etc.) for alle målepunktene vil dette med stor sannsynlighet kunne gi tilfredsstillende statistikk både nasjonalt, regionalt og delvis lokalt selv om ikke alle mindre lokale områder er like godt dekket.

Prosjektet skulle også vurdere nettselskapenes faktiske inndeling av eget nett i karakteristiske nettanlegg. I en beskrivelse av karakteristiske nett med hensyn til variasjoner i spenningskvaliteten vil det være naturlig å ta med mange forhold ved nettet. Noen av de viktigste parametrene er nevnt i listen under:

- Spenningsnivå (systemspenning)
- Systemjording
- Kortslutningsytelse
- Andelen kabel- kontra luftnett
- Geografi/beliggenhet
- Klimatiske påkjenninger
- Kundensammensetning/kundetyper (industri, næring, husholdning etc)
- Alder på nettet/komponentene i nettet (gamle kontra nye nett)
- Nett med kundeklager kontra nett uten tidligere kundeklager
- Nett med eller uten distribuert produksjon

Spørreundersøkelsen har vist at nettselskapene har et ganske forenklet forhold til inndeling av sitt eget nett i karakteristiske nett for valg av faste målepunkt (kapittel 4.4.3 til 4.4.5 og kapittel 5.1) og i beste fall vurderer bare en eller noen ganske få av parametrene nevnt over.

Steder der nettselskapene allerede har erfart problemer, der ny større last eller ny produksjon skal inn i fordelingsnettet, eller der nettselskapet av ulike årsaker mistenker at de har problemer/utfordringer, får prioritet. Det er i følge intervjuene og spørreundersøkelsen en relativt lav andel av de faste målepunktene som er opprettet kun med fokus på å plassere instrumentene i nettpunkter med ulike karakteristiske trekk som eksempelvis kortslutningsytelse, systemjording, alder på nettet med flere. Hos de nettselskapene som har ganske mange måleinstrumenter vil likevel målepunktene i praksis representere et ganske bra utvalg av selskapets karakteristiske nett. Hos nettselskap med bare 1 eller 2 måleinstrument vil målepunktene slett ikke alltid gjøre det.

Som nevnt i kapittel 5.1 varierer nettselskapenes prioriteringer noe, men de fleste legger betydelig vekt på de utfordringene selskapet ser i nettet fremfor de tekniske forskjellene i nettet deres. SINTEF Energi AS anser det som fornuftig at nettselskapene prioriterer de utfordringer de vet de har i nettet eller mistenker de har når det gjelder valg av målepunkter. Dersom dette blir gjennomført som et kompromiss med også et visst minimum av vurdering av karakteristiske nettanlegg hos selskapet bør dette være en akseptabel praksis. Flere nettselskap kan i dag sies å ha valgt faste målepunkter i tråd med dette.

Dersom det skal ha stor hensikt å få nettselskapene til å plassere instrumentene etter en veldig detaljert inndeling i karakteristiske nett vil det være nødvendig med et betydelig høyere antall måleinstrumenter utplassert enn hva som finnes i dag. Dette vil imidlertid ha begrenset nytte når man betrakter spenningskvalitetsmålingene nasjonalt og regionalt og vil først og fremst ha nytte ved lokale statistikker i enkelte deler av Norge. Noe av det man eventuelt kan miste ved for lite bevissthet og vurdering av detaljene rundt karakteristiske nett ved valg av målepunktene hos nettselskapene vil kompenseres/utjevnes når måledataene inngår i en større sentral database med mange målepunkt og databasen inneholder de viktige detaljene rundt målepunktet og nettet ved målepunktet.

SINTEF Energi AS ser derfor ikke noen stor grunn til å endre kravene i FoL til nettselskapenes valg av målepunkter ut fra inndeling av egne nett i karakteristiske nett. Det kan imidlertid med fordel kanskje foretas litt opplysning og opplæring av ganske mange nettselskaps personell med hensyn til forhold i nettet som bidrar til nettets karakteristikk. Dette kan være så enkel informasjon som en liste over nettparametere viktige for spenningskvaliteten (som vist på forrige side) og informasjon om betydningen av disse. Denne informasjonen kan eventuelt inngå i en fremtidig utgave av FoL.

Dersom man velger å videreføre dagens praksis understøttet av mer opplysning/informasjon til nettselskapene burde dette ikke medføre tekniske eller økonomiske konsekvenser av betydning. En innskjerping med strengere regler for inndelingen i karakteristiske nett vil sannsynligvis heller ikke ha veldig store tekniske eller økonomiske konsekvenser. Det kan imidlertid medføre at flere nettselskap må anskaffe flere måleinstrumenter og vil på denne måten medføre økonomiske konsekvenser i form av kjøp av flere instrumenter og etablering av flere faste målepunkter.

## 7 MINIMUMSLØSNING FOR KONTINUERLIGE MÅLINGER

Prosjektet skulle gi anbefalinger til en minimumsløsning ved utplassering av måleinstrumenter for kontinuerlig registrering av leveringskvalitet.

### 7.1 HVA SKAL INSTRUMENTENE KUNNE MÅLE?

Det første som synes naturlig å gripe fatt i med hensyn til eventuelle endringer i FoL er krav hva instrumentene skal måle. I dag må nettselskapene ha måleutstyr tilgjengelig for å kunne måle alle parametere i forbindelse med kundeklager. De kan benytte instrumenter som ikke kan måle alle parametrene når de skal måle på en plass der de eksempelvis ut fra rapporterte symptomer har en klar formening/mistanke om hva slag avvik/forstyrrelser som skaper problemer. I slike tilfeller kan en måle på nytt med et annet instrument for å fange opp de parametrene som det første instrumentet ikke kunne dersom målingene med det første instrumentet ikke førte fram. Ved kontinuerlige målinger er dagens krav til parameterne som skal måles veldig begrenset. Det er bare noen få parametere som må måles, mens intervjuene og spørreundersøkelsen har vist at i praksis så har nettselskapene i all hovedsak instrumenter som kan måle alle de viktigste spenningskvalitetsparametrene.

Med noen få unntak slik som interharmoniske spenninger og signaltransmisjon på nettet som en del måleinstrumenter fremdeles ikke måler, bør man vurdere å stille krav til at alle de vanlige og viktige spenningskvalitetsparametrene nevnt i FoL (og EN50160) måles. De fleste nettselskapene måler dette allerede og har altså ikke slått av målingen av de parametrene som FoL ikke krever målt ved kontinuerlige målinger. For de fleste nettselskap medfører altså dette ikke merarbeid og merkostnader da de allerede måler og samler inn de fleste parametrene. Det synes å være bare noen få nettselskap som har valgt å ikke måle andre parametre enn pålagt gjennom FoL. I den grad antallet måleparametere skal begrenses noe kan dette være å redusere antall overharmoniske komponenter til eksempelvis å ikke inkludere like harmoniske over 2.harmonisk, odde harmoniske som er multiplum av 3 over 9.harmonisk og odde harmoniske over 25.harmonisk.

Så lenge nettselskapene ikke foretar omfattende analyser og bearbeiding av måledataene fra de kontinuerlige målingene vil flere måleparametre i hovedsak medføre økt dataoverføring og økt behov for datalagring (plass) som i dag innebærer relativt lave kostnader.

### 7.2 MINIMUMSKRAV TIL ANTALL INSTRUMENTER

Minimumskrav til nødvendig antall instrumenter er nok kanskje det som har vært vanskeligst å vurdere og å anbefale i dette arbeidet. Når man ser på de store variasjonene i antall instrumenter mellom nettselskap av grovt sett samme størrelse og at enkelte store nettselskap har flere instrumenter enn mindre nettselskap så kan man spørre seg om hvilke faktorer som forårsaker så store forskjeller.

- Ulike oppfatninger av kravene i FoL og inndelingen i karakteristiske nettanlegg?
- Ulikt fokus og prioritet på spenningskvalitetsmålinger ut fra erfaringer fram til i dag?

Figurene 10 til 14 i kapittel 4.4.2 oppsummerer godt situasjonen med hensyn til det varierende antallet faste målepunkter hos nettselskapene som i meget liten grad ser ut til å ha sammenheng med størrelsen på selskapene. Likevel mener SINTEF Energi at det bare er 5-7 nettselskap som har et litt for lavt antall måleinstrumenter. Når man tar hensyn til hvert enkelt nettselskaps utfordringer med spenningskvalitet (forurensende kunder etc) er SINTEFs vurdering at ingen av nettselskapene har unødvendig mange målepunkter selv om noen få selskap har veldig god dekning av sitt nett. Denne helhetsvurderingen er gjort opp mot nettselskapenes størrelse mht utbredelsen av nettet og antall nettkunder.

Dersom det skal settes noe konkret krav til minimum antall måleinstrumenter anses fremdeles 1 instrument som naturlig for de aller minste nettselskapene. Det vil være mulig å lage en formel som veier flere parametere som antall nettkunder, nettstasjoner, transformatorstasjoner, km kabel, km luftlinje osv som parametere som sammen avgjør det nødvendige minimum antall instrumenter, men SINTEF anser dette som uhensiktsmessig da hensyn til målinger ved kjente utfordringer eller mistanke om slike utfordringer bør prioriteres høyere. Dersom et minimums antall instrumenter avhengig av størrelsen på nettselskapet likevel ønsket innført foreslås det likevel å holde dette enkelt ved for eksempel å ta utgangspunkt i bare antall nettkunder. Dette kan eksempelvis gjøres ved at nettselskap med eksempelvis under 100.000 nettkunder må ha minst 1 instrument per 20.000 kunder (men minst 1 instrument) og at nettselskap med flere enn 100.000 kunder må ha ytterligere 1 instrument pr 40.000 kunder for de overskytende kundene.

Det synes fornuftig at det overlates et visst rom til nettselskapene selv å vurdere deres eget behov for målinger ut fra de faktiske utfordringer de har og tidligere har erfart med spenningskvalitet i sitt nettområde. Vi ser en tydelig tendens ut fra denne spørreundersøkelsen at nettselskap som allerede har måttet arbeide aktivt med spenningskvalitet på grunn av slike utfordringer i sitt nett har valgt et høyere antall instrumenter enn nettselskap som i liten grad til nå har hatt slike utfordringer. Dette spillerommet bør nettselskapene ha og dagens moderate krav i FoL til antall instrumenter anbefales videreført.

## 8 RAPPORTERINGSLØSNINGER FOR MÅLERESULTATER

Dersom NVE skal iverksette innsamling av måledata fra nettselskapene i stor skala er det svært avgjørende hvilke dataformat man velger å overføre data på. Dataformatet vil ha stor betydning for forhold som:

1. Hvilke analyseverktøy (programvare) som kan benyttes
2. Hvor store datamengder som må overføres og størrelsen på databasen hos NVE
3. Hvor avanserte om omfattende analyser som kan gjøres av NVE i ettertid

Uansett hvilket av de mest vanlige og anvendelige dataformatene man velger vil man ikke få det beste resultatet for alle de tre nevnte forhold i listen over. Et format vil eksempelvis gi den minste datamengden å overføre (og lagre i en database). Et annet format kan gi størst fleksibilitet med hensyn til hvor mange ulike programmer man kan velge mellom for å kunne importere og analysere oversendte data. Et tredje format vil være det best tilpassede og velegnede til visning på web med nettlesere.

Tre svært viktige faktorer i NVEs vurderinger av en eventuell datainnsamling fra nettselskapene må være:

1. Mulighetene for avanserte/detaljerte analyser av innsendte måledata
2. At det er enkelt og ikke for ressurskrevende for nettselskapene å oversende måledata
3. At det ikke kreves betydelig arbeid og kostnader med å lage helt nye standarder for dataoverføring

### 8.1 DATAFORMAT FOR OVERFØRING AV DATA

Det finnes flere dataformat som er mulig for å overføre målte spenningskvalitetsdata fra nettselskap til NVE. De mest aktuelle vil være:

1. ASCII (ren tekstfil)
2. XML ("webtilpasset" tekstfil)
3. CSV (tekstfil med komma som skilletegn mellom måleverdier)
4. Binært format
5. PQDIF (standardisert filformat for overføring av spenningskvalitetsdata)
6. COMTRADE (standardisert format for overføring av målte hendelser i kraftnett)

#### 8.1.1 ASCII-format

ASCII-formatet kan man si er datafiler som er rene tekstfiler i sin enkleste form. ASCII (American Standard Code for Information Interchange) er et tegnsett beskrevet i en standard for utveksling av tekst mellom datamaskiner. ASCII benytter 7 bit til koder, noe som tillater koding av 128 mulige verdier. 95 av disse er tilordnet store og små bokstaver i det engelske alfabetet (A-

Z), tallene 0-9 og en del andre vanlig forekommende tegn. De øvrige er diverse spesialkoder for regulering av flyt, linjeskift og annet. Moderne tegnsett som brukes i dag er utvidelser av ASCII, mange er også bakoverkompatible med ASCII. ASCII ble innført i 1963 etter at det ble behov for mer utveksling av data mellom de forskjellige stormaskinene som eksisterte på den tiden. Før dette hadde gjerne hver maskin sin egen unike kodetabell, noe som ikke var særlig praktisk. Det grunnleggende problemet er det samme i dag; tekstfiler inneholder ingen metadata som kan opplyse om hvilket tegnsett de er lagret i, og flere enn ett tegnsett er i bruk. Siden man ikke kan vite om ikke-ASCII-tegn i tekstfil vises riktig hos alle mottakere, vil man ofte begrense seg til ASCII-tegn.

De mulige fordelene ved bruk av filer i ASCII-format til overføring av data er først og fremst:

1. Formatet er både menneskelig lesbart og maskinlesbart
2. Datamengden kan bli moderat (ev. lav) om man velger betydelig aggregering/komprimering av data for eksempel i form av tidsaggregering av data.

De største ulempene ved bruk av filer i ASCII-format til overføring av data er først og fremst:

1. Det må nedlegges et betydelig arbeid med å standardisere innholdet i filene tilpasset NVE sine behov da det ikke foreligger noen slik standard for spenningskvalitetsdata på ASCII-format. Leverandørene av spenningskvalitet målestyr i Norge må videre akseptere dette formatet og foreta tilpasninger i sitt utstyr for å støtte formatet for at det skal kunne benyttes nasjonalt.
2. Den nødvendige aggregering (eksempelvis tidsaggregering) av måledata som er nødvendig for at ikke filene skal bli veldig store vil medføre til dels store datatap fra de målte rådata. Dette vil legge betydelige begrensninger på hvilke statistiske analyser NVE vil kunne utføre på måledataene.

### 8.1.2 XML-format

XML formatet kan man si er datafiler i form av litt mer avanserte tekstfiler der en bruker et sett med koder for å beskrive det ulike innholdet i filen. XML (Extensible Markup Language) er et universelt og utvidbart markeringsspråk og en forenklet videreføring av SGML. XML er et verktøy for deling av strukturerte data mellom informasjonssystemer, særlig over internett. XML brukes imidlertid også til koding av dokumenter og som kommunikasjonsmiddel mellom ulike informasjonssystemer og dataformater. Filformatet ".xml" organiserer data i en hierarkisk struktur. Formatet er et vanlig tekstformat, leselig for mennesker (eksempelvis på dataskjerm), der merker, eller tagger, gir informasjon om hva innholdet er.

Spesifikasjonen av XML, som gis ut av W3C (World Wide Web Consortium), fastsetter et metaspråk som andre språk kan defineres ut fra. De eksakte kravene til et konkret språk som bygger på XML fastsettes av en DTD eller et XML-skjema.

Det som bidrar til å gjøre XML velegnet for datautveksling er:

1. Formatet er som ASCII-formatet både menneskelig lesbart og maskinlesbart.
2. Det kan bruke tegnsettet Unicode, som representerer alle nåværende og kjente historiske tegnsystemer.
3. Det er egnet til å representere generelle datastrukturer som databasetabeller, lister og trestrukturer.
4. Formatet er selvdokumenterende ved at det beskriver strukturen og datanavnene i tillegg til selve dataverdiene.
5. Det har en streng syntaks som gjør dataene enkle å tolke for et program.
6. Formatet er godt egnet for visning av datafilene i nettlesere (på web)

De største ulempene ved bruk av filer i XML-format til overføring av data er først og fremst:

1. XML-syntaks er nokså plasskrevende og delvis overflødig (start- og slutttagg med samme metainformasjon). Dette setter større krav til overføringskapasitet og øker lagringskostnader.
2. Det må nedlegges et betydelig arbeid med å standardisere innholdet i filene tilpasset NVE sine behov da det ikke foreligger noen slik standard for spenningskvalitetsdata på XML-format. Leverandørene av spenningskvalitet måleutstyr i Norge må videre akseptere dette formatet og foreta tilpasninger i sitt utstyr for å støtte formatet for at det skal kunne benyttes nasjonalt.
3. Den nødvendige aggregering (eksempelvis tidsaggregering) av måledata som er nødvendig for at ikke filene skal bli veldig store vil medføre til dels store datatap fra de målte rådata. Dette vil legge betydelige begrensninger på hvilke statistiske analyser NVE vil kunne utføre på måledataene.
4. XML krever ofte spesiell parsing (syntaksanalyse) for å hente ut individuelle verdier.

### **8.1.3 CSV (Engelsk: Comma Separated Values)**

CSV filformatet brukes først og fremst for å lagre eller overføre data i form av tabellstrukturer. De ulike parametere plasseres i hver sin kolonne i filen slik at hver linje i filen representerer en tallverdi (i dette tilfellet en måleverdi). En serie med mange verdier for parametrene som er med i filen vil dermed medføre mange linjer i filen. Verdiene for de ulike parametrene på hver linje er skilt med komma. Siden CSV-formatet er et vanlig og enkelt filformat har det fått stor utbredelse for overføring av data på tabellformat (engelsk: tabular data) mellom ulike dataprogrammer.

CSV filformatet representerer veldig gammel teknologi fra tiden før personlige datamaskiner. Innenfor dataterminologien kalles CSV filformatet for en ”flat fil” siden bare en tabell kan lagres i en CSV-fil.



De tydeligste fordelene ved bruk av filer i CSV format til overføring av data er først og fremst:

1. Formatet er direkte lesbart for mennesker på dataskjerm eller papir.
2. Formatet er godt egnet for lagring og overføring av lange tidsserier av måledata for mange målte parametere.

De største ulempene ved bruk av filer i CSV format til overføring av data er først og fremst:

1. Det må nedlegges et betydelig arbeid med å standardisere innholdet i filene tilpasset NVE sine behov da det ikke foreligger noen slik standard for spenningskvalitetsdata på ASCII-format.
2. Formatet er ikke spesielt godt egnet til å lagre og overføre målte kortvarige forstyrrelser (hendelser) slik som eksempelvis spenningsdipp. Dette avhenger av oppløsning, varighet og ikke minst lagring av kurveform eller effektivverdi.

#### **8.1.4 Binære filformat**

Binære datafiler for spenningskvalitetsdata er en del benyttet av fabrikanter av målesystemer blant annet for å reusere filstørrelsen og øke hastigheten på dataoverføring og lesing/skriving av data. De ulike fabrikantene filformat er gjerne proprietære filformat som ikke er kompatible mellom de ulike fabrikatene av slike måleinstrumenter.

Den tydeligste fordelene ved bruk av filer i binært format til overføring av data er først og fremst:

1. Mindre og mer kompakte datafiler enn XML og ASCII med besparelser i dataoverføring og lagring

De største ulempene ved bruk av filer i binært format til overføring av data er først og fremst:

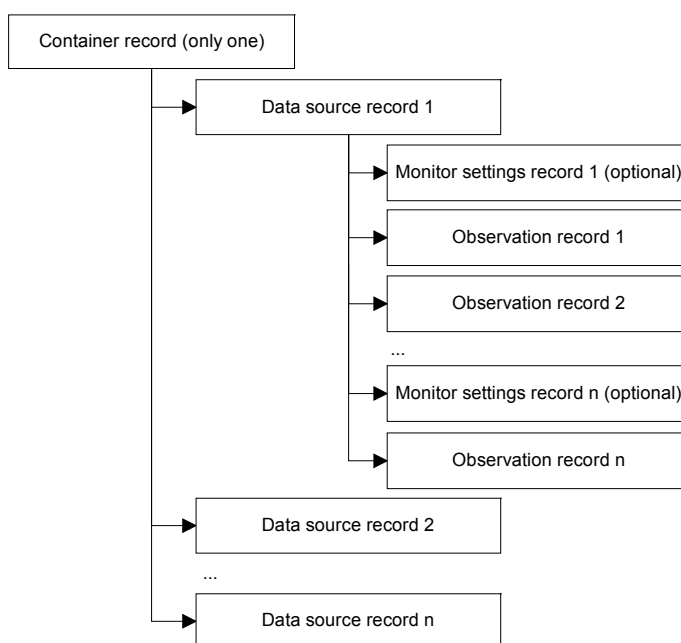
1. Det må nedlegges et betydelig arbeid med å standardisere innholdet i filene tilpasset NVE sine behov da det ikke foreligger noen slik standard for spenningskvalitetsdata på ASCII-format.
2. Formatet er ikke direkte lesbart for mennesker på dataskjerm eller papir.
3. Den nødvendige aggregering (eksempelvis tidsaggregering) av måledata som bør gjøres vil kunne medføre til dels store datatap fra de målte rådata. Dette vil legge begrensninger på hvilke statistiske analyser NVE vil kunne utføre på måledataene.

#### **8.1.5 PQDIF - Power Quality Data Interchange Format (IEEE Std. 1159.3-2003)**

PQDIF formatet (Power Quality Data Interchange Format) er det eneste standardiserte formatet (IEEE Std. 1159.3-2003 – “IEEE Recommended Practice for the Transfer of Power Quality”) for utveksling av spenningskvalitetsdata som er tilpasset utveksling av både enkelthendelser (Eng.: ”events”) og statistiske måleverdier målt over tid (Eng.: ”trends”), [2][3]. PQDIF er faktisk

et binært filformat, men så langt altså det eneste som er internasjonalt standardisert og som mange fabrikanter av målesystemer for spenningskvalitetsmålinger har valgt å støtte med sine målesystemer. PQDIF er altså et fabrikantuavhengig utvekslingsformat for leveringskvalitet måledata (herunder spenningskvalitets måledata). Utviklingen av PQDIF ble startet av EPRI (Electric Power Research Institute) og Electrotek Concepts Inc. PQDIF-formatet gjør det mulig å foreta overføring av spenningskvalitetsdata mellom nettselskaper og NVE uten noen større innsats i form av forarbeide for å spesifisere innholdet i datafilene.

Med PQDIF blir alle måledatene lagret i en enkelt datafil selv om en skulle velge å overføre måledata for eksempel fra et helt kalenderår. Inne i disse filene vil en finne både statistiske måleverdier samt hendelser i form av spenningsforstyrrelser med detaljerte målinger av flere faser spenning og strøm under feilforløpet. Den logiske oppbyggingen av en PQDIF fil er vist i figur 37.



Figur 37. Oppbygning/struktur i en PQDIF fil.

Det som bidrar til å gjøre PQDIF velegnet for datautveksling er:

1. Det foreligger allerede en internasjonal standard som mange av måleutstørsfabrikantene støtter med sitt måleutstyr. Dette vil redusere behovet for arbeid med å spesifisere dataene som skal overføres til NVE til et lite minimum (f.eks. om alle parametere skal overføres).
2. En relativt begrenset aggregering av måledataene ved konvertering til PQDIF for oversendelse vil medføre at NVE vil sitte på en stor grad av rådataene fra målingene og kan foreta avanserte statistiske analyser av måledataene.

De største ulemper ved bruk av filer i PQDIF-format til overføring av data er først og fremst:

1. Datamengden som må overføres til og lagres hos NVE vil bli større enn om man velger eksempelvis ASCII eller XML format med kraftig aggregering av data.
2. PQDIF formatet inneholder foreløpig ikke parameteren spenningsprang. Det er høyst sannsynlig at spenningsprang ("Rapid Voltage Changes") vil bli implementert i PQDIF, men det bør arbeides opp mot IEEE for å få dette implementert så raskt som mulig.

Selv om PQDIF innebærer en overføring av store mengder data vil dette ikke nødvendigvis skape betydelige problemer for overføring av data til NVE og lagring av data ved NVE. SINTEF Energi AS og to av leverandørene av spenningskvalitets måledata på det norske markedet har testet hva som ser ut til å være typisk mengde data for et målepunkt som måler de fleste spenningskvalitetsparametere i et helt år (unntatt spenningsprang). Størrelsen på de fire PQDIF-filene fra relativt typiske målepunkter ble alle på under 200 MB for et helt år (typisk 160 MB). Dette vil utgjøre ca 32 GB per år for eksempelvis 200 målepunkter i det norske kraftnettet. Til sammenligning henter SINTEF Energi AS for tiden inn ca 200 GB med måledata per år fra et svært avansert målesystem med 19 målepunkt per januar 2010. Dette gjøres i regi av 3 store forskningsprosjekt.

#### **8.1.6 COMTRADE (IEEE C37.111-1991)**

Forkortelsen COMTRADE står for COMMon format for TRANsient Data Exchange, som er standardisert gjennom IEEE Std. C37.111-1999 – "IEEE Standard Common Format for transient Data Exchange for Power Systems", [4]

COMTRADE formatet er et standardisert filformat brukt i målesystemer i kraftnettet. Selve måledataene kan være enten i ASCII eller BINÆRT format.

Mens PQDIF kan inneholde mange målinger og dataserier i en enkelt fil, vil COMTRADE formatet lagre hver enkelt hendelse som ett sett av to filer (.CFG/.DAT-filer). Disse COMTRADE-filene er henholdsvis:

1. ".CFG"-filen som beskriver målekonfigurasjonen: antallet analoge og digitale kanaler, smplingshastighet, skaleringsfaktor etc.
2. ".DAT"-filen som inneholder måledata.

Det som bidrar til å gjøre COMTRADE velegnet for datautveksling er:

1. Det foreligger allerede en internasjonal standard som måleutstørsfabrikantene kan forholde seg til. Dette vil redusere behovet for arbeid med å spesifisere dataene som skal overføres til NVE til et lite minimum (f.eks. om alle parametere skal overføres).

Det gjør COMTRADE uegnet til overføring av spenningskvalitetsdata til NVE data er først og fremst:

1. COMTRADE er basert på overføring av enkelthendelser og er uegnet for overføring av statistiske måledata som eksempelvis total harmonisk forvrengning av spenningen hvert 10.minutt eller rms verdien av spenningen hvert minutt.
2. Overføring av data på COMTRADE format vil medføre et stort antall filer.

## 8.2 OPPSUMMERING AV DATAFORMAT/FILFORMAT

Dersom NVE skal begynne å samle inn måledata fra spenningskvalitetsmålinger fra nettselskapene er det et svært avgjørende veivalg NVE må foreta med hensyn til dataformat/filformat. SINTEF Energi AS mener de to beste alternativene er:

1. PQDIF (Power Quality Data Interchange Format, IEEE Std. 1159.3-2003)
2. XML (Extensible Markup Language, W3C)

Det dataformatet/filformatet SINTEF Energi anbefaler å velge er PQDIF. Ved å velge PQDIF som det eneste internasjonale formatet som er laget spesielt for nettopp overføring av spenningskvalitet måledata mellom ulike datasystemer, vil man redusere nødvendig forarbeide med å spesifisere dataoverføringen til et minimum. Det vil kun være nødvendig med et begrenset sett av spesifikasjoner (eksempelvis om alle målte parametere skal overføres) og en ordning med innsamling av måledata vil kunne startes opp raskt.

Den største ulempen med PQDIF-formatet er nok at spenningsstrang ikke er en egen parameter i PQDIF i dag. Det er meget sannsynlig at spenningsstrang ("Rapid Voltage Changes") vil bli implementert i PQDIF, men det bør arbeides opp mot IEEE for å få dette implementert så raskt som mulig. En annen ulempe er at datamengden som må overføres og lagres i en database ved NVE blir ganske stor. Dette utgjør imidlertid ikke større datamengder enn hva som er gjennomførbart med dagens teknologi. I regi av 3 forskningsprosjekt ved SINTEF Energi AS foretas det målinger der innsamlet datamengde per målepunkt er mellom 10 og 20 ganger større enn hva PQDIF-overføring av data vil tilsvare. Det nettselskapet som på tidspunktet for spørreundersøkelsen har flest målepunkt (26 målepunkter) med kontinuerlige målinger, vil kunne sende inn måledata fra alle sine målepunkter i et helt år på en enkelt 4 GB USB "minnepinne".

Dersom man ikke velger PQDIF-formatet anser SINTEF Energi XML-formatet som det best egnede av de øvrige alternativene. Format er menneskelig lesbart, godt tilpasset visning på web/intranett og medfører mulighet for en betraktelig reduksjon av datamengden. Dessuten kan Statnett sine erfaringer med bruk av XML-formatet til rapportering og presentasjon av spenningskvalitet måledata på internett bidra til arbeidet med å lage en spesifisering av overføringsformatet. Det henvises til Statnett sin webside <http://pq.statnett.no> for eksempler på hvordan XML-filer kan vises i en nettleser. I vedlegg 4 i denne rapporten kan man også se ett eksempel på hvordan en XML-fil vil se ut vist i en nettleser. Selve innholdet i XML-filen, med både XML-koder, tallverdier og tekst er vist på de siste sidene i vedlegg 4.

De to store ulempene med bruk av XML-formatet til overføring av spenningskvalitetsdata sammenlignet med PQDIF er:

1. Man vil trenge et betydelig arbeide med å spesifisere innholdet i datafilen som skal overføres og det forventes også å ta en del tid å få til en omforent spesifisering som fabrikantene av målesystemene kan og vil tilpasse seg (et slags spenningskvalitetsmålingenes "FASIT-format"). Dette forventes å bli tidkrevende.
2. Dersom XML-formatet skal være mulig å benytte, må det foretas en betydelig aggregering av måledata med tap av data som følge. Dette vil medføre betydelige begrensninger på hvor detaljerte analyser NVE kan foreta på måledataene.

Valget mellom PQDIF og XML vil ikke være avgjørende for at NVE enkelt skal kan knytte sammen resultater fra de ulike selskapene på en hensiktsmessig måte. Dette vil avhenge av mulighetene/funksjonene i analyseprogrammet og ikke på filformatet.

### **8.2.1 Synspunkter fra leverandører/fabrikanter av spenningskvalitet målesystemer**

SINTEF Energi AS har gjennom flere år hatt mange nyttige diskusjoner med fabrikantene og de norske leverandørene av spenningskvalitet målesystemer

1. Hvilket dataformat vil dere anbefale brukt av NVE i en eventuell obligatorisk innsamling av måledata i valget mellom PQDIF og XML? Evt. Annet foreslått format?

Leverandør/fabrikant A: PQDIF

Leverandør/fabrikant B: PQDIF (sekundært XML)

Leverandør/fabrikant C: PQDIF (sekundært ASCII/binærformat)

Leverandør/fabrikant D: PQDIF

2. Hvilken tilgjengelig analyseprogramvare vil dere anbefale brukt for å foreta store statistiske analyser med flere hundre målepunkter? Dette for å enkelt kunne sammenligne fordelingen av forstyrrelser mellom målepunktene og sammenligne nivået av forstyrrelser mellom ulike geografiske områder, ulike nettyper mht spenningsnivå, kabelnett kontra luftnett med mer. Merk at i listen under er indeksen for leverandør/fabrikant byttet ut fra A til B med 1 til 4. Videre er rekkefølgen på leverandørene/fabrikantene flyttet om slik at man ikke skal kunne knytte svaret i dette punktet opp mot svaret i punktet over.

Leverandør/fabrikant 1: Ikke besvart

Leverandør/fabrikant 2: PQSecure

Leverandør/fabrikant 3: PQView

Leverandør/fabrikant 4: Metrum DB-System

Samtalene med leverandørene/fabrikantene av de mest utbredte spenningskvalitet målesystemene i det norske kraftnettet styrker SINTEF Energi sitt syn på at PQDIF er det best egnede dataformatet/filformatet for overføring av måledata til NVE fra nettselskapenes målinger.

SINTEF har nesten 15 års erfaring med bruk av det omfattende database- og analyseprogrammet PQView. Med så inngående detaljkunnskap og veldig lang brukererfaring på en av de her nevnte programvarene blir det svært vanskelig for SINTEF å foreta en tilstrekkelig nøytral anbefaling av programvare. SINTEF kan bekrefte at PQVIEW i stor grad vil kunne dekke NVE sitt eventuelle behov for analyse av omfattende mengder måledata fra mange målepunkter, men finner det riktig å anbefale at NVE får alle 3 alternativene grundig demonstrert for selv å trekke en konklusjon om hvilket program som vil dekke NVE sine behov best.

### 8.3 SYSTEMKRAV HOS MOTTAKER (NVE)

En ordning med innsamling av måledata fra de kontinuerlige målingene vil ikke stille store krav til mottaker. Datamengdene det her vil være snakk om vil ikke medføre problemer for en ny vanlig PC med eksempelvis firekjerners prosessor, 8 GB RAM, 2 TB disk, 64 bit Windows 7 operativsystem samt SQL database.

Både for import av mottatte måledata inn i en sentral landsdekkende database samt for analyser av måledataene bør mottaker velge en av de allerede tilgjengelige database og analysesystemene som kan håndtere import/eksport av PQDIF datafiler. Dersom NVE velger et annet dataformat enn PQDIF (eksempelvis XML) må man påregne et visst forarbeide med tilpasning av eksisterende analyseprogramvare til import av filer med det innhold og format som da NVE må spesifisere. Alternativet med å lage et helt nytt analyseprogram fra bunnen av vurderes av SINTEF Energi AS å være uhensiktsmessig og kostbart. Hver av leverandørene/fabrikantene av Metrum DB-System, PQSecure og PQView anbefaler bruk av deres eget system til den bruk som NVE vurderer.

Det anbefales at mottaker av dataene til en landsdekkende database bør ha minst 2 til 3 personer med kompetanse til å drifte database- og analysesystemet. Med dette menes kompetanse til å importere måledata manuelt eller å sette opp automatisk import samt foreta avanserte analyser av måledataene. Det er meget viktig at det ikke bare er en person som læres/trenes opp i håndtering av databasen og å foreta analyser.

### 8.4 KVALITETSSIKRING AV DATA

Ved bruk av PQDIF som dataformat for overføring av måledata skal kvalitetssikring av data langt på vei være ivaretatt med hensyn til kvaliteten på konverteringen av måledata til PQDIF-filer for overføring, selve dataoverføringen og dataimporten inn i den landsdekkende databasen. Dersom målingene er foretatt med tiltrekkelig kvalitetssikring (valg av måletransformatorer, innstillinger i instrumentene av målte parametere etc) skal kvaliteten på mottatte måledata være godt ivaretatt. De viktigste punktene for god kvalitet på måledataene i en landsdekkende database er om alle de riktige parametere er slått på for måling i instrumentene og om triggegrenser etc er stilt inn ihht FoL. Dette kan ivaretas både med generell informasjon til nettselskapene, men også ved kontroll via revisjonsbesøk og ved sjekk (stikkprøver) av mottatte måledata (at datafilen inneholder data for alle aktuelle parametere). Det kan være aktuelt med en enkelt sjekk av eksporterte PQDIF-filer

fra hver leverandør av målesystemer (eksisterende leverandører kontra nye som kommer til på markedet).

Dersom NVE velger å starte innsamling av måledata og velger XML eller andre formater der en må lage en dataspesifikasjon (NVE standard) bør man som med feil og avbruddsregistreringen i Norge foreta funksjonstester av datafilene fra de ulike leverandørene slik som FASIT test.

## **8.5 HYPPIGHET FOR RAPPORTERING**

Dersom NVE velger å starte innsamling av måledata fra nettselskapene kan hyppigheten på overføring av data teoretisk være alt fra eksempelvis daglig til en gang i året. Spørsmålet blir imidlertid hva NVE ønsker å oppnå med en rapportering/innsamling av måledata. Skal man drive noen form for løpende kontroll med nettselskapene og spenningskvaliteten eller skal man foreta nasjonale, regionale og lokale analyser og lage statistikk over spenningskvaliteten for å skaffe oversikt over kvaliteten i de ulike områder og følge med på utviklingen over tid. I førstnevnte tilfelle kan overføring av data hver dag eller hver uke være nødvendig, mens det i sist nevnte tilfelle vil være tilstrekkelig med månedlig eller kanskje helst årlig overføring av måledata.

Hyppigheten på overføring av måledata må også ses opp mot hvilken måte dataene skal overføres på. Dersom alle nettselskapene har mulighet for automatiske genererte dataeksportfiler (PQDIF, XML) til faste valgte tidspunkt og muligheten til at disse skrives automatisk til en webside eller FTP-server ligger det ingen tekniske begrensninger eller betydelige kostnader forbundet med hyppig overføring av måledata. Så lenge en del av nettselskapene har målesystemer uten slike muligheter for automatisk eksport av måledata kan det medføre betydelige mengder arbeidstimer og kostnader å foreta hyppige overføringer av data. Dersom det skal være anledning for nettselskapene å oversende måledataene på eksempelvis DVD-plater eller en USB minnepinne bør ikke rapportering/overføring av måledata skje oftere en noen få ganger i året, kanskje helst bare årlig slik som med feil og avbruddsdata. Kapasitetsmessig vil både en DVD-plate og i hvert fall en USB minnepinne lett få plass til alle måledataene for et helt år i PQDIF-format selv for det nettselskapet i Norge med flest faste målepunkter (kontinuerlige målinger).

SINTEF Energi AS vil derfor anbefale overføring av spenningskvalitet måledata 1 gang årlig slik som for feil og avbruddsdata. Man kan om ønskelig eventuelt på et senere tidspunkt foreta dataoverføring hyppigere, om dette er mulig ut fra systemene til nettselskapene.

## **8.6 ARBEIDSMENGDE OG KOSTNADER HOS RAPPORTERINGSPLIKTIG OG MOTTAKER**

Arbeidsmengden hos rapporteringspliktig med innsending av spenningskvalitets måledata vil avhenge mye av om de har målesystemer med mulighet for automatisk eksport av måledata og videre automatisk overføring av dataene til NVE over internett (e-post, FTP- eller HTTP-server). For de som har slike muligheter vil en rapporteringsordning i praksis medføre minimalt med arbeid og kostnader. Det vil før første dataoverføring være behov for å sette opp/stille inn den

automatiske overføringer, men etter dette skal normalt systemet gå helt av seg selv og arbeid kun være nødvendig om det oppstår problemer/feil i målesystemet med eksportering av data. Det skal ikke medføre arbeid for rapporteringspliktig om overføringen skjer bare en gang per år eller en gang hver dag.

For de som ikke har mulighet for en automatisert overføringsprosess vil arbeidsmengden og kostnadene avhenge mye av hyppigheten på dataoverføringen. Overføring av data kun en gang per år bør medføre bare noen få timers arbeid hvert år (for eksempel 1 til 4 timer avhengig av antall målepunkter og datamengde), mens overføring eksempelvis hver uke kan medføre eksempelvis ½ til 1 time hver uke. Relativt sette så vil arbeidsmengden med manuell overføring av data ta vesentlig mer tid desto flere små biter dataene deles opp og må overføres i. Om det skal være anledning til å overføre måledata manuelt som vedlegg til e-post, med DVD-plater eller USB minnepinner etc. bør det som nevnt i kapittel 8.5 ikke være hyppige intervaller for overføring av data. Da vil arbeidsmengden kunne bli unødvendig stor.

Arbeidsmengden hos mottaker for rapporteringen vil også avhenge både av hyppigheten på rapporteringen og av hvor mange som overfører dataene manuelt over DVD-plater og USB minnepinner, om dette tillates. Selv om overføringen utføres manuelt hos nettselskap kan dette være en automatisk prosess hos mottaker dersom eksempelvis nettselskap manuelt laster opp en PQDIF-fil til en HTTP-server eller FTP-server hos mottaker. Dersom overføring av data tillates over medium som DVD-plater og USB minnepinne vil det medføre en betydelig reduksjon i arbeidsmengden også for mottaker ar overføringen skjer eksempelvis bare en gang i året. Da vil man kunne starte importen av store datamengder inn i databasen og arbeide med andre ting mens importen foregår. Antallet ganger man må starte manuell import av data vil også bli betydelig redusert. Automatisert import av eksempelvis PQDIF-filer hos mottaker vil ikke medføre arbeid hos mottaker uavhengig av hyppigheten på dataoverføringen. Flere av de allerede tilgjengelige analysesystemene (databasene) har muligheter for automatisert import av PQDIF-filer.

Så lenge NVE unngår kombinasjonen av hyppig rapportering og at nettselskapene og mottaker må foreta manuelt arbeid med de overførte måledataene bør en rapporteringsordning ikke medføre kostnader av betydning. Hyppig rapportering bør bare kombineres med et krav til systemene både hos rapporteringspliktig og mottaker om fullt ut automatisert opplegg for eksport, overføring og import av data.

## **8.7 KVALITET VED UTARBEIDELSE AV LOKALE, REGIONALE OG NASJONALE STATISTIKKER**

Dersom NVE skal innføre en rapporteringsordning der man samler inn spenningskvalitet måledata fra nettselskapene anser SINTEF Energi AS det helt nødvendig at nettselskapene ved første gangs innsending av måledata for et målepunkt, må oppgi en del viktige karakteristikk/parametere for målepunktet. Dette vil være parametere som spenningsnivå, kortslutningsytelse, kundesammensetning, systemjording, geografisk plassering/sted, andel kabelnett/luftnett med mer. Dette vil være avgjørende for kvaliteten på statistikker fra den landsdekkende databasen, men ikke minst for mulighetene man vil ha for å foreta analyser og lage statistikk for ulike forhold



i nettet. Det vil da være mulig å sammenligne spenningskvaliteten mellom nett med ulikt kortslutningsnivå, luftnett kontra kabelnett, konsentrasjoner av ulike sluttbrukere, ulike deler av Norge (kystnært/innland, nord/sør etc.) etc. Dersom NVE velger å starte en nasjonal innsamling av måledata må også NVE vurdere om denne innsamlingen kun skal gjelde de kontinuerlige målingene eller også målinger ved kundeklager. Bruk av data fra kundeklagemålinger vil kunne gi en del utfordringer ut over det man vil ha med de kontinuerlige målingene. Dette er forhold som:

- Mange kundeklagemålinger er enfase og ikke alle forstyrrelsene fanges opp av målinger i en fase.
- Kundeklagemålinger foregår gjerne bare en uke til noen få uker og vil være noe mer komplisert å sammenligne statistisk med kontinuerlige målinger.
- Antallet målepunkter for kundeklagemålinger vil etter relativt få år bli veldig høyt i forhold til de kontinuerlige målingene dersom man samler inn alle eller de fleste kundeklagemålinger.

Det viktigste argumentet for å samle inn måledata fra kundeklagemålinger er å få informasjon og statistikk over spenningskvalitet i lavspenningsnettet da det ikke foretas kontinuerlige målinger der. Her må man imidlertid være bevisst på at med bare kundeklagemålinger kan man forvente mere forstyrrelser og lavere nivå av spenningskvalitet enn hva som er gjennomsnittet i nettet.

Utover god informasjon om de enkelte målepunktene vil mottaker behøve et godt analyseprogram med tilstrekkelige muligheter for analyser over mange målepunkter samt dyktige medarbeidere for å ivareta god kvalitet ved analyser og utarbeidelse av statistikker. Som tidligere nevnt anbefaler SINTEF at NVE får grundig demonstrasjon av de mest aktuelle programvarene.

## 9 OPPSUMMERING/KONKLUSJONER

Spørreundersøkelsen har vist at de aller fleste nettselskapene har et ganske forenklet forhold til inndeling av sitt eget nett i karakteristiske nett for valg av faste målepunkt og i beste fall vurderer bare en eller noen ganske få av parametrene nevnt som eksempel under

- Spenningsnivå (systemspenning)
- Systemjording
- Kortslutningsytelse
- Andelen kabel- kontra luftnett
- Geografi/beliggenhet
- Klimatiske påkjenninger
- Kundesammensetning/kundetyper (industri, næring, husholdning etc)
- Alder på nettet/komponentene i nettet (gamle kontra nye nett)
- Nett med kundeklager kontra nett uten tidligere kundeklager
- Nett med eller uten distribuert produksjon

Samlet sett dekker likevel målepunktene til nettselskapene svært mange ulike aspekter ved det norske kraftnettet og således vil kunne være grunnlag for tilfredsstillende gode statistikker over spenningskvalitet. Dersom NVE får nødvendige opplysninger om de karakteristiske forhold (systemspennings, kortslutningsytelse, kundesammensetning, kabelnett/luftnett etc.) for alle målepunktene vil dette med stor sannsynlighet kunne gi tilfredsstillende statistikk både nasjonalt, regionalt og delvis lokalt selv om ikke alle mindre lokale områder er godt dekket.

SINTEF Energi AS ser ikke noen stor grunn til å endre kravene i FoL til nettselskapenes valg av målepunkter ut fra inndeling av egne nett i karakteristiske nett. Det kan imidlertid med fordel kanskje foretas litt opplysning og opplæring av ganske mange nettselskaps personell med hensyn til forhold i nettet som bidrar til nettets karakteristikk. Dette kan være så enkel informasjon som en liste over nettparametere viktige for spenningskvaliteten (som vist på forrige side) og informasjon om betydningen av disse. Denne informasjonen kan eventuelt inngå i en fremtidig utgave av FoL.

Dersom man velger å videreføre dagens praksis understøttet av mer opplysning/informasjon til nettselskapene burde dette ikke medføre tekniske eller økonomiske konsekvenser av betydning. En innskjerping med strengere regler for inndelingen i karakteristiske nett vil sannsynligvis heller ikke ha veldig store tekniske eller økonomiske konsekvenser. Det kan imidlertid medføre at flere nettselskap må anskaffe flere måleinstrumenter og vil på denne måten medføre økonomiske konsekvenser i form av kjøp av flere instrumenter og etablering av flere faste målepunkter.

Med noen få unntak slik som interharmoniske spenninger og signaltransmisjon på nettet som en del måleinstrumenter fremdeles ikke måler, bør man vurdere å stille krav til at alle de vanlige og viktige spenningskvalitetsparametrene nevnt i FoL (og EN50160) måles. De aller fleste nettselskapene har allerede instrumenter som kan måle dette i dag og de fleste har heller ikke slått av målingen av de parametrene som FoL ikke krever målt ved kontinuerlige målinger. For de fleste nettselskap medfører altså dette ikke merarbeid og merkostnader da de allerede måler og

samler inn de fleste parametrene. Det synes å være bare noen få nettselskap som har valgt å ikke måle andre parametre enn pålagt gjennom FoL. I den grad antallet måleparametere skal begrenses noe kan dette være å redusere antall overharmoniske komponenter til eksempelvis å ikke inkludere like harmoniske over 2.harmonisk, odde harmoniske som er multiplum av 3 over 9.harmonisk og odde harmoniske over 25.harmonisk.

Dersom det skal settes noe konkret krav til minimum antall måleinstrumenter anses fremdeles 1 instrument som naturlig for de aller minste nettselskapene. Det vil være mulig å lage en formel som veier flere parametre som antall nettkunder, nettstasjoner, transformatorstasjoner, km kabel, km luftlinje osv som parametre som sammen avgjør det nødvendige minimum antall instrumenter, men SINTEF anser dette som uhensiktsmessig da hensyn til målinger ved kjente utfordringer eller mistanke om slike utfordringer bør prioriteres høyere. Dersom et minimums antall instrumenter avhengig av størrelsen på nettselskapet likevel ønsket innført foreslås det likevel å holde dette enkelt ved for eksempel å ta utgangspunkt i bare antall nettkunder. Dette kan eksempelvis gjøres ved at nettselskap med eksempelvis under 100.000 nettkunder må ha minst 1 instrument per 20.000 kunder (men minst 1 instrument) og at nettselskap med flere enn 100.000 kunder må ha ytterligere 1 instrument pr 40.000 kunder for de overskytende kundene.

Det synes fornuftig at det overlates et visst rom til nettselskapene selv å vurdere deres eget behov for målinger ut fra de faktiske utfordringer de har og tidligere har erfart med spenningskvalitet i sitt nettområde. Vi ser en tydelig tendens ut fra denne spørreundersøkelsen at nettselskap som allerede har måttet arbeide aktivt med spenningskvalitet på grunn av slike utfordringer i sitt nett har valgt et høyere antall instrumenter enn nettselskap som i liten grad til nå har hatt slike utfordringer. Dette spillerommet bør nettselskapene ha og dagens moderate krav i FoL til antall instrumenter anbefales videreført.

Det dataformatet/filformatet SINTEF Energi anbefaler å velge er PQDIF. Ved å velge PQDIF som det eneste internasjonale formatet som er laget spesielt for nettopp overføring av spenningskvalitet måledata mellom ulike datasystemer, vil man redusere nødvendig forarbeide med å spesifisere dataoverføringen til et minimum. Den største ulempen med PQDIF-formatet er nok at spenningsprang ikke er en egen parameter i PQDIF i dag. Det er meget sannsynlig at spenningsprang ("Rapid Voltage Changes") vil bli implementert i PQDIF, men det bør arbeides opp mot IEEE for å få dette implementert så raskt som mulig. Dersom man ikke velger PQDIF-formatet anser SINTEF Energi XML-formatet som det best egnede av de øvrige alternativene.

SINTEF har nesten 15 års erfaring med bruk av det omfattende database- og analyseprogrammet PQView. Med så inngående detaljkunnskap og veldig lang brukererfaring på en av de her nevnte programvarene blir det svært vanskelig for SINTEF å foreta en tilstrekkelig nøytral anbefaling av programvare. SINTEF kan bekrefte at PQVIEW i stor grad vil kunne dekke NVE sitt eventuelle behov for analyse av omfattende mengder måledata fra mange målepunkter, men finner det riktig å anbefale at NVE får alle 3 alternativene grundig demonstrert for selv å trekke en konklusjon om hvilket program som vil dekke NVE sine behov best.

Både for import av mottatte måledata inn i en sentral landsdekkende database samt for analyser av måledataene bør mottaker velge en av de allerede tilgjengelige database og analysesystemene som kan håndtere import/eksport av PQDIF datafiler. Dersom NVE velger et annet dataformat enn PQDIF (eksempelvis XML) må man påregne et visst forarbeide med tilpasning av eksisterende analyseprogramvare til import av filer med det innhold og format som da NVE må spesifisere. Alternativet med å lage et helt nytt analyseprogram fra bunnen av vurderes av SINTEF Energi AS å være uhensiktsmessig og kostbart. Hver av leverandørene/fabrikantene av Metrum DB-System, PQSecure og PQView anbefaler bruk av deres eget system til den bruk som NVE vurderer.

Det anbefales at mottaker av dataene til en landsdekkende database bør ha minst 2 til 3 personer med kompetanse til å drifte database- og analysesystemet. Med dette menes kompetanse til å importere måledata manuelt eller å sette opp automatisk import samt foreta avanserte analyser av måledataene. Det er meget viktig at det ikke bare er en person som læres/trenes opp i håndtering av databasen og å foreta analyser.

De viktigste punktene for god kvalitet på måledataene i en landsdekkende database er om alle de riktige parametere er slått på for måling i instrumentene og om triggegrenser etc er stilt inn ihht FoL. Dette kan ivaretas både med generell informasjon til nettselskapene, men også ved kontroll via revisjonsbesøk og ved sjekk (stikkprøver) av mottatte måledata (at datafilen inneholder data for alle aktuelle parametere). Det kan være aktuelt med en enkelt sjekk av eksporterte PQDIF-filer fra hver leverandør av målesystemer (eksisterende leverandører kontra nye som kommer til på markedet).

Dersom NVE velger å starte innsamling av måledata og velger XML eller andre formater der en må lage en dataspesifikasjon (NVE standard) bør man som med feil og avbruddsregistreringen i Norge foreta funksjonstester av datafilene fra de ulike leverandørene slik som FASIT test.

SINTEF Energi AS vil derfor anbefale overføring av spenningskvalitet måledata 1 gang årlig slik som for feil og avbruddsdata. Man kan om ønskelig eventuelt på et senere tidspunkt foreta dataoverføring hyppigere, om dette er mulig ut fra systemene til nettselskapene.

## 10 REFERANSER

- [1] Forskrift om leveringskvalitet (FoL) [www.lovdata.no](http://www.lovdata.no) (FOR-2004-11-30-1557)
- [2] "Power Quality Data Interchange Format – PQDIF",  
<http://grouper.ieee.org/groups/1159/3/pqdif.html>
- [3] "IEEE Std. 1159-3 PQDIF", <http://www.pqview.net/ieee-pqdif.asp>
- [4] "IEEE COMTRADE LIBRARY", <http://decibel.ni.com/content/docs/DOC-1193>



**VEDLEGG 1 – KONKURRANSEGRUNNLAGET FRA NVE**





## Konkurransesgrunnlag

### Konsulentbistand vedrørende leveringskvalitet; måling og rapportering av spenningskvalitet.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) ønsker å gjennomføre et forskningsprosjekt vedrørende leveringskvalitet; måling og rapportering av spenningskvalitet. Prosjektbeskrivelsen gitt i dette notatet vil inngå som et vedlegg til en fremtidig avtale om konsulentoppdrag. Øvrige rammer for et eventuelt konsulentoppdrag med NVE fremgår av vedlagte utkast til avtale.

## 1 Prosjektbeskrivelse

### 1.1 Bakgrunn

Forskrift om leveringskvalitet trådte i kraft 1.1.2005. Denne fastslo blant annet at alle nettselskap kontinuerlig skal måle spesifiserte spenningskvalitetsparametere i ulike karakteristiske nettanlegg, jf forskriftens § 2A-2. Kravet om kontinuerlige målinger ble gitt med ett års utsettende virkning, dvs fra 1.1.2006. Utsettende virkning var viktig slik at nettselskapene skulle få tid til å etablere fastmonterte instrumenter i egne nettanlegg samt få tid til å utrede en fornuftig inndeling av egne nettanlegg i ulike karakteristiske nettanlegg. Forskrift om leveringskvalitet stiller også krav til at det utføres nødvendige målinger ved henvendelser som gjelder misnøye ved leveringskvaliteten, når det ikke er en åpenbar årsak til misnøyen, jf forskriftens § 2-5. Videre skal nettselskapene utføre målinger på oppfordring i henhold til visse kriterier, jf forskriftens § 4-2.

Statistikk for ulike spenningskvalitetsparametere er viktig for at nettselskapene skal kunne ivareta sin informasjonsplikt overfor kundene, at kundene blir i stand til å foreta nødvendige tiltak for å beskytte seg mot forventede avvik, og i spesielle tilfeller fungere som underlag i klagesaker. Det siste vil normalt først fremkomme basert på individuelle undersøkelser etter en henvendelse fra en kunde som er misfornøyd med kvaliteten. Enkelte spenningskvalitetsparametere opptrer stokastisk over året, det er derfor nødvendig med kontinuerlige målinger over tid for å kunne danne seg et bilde av nivået. Det er i første rekke stokastiske spenningskvalitetsparametere NVE har satt krav til kontinuerlig måling av.

Det er nødvendig med tilstrekkelig antall måleinstrumenter utplassert i kraftsystemet for å kunne danne grunnlag for en troverdig statistikk, og dermed mulighet til å kunne informere om forventet fremtidig nivå. Det kan være behov for å konkretisere kravet (dvs øke kravet) fra NVE noe hva gjelder antall og plassering av måleinstrumenter.

### 1.2 Kravspesifikasjon

#### 1.2.1 Oppgave 1

Konsulenten skal studere et representativt utvalg nettselskaper og kartlegge hvordan disse har løst kravet om kontinuerlige målinger av leveringskvalitet, jf forskrift om leveringskvalitet § 2A-2. Konsulenten må selv foreslå et representativt utvalg. Omfanget av det representative utvalget kan bli gjenstand for diskusjon for de tilbydere det blir utført forhandlinger med, jf punkt 9.

Viktige elementer under dette punktet er kartlegging av antall instrumenter, hvilke parametere som registreres, hvordan nettet er delt inn i karakteristiske nettanlegg, plassering av målere, løsning for kommunikasjon og nedlasting av målerresultater, hvordan målerresultatene benyttes av nettselskapene, tidspunkt for idriftsettelse av instrumenter for kontinuerlige registreringer samt andre mulige nyttevirksomheter for nettselskapene.



### 1.2.2 Oppgave 2

Konsulenten skal vurdere hvorvidt dagens plassering av måleinstrumenter er godt nok i forhold til å anskaffe et tilfredsstillende statistisk underlag for både lokale, regionale og nasjonale statistikker av ulike leveringskvalitetsparametere. Det skal tas utgangspunkt i det representative utvalget av nettselskaper benyttet under oppgave 1.

Som et ledd i denne vurderingen skal det vurderes nettselskapenes faktiske inndeling av eget nett i karakteristiske nettanlegg; herunder spenningsnivå, systemjording, kortslutningsytelse, kabel/luftnett, klimatiske påkjenninger, kundesammensetning med videre. Det skal pekes på forskjeller mellom nettselskapene, fordeler og ulemper ved vektlegging av ulike elementer ved definering av karakteristiske nettanlegg og tilhørende konsekvenser.

Konsulenten skal anbefale en optimal inndeling i karakteristiske nettanlegg av det representative utvalgets eget nett, tatt hensyn til å frembringe et troverdig statistisk underlag samt tekniske og økonomiske konsekvenser.

### 1.2.3 Oppgave 3

Konsulenten skal vurdere hva som kan anses å være en minimumsløsning ved utplassering av måleinstrumenter for kontinuerlig registrering av leveringskvalitet; herunder antall instrumenter og fysisk plassering av måleinstrumenter i det norske kraftsystemet.

Detaljeringsgraden på konsulentens anbefaling kan være at en gitt antall prosent av dagens innføringsstasjoner, transformatorstasjoner og nettstasjoner fordelt på ulike karakteristiske nettanlegg skal inneholde et måleinstrument. Konsulentens anbefaling kan også være at dagens forskriftskrav er tilstrekkelig til å danne grunnlag for en troverdig statistikk, gitt at alle nettselskaper oppfyller forskriftens krav.

Konsulentens anbefaling av minimumsløsning skal kunne resultere i et godt nok underlag til å kunne frembringe tilfredsstillende statistikker lokalt, regionalt og nasjonalt. Vurderingen skal videre omfatte hvilke kvalitetsparametere som bør omfattes ved kontinuerlige målinger av leveringskvalitet. Tekniske og økonomiske konsekvenser i forhold til den nåværende situasjonen skal utredes.

### 1.2.4 Oppgave 4

Konsulenten skal utrede en eller flere mulige rapporteringsløsninger for resultater fra kontinuerlige målinger, samt fra nettselskapenes øvrige målinger eksempelvis utført i forbindelse med konkrete kundeforhold. Viktige momenter i en slik utredning vil blant flere være: rapporteringsformat, filformat, systemkrav hos mottaker, hvordan kvalitetssikring av data skal ivaretas, frekvens for rapportering, arbeidsmengde og kostnader både hos rapporteringspliktig og hos mottaker, samt kvalitet ved utarbeidelse av lokale, regionale og nasjonale statistikker, løsninger internasjonalt mv.

Konsulenten skal fremlegge forslag til en helhetlig løsning for rapportering av spenningskvalitetsparametere.

## 2 Overordnet fremdrift i prosjektet

Prosjektet skal starte i 2008 og bør så langt som mulig også avsluttes i løpet av 2008. Tilbyder bes om å foreslå en fremdriftsplan med bakgrunn i prosjektets aktiviteter. I løpet av prosjektperioden skal det avholdes minimum tre prosjektmøter mellom oppdragsgiver og oppdragstaker, hvorav ett oppstartsmøte og ett avslutningsmøte. Foreløpig sluttrapport skal oversendes NVE for gjennomlesning og kommentarer før ferdigstilling. Det skal oversendes månedlige statusrapporter til NVE ved Karstein Brekke på e-post [kab@nve.no](mailto:kab@nve.no).

## 3 Budsjett

Oppdraget skal tilbys utført til en fast pris. Denne kan ikke overstige NOK 500 000,- eksklusive MVA. Fastpris som tilbys skal dekke alle kostnader i tilbyders prosjektbeskrivelse, se også utkast til avtale pkt 2.2.

## 4 Kvalifikasjonskrav

- Skatteattester ikke eldre enn 6 måneder.
- HMS erklæring.

## 5 Tildelingskriterier

NVE ønsker å velge det økonomisk mest fordelaktige tilbudet basert på følgende kriterier:

- Pris, sammenheng pris og leveranse
- Metodikk / løsningsbeskrivelse
- Kvalitet,
  - Under kvalitet vil NVE vurdere tilbyders og evt. underleverandørs kompetanse, herunder relevant bakgrunn og utdannelse, relevant erfaring, evne til å samarbeide og til å kommunisere.

Kriteriene er ikke i prioritert rekkefølge.

## 6 Tilbudets innhold

Tilbudet skal inneholde:

- Hvordan oppdraget skal gjennomføres:  
Innhold, timepriser, prosjektplan, løsningsmetoder og andre forhold.
- Bruk av underleverandør og i hvilke deler av oppdraget.
- Dokumentasjon av avtale / kontrakt med eventuelle underleverandører.
- Eventuelle avvik fra kravene oppstilt i dette dokumentet.
- Skatteattester ikke eldre enn 6 måneder.
- Forslag til detaljert fremdriftsplan med utgangspunkt i rammer gitt av NVE.
- Fastpris for oppdraget, hvor timepris og andre kostnader som ligger til grunn for denne fremgår. Alle kostnader skal inkluderes i tilbudet: (reiser, administrasjon, etc.). Det vises for øvrig til utkast til avtale punkt 2.2.
- Spesifikasjon av tidsbruk/ressursbruk på ulike faser i prosjektet.
- Hvilke personer som vil delta i prosjektet, inkludert CV og beskrivelse av tilgjengelige ressurser for disse.
- HMS erklæring.
- Referanser fra tilsvarende arbeider.
- Merknader og eventuelle forbehold til vedlagt utkast til kontrakt.

## 7 Fremdriftsplan for tilbudsfasen

- Utlysning av prosjektet: 29.5.2008
- Innleveringsfrist for tilbud: 27.6.2008
- Forhandlinger: August i 2008
- Meddelelse om hvem som skal tildeles kontrakt: Juni/juli i 2008
- Tildeling og signering av kontrakt: august/september i 2008

## 8 Vedståelsesfrist

Tilbudene må være gyldig 3 måneder fra innleveringsfrist.

## 9 Tilbudsprosessen

Prosedyre for anskaffelsen vil følge reglene for **konkurrans med forhandling**. NVE ønsker å forhandle med de 3-5 beste tilbydere basert på tildelingskriteriene. NVE forbeholder seg retten til å kunne forkaste alle tilbudene, jf forskrift om offentlige anskaffelser. Tilbudsforespørselen er kunngjort i DOFFIN-databasen.

Tilbudet leveres NVEs hovedkontor 27.6.2008 innen kl 12:00 i nøytral konvolutt, både i papirutgave og på CD-rom, og merkes som følger:

Karstein Brekke

NVE

Middelthunsgt. 29

N - 0301 Oslo

”Konsulentbistand vedrørende leveringskvalitet; måling og rapportering av spenningskvalitet”

”Åpnes kun av adressat”

Kostnader som tilbyder pådrar seg i forbindelse med utarbeidelse og levering vil ikke bli refundert av NVE.

## 10 Spørsmål og svar

Spørsmål av betydning for tilbudet sendes senest én uke før innleveringsfrist på e-post til Karstein Brekke med kopi til Nils Martin Espegren. Eventuelle svar som er relevante for konkurransen legges ut på [www.nve.no](http://www.nve.no) under *Konkurransgrunnlag*. Interesserte leverandører må derfor fram til innleveringsfrist for tilbudet følge med der for å få relevant informasjon som ikke er kommet med i dette konkurransegrunnlaget eller i utlysningsteksten.

## 11 Kontaktpersoner

- Karstein Brekke (e-post: [kab@nve.no](mailto:kab@nve.no))
- Nils Martin Espegren (e-post: [nme@nve.no](mailto:nme@nve.no)).

Vedlegg 1. Utkast til avtale om konsulentoppdrag



**VEDLEGG 2 – PROSJEKTPLAN FRA SINTEF ENERGIFORSKNING AS**





**SINTEF Energiforskning AS**

Postadresse: 7465 Trondheim  
Resepsjon: Sem Sælands vei 11  
Telefon: 73 59 72 00  
Telefaks: 73 59 72 50

www.energy.sintef.no

Foretaksregisteret:  
NO 939 350 675 MVA

# PROSJEKTPLAN

TITTEL

**Måling og rapportering av spenningskvalitet**

MOTTAKER

NVE

MOTTAKERS REF. /KONTAKTPERSON

Hege S. Fadum

BUDSJETT KR (TOTALT)

490.000,-

DATO

2008-10-29

REVIDERT PR.

2009-04-17

PROSJEKTNR.

129999.99

GRADERING

Åpen

ANTALL SIDER

115

ELEKTRONISK ARKIVKODE

080912111017

VÅR KONTAKTPERSON (NAVN, SIGN.)

Helge Seljeseth

START DATO

2008-10-01

SLUTT DATO

2009-06-19

FORSKNINGSSJEF (NAVN, SIGN.)

Petter Støa

AVDELING

Energisystemer

BESØKSADRESSE

Sem Sælands vei 11

LOKAL TELEFAKS

73597250

## BAKGRUNN OG STATUS

Vi viser til konkurransegrunnlaget fra NVE: "Forskrift om leveringskvalitet trådte i kraft 1.1.2005. Denne fastslo blant annet at alle nettselskap kontinuerlig skal måle spesifiserte spenningskvalitetsparametere i ulike karakteristiske nettanlegg, jf forskriftens § 2A-2. Kravet om kontinuerlige målinger ble gitt med ett års utsettende virkning, dvs fra 1.1.2006. Forskrift om leveringskvalitet stiller også krav til at det utføres nødvendige målinger ved henvendelser som gjelder misnøye ved leveringskvaliteten, når det ikke er en åpenbar årsak til misnøyen, jf forskriftens § 2-5. Videre skal nettselskapene utføre målinger på oppfordring i henhold til visse kriterier, jf forskriftens § 4-2."

Etter hva SINTEF Energiforskning er kjent med er det fra januar 2006 og frem til i dag i liten grad foretatt sammenligninger og statistiske undersøkelser av den målte leveringskvalitet hos ulike norske nettselskap (basert på målingene foretatt som en følge av forskrift om leveringskvalitet FoL).

Prosjektet skal vurdere dagens praksis ihht FoL hos et utvalg norske nettselskap og gi anbefalinger vedrørende måling, karakteristiske nett, datainnsamling, kvalitetssikring og analyser av måledata.

## AKTIVITETER

### 1 Studie av et utvalg nettselskapers håndtering av kontinuerlige målinger ihht FoL

Det skal foretas en studie av i størrelsesorden 36 nettselskap som omfatter kartlegging av:

- typer/fabrikat av måleinstrumenter hvert enkelt nettselskap benytter
- antall måleinstrumenter hvert enkelt nettselskap benytter
- hvilke parametere som registreres
- hvordan nettet er delt inn i karakteristiske nettanlegg
- plassering av måleinstrument
- løsning for kommunikasjon og nedlasting av måleresultater
- hvordan måleresultatene benyttes av nettselskapene
- tidspunkt for idriftsettelse av instrumenter for kontinuerlige registreringer
- eventuelle andre eventuelle nyttevirkninger for nettselskapene

Det legges vekt på at utvalget av nettselskap som er med i undersøkelsene inneholder både store, middels store og små nettselskap og at de representerer en geografisk spredning som dekker det meste av Norge. Studien deles i to på grunnlag av hvor dyptgående/detaljert undersøkelsen foretas.

#### 1.1 Dybdeundersøkelse av et moderat antall nettselskap

Det skal foretas en detaljert og dyptgående studie av 6 nettselskap. Prosjektet vil forsøke å besøke flest mulig av disse nettselskapene for detaljerte studier av deres håndtering av målinger ihht FoL. Prosjektet vil gå detaljert inn sammen med personell i nettselskapene og vurdere deres måleinstrumenter og bruken av disse, dataprogrammene som benyttes og på hvilke måter programmene utnyttes og ikke minst hvordan resultatene benyttes og utnyttes i selskapene.

#### 1.2 Enklere undersøkelse av et større antall nettselskap

Det skal foretas en litt mindre omfattende og dermed mindre kostnadskreven studie enn i punkt 1.1 av inntil 30 nettselskap. Denne studien skal foretas i form av utarbeidelse av et spørreskjema som sendes til nettselskapene. Nettselskapene som får tilsendt dette spørreskjemaet skal få tilbud om bistand til å fylle ut spørreskjemaet gjennom en telefonsamtale/intervju slik at man minimerer risikoen for misforståelser/tolkningsfeil av spørsmålene.

### 2 Vurdering av karakteristiske nettanlegg

Basert på resultatene fra undersøkelsene i punkt 1 skal det vurderes hvorvidt dagens plassering av måleinstrumenter er godt nok i forhold til å anskaffe et tilfredsstillende statistisk underlag for både lokale, regionale og nasjonale statistikker av ulike leveringskvalitetsparametere.

Prosjektet skal vurdere nettselskapenes faktiske inndeling av eget nett i karakteristiske nettanlegg; herunder eksempelvis spenningsnivå, systemjording, kortslutningsytelse, kabel/luftnett, klimatiske påkjenninger, kundesammensetning og eventuelle ytterligere forhold/parametere. Eventuelle forskjeller mellom nettselskapene skal rapporteres og eventuelle fordeler og ulemper ved de ulike

nettselskapenes vektlegging av ulike elementer ved definering av karakteristiske nettanlegg og tilhørende konsekvenser skal påpekes.

Prosjektet skal gi anbefalinger med hensyn på inndeling i karakteristiske nettanlegg. Her skal det tas hensyn til å frembringe et troverdig statistisk underlag. Tekniske og økonomiske konsekvenser av de ulike valg mht karakteristiske nettanlegg skal vurderes.

### **3 Anbefaling av minimumsløsning for kontinuerlige målinger ihht FoL**

Prosjektet skal gi anbefalinger til en minimumsløsning ved utplassering av måleinstrumenter for kontinuerlig registrering av leveringskvalitet. Dette omfatter forhold som nødvendig antall instrumenter, hva instrumentene skal kunne måle, fysisk plassering av måleinstrumentene og eventuelle andre forhold. Tekniske og økonomiske konsekvenser av de ulike valg mht en minimumsløsning for kontinuerlige målinger ihht FoL skal vurderes.

### **4 Rapporteringsløsninger for måleresultater**

Prosjektet skal utrede en rapporteringsløsning (eventuelt også en alternativ mulig rapporteringsløsning) for resultater fra kontinuerlige målinger, samt fra nettselskapenes øvrige målinger eksempelvis utført i forbindelse med konkrete kundeforhold. Forhold som skal utredes er:

- Rapporteringsformat
- Filformat
- Systemkrav hos mottaker
- Hvordan kvalitetssikring av data skal ivaretas
- Hyppighet/frekvens for rapportering
- Arbeidsmengde og kostnader både hos rapporteringspliktig og hos mottaker
- Kvalitet ved utarbeidelse av lokale, regionale og nasjonale statistikker

Det skal undersøkes hva som eventuelt finnes av tilsvarende eksisterende løsninger internasjonalt. Videre skal det foretas en undersøkelse blant leverandørene/fabrikantene av de fire målesystemene som er mest utbredt i Norge. Dette for å minimere eventuelle utfordringer/problemer med hensyn til kompatibilitet mellom målesystemer som allerede har betydelig utbredelse i Norge og en foreslått rapporteringsløsning. Arbeidet skal resultere i et forslag til en helhetlig løsning for rapportering av spenningskvalitetsparametere.

### **5 Rapportering fra prosjektet**

Resultatene fra prosjektet skal oppsummeres i en teknisk rapport. Resultatene fra undersøkelsene i prosjektets del 1.1 og 1.2 må holdes anonyme med hensyn til navn på de involverte nettselskap for å sikre minst mulig strategiske svar og størst mulig grad av samarbeidsvilje fra nettselskapene.

Det avholdes et avsluttende møte mellom NVE og SINTEF Energiforskning. Det er i kostnadene for prosjektet lagt til grunn at dette møtet avholdes ved SINTEF Energiforskning i Trondheim. Det er videre lagt til grunn for prosjekttilbudet at rapportering underveis i prosjektet foretas som månedlige kortvarige møter over internett/Interwise der nye resultater, dokumenter etc kan diskuteres. Det kan også gjennomføres et internett/Interwise oppstartsmøte dersom NVE ønsker dette.

## BUDSJETT

<b>Delprosjekt/aktivitet</b>	<b>Kostnad</b>	<b>31/03-09</b>
1.1 Detaljert og dyptgående studie av et moderat antall nettselskap	100.000,-	41.500,-
1.2 Enklere undersøkelse av et større antall nettselskap	90.000,-	61.500,-
2 Vurdering av karakteristiske nettanlegg	80.000,-	39.000,-
3 Anbefaling av minimumsløsning for kontinuerlige målinger	60.000,-	35.000,-
4 Rapporteringsløsninger for måleresultater	90.000,-	77.000,-
5 Rapportering fra prosjektet	70.000,-	18.500,-
<b>TOTALT</b>	<b>490.000,-</b>	<b>272.500,-</b>

Direkteutgifter/reiskostnader vil beløpe seg til ca NOK 55.000,- som er inkludert i totalbeløpet på NOK 490.000,-

Alle kostnader er eks mva.

## FINANSIERING

Prosjektet finansieres av NVE

## FREMDRIFTSPLAN/RAPPORTERING

Den opprinnelige prosjektplanen var basert på at SINTEF Energiforskning startet prosjektet i oktober 2008. Det er aktivitetene 1.1 og 1.2 som måtte startes først da disse gir grunnlaget for mye av arbeidet i de andre aktivitetene. Prosjektet kunne startes opp nesten i henhold til opprinnelig plan. Det ble kun noen få ukers forsinkelse ut fra klarsignal for oppstart fra NVE. Det har imidlertid oppstått en forsinkelse i spørreundersøkelsen på ca 3 måneder som ikke er forårsaket av SINTEF. Det ble en noe sen utsendelse av spørreskjemaene ut fra NVE. Dette medfører ca 3 måneder forsinkelse for avslutning av prosjektet med sluttrapport fra 20.mars 2009 til 19.juni 2009.

Aktivitet	oktober	november	desember	januar	februar	mars	april	mai	juni
1.1	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
1.2	----	-----	-----				-----	-----	
2			-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3			-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
4			-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
5			-----	-----			-----	-----	-----

## **ORGANISERING**

Prosjektet utføres av SINTEF Energiforskning som gjennom sitt kontaktnett med norske nettselskap vil foreta de nødvendige undersøkelser og vurderinger. SINTEF Energiforskning HAR også et meget godt kontaktnett med leverandører og fabrikanter av måleinstrumenter og analyseprogramvare for spenningskvalitetsmålinger.

Prosjektleder ved SINTEF Energiforskning er Helge Seljeseth. Tarjei Solvang og Helge Seljeseth er de to forskerne som i hovedsak utfører prosjektet. Knut Samdal og Kjell Sand benyttes til kvalitetssikring i prosjektet.

## **REVISJON**

Prosjektplanen er revidert pr 2009-04-17: Endringer i fremdriftsplan samt påløpte kostnader



**VEDLEGG 3 – SPØRRESKJEMA**





## Spørreundersøkelse vedrørende Måling av spenningskvalitet og FoL

### Bakgrunn

SINTEF Energiforskning AS utfører et prosjekt vedrørende måling av spenningskvalitet for NVE. En viktig del av dette prosjektet er en spørreundersøkelse blant norske nettselskap. NVE vil i eget brev pålegge ditt nettselskap å svare på spørreskjemaet. Ferdig utfylte spørreskjema skal sendes direkte til SINTEF Energiforskning AS. Svarene vil bli behandlet anonymt.

### Generelt om spørreskjemaet

Det er en stor fordel for oss om du fyller ut skjemaet elektronisk og sender dette til oss som vedlegg i e-post, og vi anmoder derfor om at du gjør dette. Da vil rubrikkene for de enkelte spørsmålene også tilpasse seg lengden på dine svar. Dersom du fyller ut en papirkopi av spørreskjemaet og enkelte av dine svar krever mer plass enn det som er satt av i spørreskjemaet anmoder vi om at du fyller dette inn på eget ark merket med spørsmålsnummer og bokstav(er). Elektronisk utgave av spørreskjemaet kan lastes ned fra [www.spenningskvalitet.net/NVE/](http://www.spenningskvalitet.net/NVE/)

Dersom du ønsker veiledning over telefon for å svare på spørreskjemaet, kontakt:

- Tarjei Benum Solvang 73 59 72 27 [tarjei.solvang@sintef.no](mailto:tarjei.solvang@sintef.no)
- Helge Seljeseth 73 59 72 77 [helge.seljeseth@sintef.no](mailto:helge.seljeseth@sintef.no)

Det er da viktig at du har lest gjennom hele spørreskjemaet på forhånd, og svart på de spørsmålene du klarer å svare på uten veiledning.

Ferdig utfylt skjema i elektronisk form sendes SINTEF Energiforskning senest **torsdag 16. april**:

- E-post: [helge.seljeseth@sintef.no](mailto:helge.seljeseth@sintef.no).
- Vanlig post: SINTEF Energiforskning v/Helge Seljeseth, 7465 Trondheim
- Telefax: 73 59 72 50

## Spørreskjema

Hvilken stilling/posisjon i selskapet har du/dere som svarer på spørreskjemaet?

<b>1 Kompetanse og personell</b> (List fordelingen, eks. 3 montører, 1 ingeniør, 1 sivilingeniør, til sammen ca 2 årsverk.)
1.1 Hvor mange personer og årsverk i ditt eget selskap arbeider relativt jevnlig med leveringskvalitet?
1.1.1 Kundeklager (inkl. kundebehandling) på leveringskvalitet?
1.1.2 Målinger av spenningskvalitet (avanserte eller enkle)?
1.1.3 Feil og avbruddsrapportering?
1.1.4 Øvrig arbeid rundt leveringskvalitet (planlegging, oppfølging etc.)?
1.2 Hvor mange innleide personer og årsverk fra andre firma arbeider tidvis for ditt selskap med leveringskvalitet?
1.2.1 Kundeklager (inkl. kundebehandling) på leveringskvalitet?
1.2.2 Målinger av spenningskvalitet (avanserte eller enkle)?
1.2.3 Feil og avbruddsrapportering?
1.2.4 Øvrig arbeid rundt leveringskvalitet (planlegging, oppfølging etc.)?
1.3 Hvor mange personer og årsverk leier ditt selskap tidvis ut til andre selskap for arbeid med:
1.3.1 Kundeklager (inkl. kundebehandling) på leveringskvalitet?
1.3.2 Målinger av spenningskvalitet (avanserte eller enkle)?
1.3.3 Feil og avbruddsrapportering?
1.3.4 Øvrig arbeid rundt leveringskvalitet (planlegging, oppfølging etc.)?

## 2 Nettselskapets forhold til FoL

2.1 I hvilken grad føler du/dere at selskapet har god oversikt over forskrift om leveringskvalitet (FoL) med hensyn til de krav FoL stiller til (1=svært liten grad, 6=svært stor grad):

	1	2	3	4	5	6
Nettselskapet						
Nettkunder						
Pålitelighet						
Spenningskvalitet						

2.2 Hvor mange personer i selskapet har god kjennskap til FoL?

2.3 Er det noen punkter i FoL angående måling av spenningskvalitet og krav til spenningskvalitet dere mener er vanskelig å forstå? Forklar i så fall kort om dette:

2.4 Er det noen punkter i FoL angående måling av spenningskvalitet og krav til spenningskvalitet dere mener er uheldig og burde vært endret? Forklar i så fall kort hva dere mener burde vært annerledes, hvorfor dere mener det burde være annerledes og gjerne hvilken løsning dere foreslår i stedet:

2.5 Selskapets holdning til FoL (1=svært negativ, 6=svært positiv):

	1	2	3	4	5	6
Behovet <sup>*)</sup> for forskriften						
Innholdet <sup>*)</sup> i dagens forskrift						

<sup>\*)</sup> Behovet og innhold med hensyn til måling av spenningskvalitet og krav til spenningskvalitet

### 3 Bakgrunn/"Drivere"

3.1 Hva er de viktigste "driverne" for at ditt selskap bruker tid, innsats og penger på å arbeide med spenningskvalitet? (Eksempel: FoL, kundeklager, kontrollbehov, faglig interesse, store kunder, annet.) (1=svært liten grad, 6=svært stor grad):

	1	2	3	4	5	6
FoL						
Kundeklager						
Forebygge fremtidige problemer						
Unngå fremtidige erstatningskrav						
Kontrollbehov						
Faglig interesse						
Store kunder						
Annet						

3.2 Hvor mange spenningskvalitet måleinstrumenter har selskapet anskaffet pga:

3.2.1 Behov for målinger ved kundeklager?

3.2.2 NVEs krav om kontinuerlige målinger i FoL?

3.3 Hva er ditt selskaps målsetning mht antall instrumenter når utbygging av spenningskvalitetsmålinger iht FoL anses som tilfredsstillende?

3.3.1 Behov for målinger ved kundeklager?

3.3.2 NVEs krav om kontinuerlige målinger i FoL?

3.4 Når ble de kontinuerlige målingene iht FoL iverksatt? Dersom disse ble iverksatt gradvis, gi litt kort info om prosessen med datoer for utplasseringer av nye instrumenter, datoer for eventuelle andre milepæler og årsaker til eventuelle forsinkelser:

## 4 Faste målepunkter

4.1 Oppgi antall målepunkt for kontinuerlige målinger iht FoL, plassert i de ulike nettnivå:

4.1.1 Sentralnett:

4.1.2 Regionalnett:

4.1.3 Høyspennings distribusjonsnett:

	Kabelnett	Blandet nett	Luftnett
I transformatorstasjon			
I nettstasjon			

4.2 Nettstruktur, utbredelse/utstrekning. Selskapet har X antall:

4.2.1 Nettkunder:

4.2.2 Nettstasjoner:

4.2.3 Transformatorstasjoner:

4.2.4 Kilometer luftlinje:

4.2.5 Kilometer kabel:

4.3 Gi en kort forklaring på de ulike forhold i ditt selskaps nett som medførte at dere valgte akkurat de målepunktene som dere valgte. Hva førte til ditt selskaps inndeling av nettet i karakteristiske nett?

4.4 Vis hva ditt selskap vurderte og prioriterte ved oppdeling av nettet i ulike karakteristiske nett for valg av målepunkter. (1=prioritert i liten grad, 6=prioritert i stor grad):

	1	2	3	4	5	6
Spenningsnivå						
Systemjording						
Kortslutningsytelse						
Kabel/luftnett						
Nettutbredelse i km						
Klimatiske påkjenninger						
Kundesammensetning						
Eventuelle andre forhold <sup>*)</sup>						

<sup>\*)</sup> Ved avkryssing med prioritet 3 til 6 må man angi her hvilke andre forhold man har prioritert?

4.5 Er det andre forhold ved de aktuelle målepunktene som var medvirkende årsak til valg av målepunktene?

4.5.1 Muligheter for kommunikasjon/bredbånd?

4.5.2 Tilgang på måletransformatorer?

4.5.3 Annet (kort forklaring)?

4.6 Tilgang på måletransformatorer i faste målepunkt:

4.6.1 Har noen målepunkter blitt forkastet pga mangel på måletransformatorer?

4.6.2 Er det ettermontert måletransformatorer på steder man ønsker å foreta faste/kontinuerlige målinger?

4.7 Ved tilkobling av spenningskvalitet måleinstrumenter i høyspenningsanlegg med måletransformatorer, hvilke måletransformatorer benytter dere?

	Ja	Nei
Måletransformatorer for avregning		
Måletransformatorer for tavleinstrumenter		
Måletransformatorer for vern		

Kommenter dersom det kan forekomme forskjeller i tilkoblingspraksis mellom måletransformatorer for spenning og strøm:

4.8 Kontrollerer/vurderer selskapet målenøyaktigheten til måletransformatorer man skal benytte i høyspenningsmålinger før målinger startes opp - mht:

4.8.1 Nøyaktighet ved 50 Hz (oppgi hvor mange transformatorer av klasse 0,5, klasse 1 etc dere benytter til FoL målinger dersom dere har oversikt over dette):

4.8.2 Frekvensrespons (nøyaktighet ved andre frekvenser enn 50 Hz eks 25. harmoniske (1250 Hz)):

4.9 Kontrolleres faserekkefølge på spenninger og strømmer etter oppkobling av måleinstrumenter? Forklar i så fall kort hvordan dere foretar denne kontrollen, eventuelt hvorfor slik kontroll ikke foretas:

## 5 Målepunkter ved kundeklage

5.1 Dersom selskapet finner det nødvendig å foreta målinger av spenningskvalitet etter klager fra kunder, hvor velger vanligvis nettselskapet å plassere måleinstrumenter?

	Som regel	Av og til	Svært sjelden
I nærmeste transformator ("høyspenningskunder")?			
I nettstasjon ("lavspenningskunder")?			
I kundens inntak eller så nær inntaket som mulig?			
Hos nabokunder av kunden som klager?			
Så nær det eller de elektriske apparater/utstyr som det eventuelt rapporteres om problemer med?			

Ytterligere kommentarer til utplasseringsrutiner:

## 6 Måleutstyr og Dataflyt

6.1 Hvilket antall og type måleinstrumenter benytter ditt selskap i dag til måling av spenningskvalitet (antall, fabrikkat, type/modell)?

6.1.1 Problemløsningsmålinger/kundeklager:

6.1.2 Kontinuerlige målinger i henhold til FoL:

6.2 Hvilken programvare benyttes og hvordan benyttes den/de mht analyser, rapportering etc?

6.2 Hvilke leveringskvalitet/spenningskvalitet parametere registrerer dere ved målinger:

	Kontinuerlige målinger	Målinger ved kundeklager
Frekvens		
Spenningsusymmetri		
Langsomme rms-variasjoner		
Flimner (spenningsfluktuasjoner)		
Spenningsprang		
Spenningsdipp		
Kortvarige overspenninger		
Transiente overspenninger		
Overharmoniske		
Kortvarige avbrudd		
Langvarige avbrudd		

6.3 Hvordan overføres data fra instrument til database (fjernavlesning kontra lokalt og automatisk kontra manuelt)?

6.3.1 Ved kontinuerlige målinger iht FoL:

6.3.2 Ved problemløsningsmålinger/kundeklager:

6.4 Ved automatisk fjernavlesning, hvor ofte foregår datanedlasting fra måleinstrumentene (kontinuerlig, hver time, hver natt etc)?

6.5 Tas det backup av innsamlede måledata (rådata, database)? Dersom ja, hvor ofte?

6.5.1 Ved kontinuerlige målinger i henhold til FoL:

6.5.2 Ved problemløsningsmålinger/kundeklager:

6.7 Hvor lenge kan måleinstrumentene måle uten å tømmes for måledata før det fører til tap av måledata (databuffer, minnekapasitet)?

6.7.1 Ved kontinuerlige målinger i henhold til FoL:

6.7.2 Ved problemløsningsmålinger/kundeklager:



6.8 Hvor ofte utføres kalibrering av måleinstrumentene?						
6.8.1 Instrumenter til kontinuerlige målinger i henhold til FoL:						
6.8.2 Instrumenter til problemløsningsmålinger/kundeklager:						
6.9 Hvem utfører kalibrering?						
6.9.1 Instrumenter til kontinuerlige målinger i henhold til FoL:						
6.9.2 Instrumenter til problemløsningsmålinger/kundeklager:						
6.10 Hvor skjer kalibrering ("On site" eller ved innsending av instrument)?						
6.10.1 Instrumenter til kontinuerlige målinger i henhold til FoL:						
6.10.2 Instrumenter til problemløsningsmålinger/kundeklager:						
6.11 I hvor stor grad kjenner dere til måleopplegget opp mot FoL hos andre nettselskap med tilgrensende nett ("point of common coupling")?						
	1	2	3	4	5	6
Antall instrumenter						
Type instrumenter						
Plassering av instrumenter						
Kontaktpersoner						
6.12 Har selskapet ditt samarbeid om spenningskvalitetsmålinger med andre selskap med hensyn til:						
6.12.1 Felles måleinstrumenter med andre selskap? Hvis ja, spesifiser antall.						
6.12.2 Felles målepunkter med andre selskap? Hvis ja, spesifiser antall.						
6.12.3 Database, programvare? Hvis ja, utdyp hvilken løsning som er valgt og hvordan den brukes i praksis.						

## 7 Databehandling

7.1 Hvordan benyttes data fra de kontinuerlige målingene iht FoL (internt/eksternt)?

7.1.1 Benyttes måledata til feilanalyse?

7.1.2 Benyttes måledata til informasjon til kunder?

7.1.3 Rapporter til styret/ledelse?

7.1.4 Annet:

7.1.5 I hvilken grad utveksler ditt selskap måleresultater med andre selskap? (Dette kan eksempelvis være for å informere hverandre om målte forstyrrelser og problemstillinger.)

7.2 Er det noen form for automatisk varsling fra målesystemet ved forstyrrelser, og hvordan benyttes i så fall denne i praksis?

7.3 Hvordan lagres data i de foreskrevne ti år (FoL) med tanke på dataformat og tilgjengelighet etc. (rådata, aggregerte data etc.)?

## 8 Kostnader

8.1 Oppgi et estimat på selskapets initiale kostnader i kr ved å etablere et nytt målepunkt for kontinuerlige målinger (innkjøpskostnader, persontimer etc):

8.2 Oppgi driftskostnadene pr år pr målepunkt i kr for kontinuerlige målinger (kalibreringskostnader, kommunikasjonskostnader etc):

## **VEDLEGG 4 – STATNETTS SPENNINGSKVALITET DATAFILER PÅ XML-FORMAT**



## Rapport: NORSK FORSKRIFT FOL\_35KV\_245KV

### MÅLESTEDSINFORMASJON

**Målepunkt:** Statnett,0508010566,Fardal  
**Nominell Spenning:** 132000 Volt  
**Serienummer:** 0508010566  
**Måleenhet modell:** Metrum PQ140S

### RAPPORTINFORMASJON

**Rapport går fra:** 2010-01-18T00:00:04  
**Rapport går til:** 2010-01-25T00:00:04  
**Norm brukt:** NORSK FORSKRIFT FOL\_35KV\_245KV

### RAPPORTSAMMENDRAG

Parameter	Analyseresultat
Nett frekvens:	Godkjent
Usymmetri:	Godkjent
Totale harmoniske forvrenginger:	Godkjent
Individuelle overharmoniske:	Utenfor normal
Spenningsvariasjoner (Flimmer) Langtidsverdi (d.v.s. 2t):	Godkjent
Spenningsvariasjoner (Flimmer) Korttidsverdi (d.v.s. 10 min):	Godkjent
Spenningsprang:	Godkjent

Øvrige hendelser	Antall under intervallet
Korte avbrudd (mindre enn 3 min):	0
Lange avbrudd (lengre enn 3 min):	0
Underspenninger:	0
Overspenninger:	0
Transiente overspenninger:	0

**DETALJERAD RAPPORTINFORMATION**
**Nätfrekvens**

Den nominella frekvensen hos matningsspänningen skall vara 50 Hz. Under normala driftförhållanden skall medelvärdet hos grundtonens frekvens mätt över 10 s vara inom intervallet: - 50 Hz +/- 2% (dvs 49...51 Hz) under 100 % av tiden\*

\* Metrums mätenheter utför analysen över en vecka

Kanal/fas	Procent av tiden	Norm min (Hz)	Uppmätt min (Hz)	Norm max (Hz)	Uppmätt max (Hz)	Analysresultat
L1	100	49	49.83	51	50.17	Godkjent

**Spänningsosymmetri**

Nätbolaget skall ansvara för att spänningsosymmetri inte overstiger 2 % i anslutningspunkt mätt som 10 minuters medelvärde.

Procent av tiden	Norm max (%)	Uppmätt max (%)	Analysresultat
100	2	0.2217	Godkjent

**Flimmer**

Nätbolaget skall ansvara för att Pst inte overstiger 1,0 under 95% av en vecka samt att Plt värdena inte overstiger 0,8 under 100% av tiden.

Parameter	Kanal/Fas	Procent av tiden	Norm max	Uppmätt max	Analysresultat
Pst	L1	95	1	0.234	Godkjent
Plt	L1	100	0.8	0.3059	Godkjent
Pst	L2	95	1	0.3084	Godkjent
Plt	L2	100	0.8	0.4022	Godkjent
Pst	L3	95	1	0.1407	Godkjent
Plt	L3	100	0.8	0.1672	Godkjent

### Spänningsprång

Nätbolaget skall ansvara för att spänningsprången inte överstiger nedanstående värden per dag.

Spänningsprång	Maximalt antal per dygn
$\Delta U_{stationär} \leq 3\%$	12
$\Delta U_{max} \leq 5\%$	12

Uppmätta spänningsprång fördelade per dag under mättiden.

D g	$\Delta U_{stationär} \leq 3\%$	$\Delta U_{max} \leq 5\%$	An lysresultat
1	0	0	Godkjent
2	0	0	Godkjent
3		1	Godkjent
4	0		Godkjent
5	0	1	Godkjent
6		0	Godkjent
7	0	0	Godkjent

### Övertonsinnehåll för spänningen (THD)

Nätbolaget skall ansvara for att den totala övertonshalten inte overstiger 3 % for 10-minuters medelvärden.

Kanal/Fas	Procent av tiden	Norm max (%)	Uppmått max (%)	Analysresultat
L1 (10 min)	100	3	2.923	Godkjent
L2 (10 min)	100	3	2.902	Godkjent
L3 (10 min)	100	3	2.68	Godkjent

### Individuella spänningsövertoner

Nätbolaget skall ansvara för att de individuella övetonerna inte överstiger värden i tabellen nedan mätt som 10-minuters medelvärden.

Överton	Procent av tiden	Norm max (%)	Uppmätt max (%)			Analysresultat		
			L1	L2	L3	L1	L2	L3
2	100	1.5	0.1569	0.1024	0.1594	Godkjent	Godkjent	Godkjent
3	100	3	0.124	0.1681	0.1094	Godkjent	Godkjent	Godkjent
4	100	1	0.07859	0.08762	0.0891	Godkjent	Godkjent	Godkjent
5	100	3	0.282	0.3304	0.31	Godkjent	Godkjent	Godkjent
6	100	0.5	0.07994	0.07014	0.06576	Godkjent	Godkjent	Godkjent
7	100	2.5	0.2333	0.2255	0.2614	Godkjent	Godkjent	Godkjent
8	100	0.3	0.06743	0.05656	0.05066	Godkjent	Godkjent	Godkjent
9	100	1.5	0.1569	0.17	0.1145	Godkjent	Godkjent	Godkjent
10	100	0.3	0.1583	0.1405	0.1418	Godkjent	Godkjent	Godkjent
11	100	2.5	2.698	2.496	2.699	Utenfor normal	Godkjent	Utenfor normal
12	100	0.3	0.09047	0.1691	0.219	Godkjent	Godkjent	Godkjent
13	100	2	2.262	2.344	2.626	Utenfor normal	Utenfor normal	Utenfor normal
14	100	0.3	0.07586	0.07916	0.1442	Godkjent	Godkjent	Godkjent
15	100	0.5	0.07025	0.1029	0.1079	Godkjent	Godkjent	Godkjent
16	100	0.3	0.02281	0.02546	0.02916	Godkjent	Godkjent	Godkjent
17	100	2	0.09077	0.09858	0.1193	Godkjent	Godkjent	Godkjent
18	100	0.3	0.01255	0.01073	0.01793	Godkjent	Godkjent	Godkjent
19	100	1.5	0.06489	0.08621	0.07389	Godkjent	Godkjent	Godkjent
20	100	0.3	0.01146	0.007862	0.0108	Godkjent	Godkjent	Godkjent
21	100	0.5	0.01846	0.009798	0.01811	Godkjent	Godkjent	Godkjent
22	100	0.3	0.009809	0.006209	0.00955	Godkjent	Godkjent	Godkjent
23	100	1.5	0.04609	0.06676	0.06348	Godkjent	Godkjent	Godkjent
24	100	0.3	0.008872	0.006097	0.01043	Godkjent	Godkjent	Godkjent
25	100	1	0.02421	0.02031	0.02886	Godkjent	Godkjent	Godkjent



Innholdet i XML-filen vist på de foregående sidene i dette vedlegget er vist på de etterfølgende sidene i form av de koder og tegn som filen inneholder:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="XSL.xsl"?>
<Reports xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <Report>
    <ReportStatus>>false</ReportStatus>
    <SerialNumer>0508010566</SerialNumer>
    <MeasurementPlace>Statnett,0508010566,Fardal</MeasurementPlace>
    <NominalVoltage>132000</NominalVoltage>
    <Model>PQ140S</Model>
    <ReportStartDate>2010-01-18T00:00:04</ReportStartDate>
    <ReportStopDate>2010-01-25T00:00:04</ReportStopDate>
    <ReportName>NORSK FORSKRIFT FOL_35KV_245KV</ReportName>
    <Frequency>true</Frequency>
    <Unbalance>true</Unbalance>
    <UTHD>true</UTHD>
    <IndividualHarmonics>>false</IndividualHarmonics>
    <PLT>true</PLT>
    <PST>true</PST>
    <VoltageSteps>true</VoltageSteps>
    <NrOfShortInterruptions>0</NrOfShortInterruptions>
    <NrOfLongInterruptions>0</NrOfLongInterruptions>
    <NrOfSags>0</NrOfSags>
    <NrOfSwells>0</NrOfSwells>
    <NrOfTransients>0</NrOfTransients>
    <PowerFrequency>
      <ChannelPhase>L1</ChannelPhase>
      <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
      <NormMin>49</NormMin>
      <MeasMin>49.83</MeasMin>
      <NormMax>51</NormMax>
      <MeasMax>50.17</MeasMax>
      <AnalysisResult>true</AnalysisResult>
    </PowerFrequency>
    <VoltageVariations>
      <ChannelPhase>L1</ChannelPhase>
      <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
      <NormMin>118800</NormMin>
      <MeasMin>137600</MeasMin>
      <NormMax>145200</NormMax>
      <MeasMax>141400</MeasMax>
      <AnalysisResult>true</AnalysisResult>
  </Report>
</Reports>
```

```
</VoltageVariations>
<VoltageVariations>
  <ChannelPhase>L2</ChannelPhase>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMin>118800</NormMin>
  <MeasMin>137600</MeasMin>
  <NormMax>145200</NormMax>
  <MeasMax>141300</MeasMax>
  <AnalysisResult>true</AnalysisResult>
</VoltageVariations>
<VoltageVariations>
  <ChannelPhase>L3</ChannelPhase>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMin>118800</NormMin>
  <MeasMin>137700</MeasMin>
  <NormMax>145200</NormMax>
  <MeasMax>141300</MeasMax>
  <AnalysisResult>true</AnalysisResult>
</VoltageVariations>
<VoltageUnbalance>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>2</NormMax>
  <MeasMax>0.2217</MeasMax>
  <AnalysisResult>true</AnalysisResult>
</VoltageUnbalance>
<Flicker>
  <Parameter>Pst</Parameter>
  <ChannelPhase>L1</ChannelPhase>
  <PercentOfTime>95</PercentOfTime>
  <NormMax>1</NormMax>
  <MeasMax>0.234</MeasMax>
  <AnalysisResult>true</AnalysisResult>
</Flicker>
<Flicker>
  <Parameter>Plt</Parameter>
  <ChannelPhase>L1</ChannelPhase>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>0.8</NormMax>
  <MeasMax>0.3059</MeasMax>
  <AnalysisResult>true</AnalysisResult>
</Flicker>
<Flicker>
  <Parameter>Pst</Parameter>
  <ChannelPhase>L2</ChannelPhase>
  <PercentOfTime>95</PercentOfTime>
```

```

<NormMax>1</NormMax>
<MeasMax>0.3084</MeasMax>
<AnalysisResult>>true</AnalysisResult>
</Flicker>
<Flicker>
  <Parameter>Plt</Parameter>
  <ChannelPhase>L2</ChannelPhase>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>0.8</NormMax>
  <MeasMax>0.4022</MeasMax>
  <AnalysisResult>>true</AnalysisResult>
</Flicker>
<Flicker>
  <Parameter>Pst</Parameter>
  <ChannelPhase>L3</ChannelPhase>
  <PercentOfTime>95</PercentOfTime>
  <NormMax>1</NormMax>
  <MeasMax>0.1407</MeasMax>
  <AnalysisResult>>true</AnalysisResult>
</Flicker>
<Flicker>
  <Parameter>Plt</Parameter>
  <ChannelPhase>L3</ChannelPhase>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>0.8</NormMax>
  <MeasMax>0.1672</MeasMax>
  <AnalysisResult>>true</AnalysisResult>
</Flicker>
<VoltageStepNormInfo>
  <VoltageStepText> $\Delta U_{station\ddot{a}r} \leq 3\%$ </VoltageStepText>
  <MaxNrPerDay>12</MaxNrPerDay>
</VoltageStepNormInfo>
<VoltageStepNormInfo>
  <VoltageStepText> $\Delta U_{max} \leq 5\%$ </VoltageStepText>
  <MaxNrPerDay>12</MaxNrPerDay>
</VoltageStepNormInfo>
<VoltageStepDayResult>
  <DayNumber>1</DayNumber>
  <DeltaVoltStatGe3Percent>0</DeltaVoltStatGe3Percent>
  <DeltaVoltMaxGe5Percent>0</DeltaVoltMaxGe5Percent>
  <AnalysisResult>>true</AnalysisResult>
</VoltageStepDayResult>
<VoltageStepDayResult>
  <DayNumber>2</DayNumber>
  <DeltaVoltStatGe3Percent>0</DeltaVoltStatGe3Percent>

```

```

<DeltaVoltMaxGe5Percent>0</DeltaVoltMaxGe5Percent>
<AnalysisResult>>true</AnalysisResult>
</VoltageStepDayResult>
<VoltageStepDayResult>
  <DayNumber>3</DayNumber>
  <DeltaVoltStatGe3Percent>0</DeltaVoltStatGe3Percent>
  <DeltaVoltMaxGe5Percent>1</DeltaVoltMaxGe5Percent>
  <AnalysisResult>>true</AnalysisResult>
</VoltageStepDayResult>
<VoltageStepDayResult>
  <DayNumber>4</DayNumber>
  <DeltaVoltStatGe3Percent>0</DeltaVoltStatGe3Percent>
  <DeltaVoltMaxGe5Percent>0</DeltaVoltMaxGe5Percent>
  <AnalysisResult>>true</AnalysisResult>
</VoltageStepDayResult>
<VoltageStepDayResult>
  <DayNumber>5</DayNumber>
  <DeltaVoltStatGe3Percent>0</DeltaVoltStatGe3Percent>
  <DeltaVoltMaxGe5Percent>1</DeltaVoltMaxGe5Percent>
  <AnalysisResult>>true</AnalysisResult>
</VoltageStepDayResult>
<VoltageStepDayResult>
  <DayNumber>6</DayNumber>
  <DeltaVoltStatGe3Percent>0</DeltaVoltStatGe3Percent>
  <DeltaVoltMaxGe5Percent>0</DeltaVoltMaxGe5Percent>
  <AnalysisResult>>true</AnalysisResult>
</VoltageStepDayResult>
<VoltageStepDayResult>
  <DayNumber>7</DayNumber>
  <DeltaVoltStatGe3Percent>0</DeltaVoltStatGe3Percent>
  <DeltaVoltMaxGe5Percent>0</DeltaVoltMaxGe5Percent>
  <AnalysisResult>>true</AnalysisResult>
</VoltageStepDayResult>
<VoltageTHD>
  <ChannelPhase>L1</ChannelPhase>
  <TimeBaseInSeconds>600</TimeBaseInSeconds>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>3</NormMax>
  <MeasMax>2.923</MeasMax>
  <AnalysisResult>>true</AnalysisResult>
</VoltageTHD>
<VoltageTHD>
  <ChannelPhase>L1</ChannelPhase>
  <TimeBaseInSeconds>604800</TimeBaseInSeconds>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
    
```

```

<NormMax>5</NormMax>
<MeasMax>1.378</MeasMax>
<AnalysisResult>>true</AnalysisResult>
</VoltageTHD>
<VoltageTHD>
  <ChannelPhase>L2</ChannelPhase>
  <TimeBaseInSeconds>600</TimeBaseInSeconds>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>3</NormMax>
  <MeasMax>2.902</MeasMax>
  <AnalysisResult>>true</AnalysisResult>
</VoltageTHD>
<VoltageTHD>
  <ChannelPhase>L2</ChannelPhase>
  <TimeBaseInSeconds>604800</TimeBaseInSeconds>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>5</NormMax>
  <MeasMax>1.348</MeasMax>
  <AnalysisResult>>true</AnalysisResult>
</VoltageTHD>
<VoltageTHD>
  <ChannelPhase>L3</ChannelPhase>
  <TimeBaseInSeconds>600</TimeBaseInSeconds>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>3</NormMax>
  <MeasMax>2.68</MeasMax>
  <AnalysisResult>>true</AnalysisResult>
</VoltageTHD>
<VoltageTHD>
  <ChannelPhase>L3</ChannelPhase>
  <TimeBaseInSeconds>604800</TimeBaseInSeconds>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>5</NormMax>
  <MeasMax>1.35</MeasMax>
  <AnalysisResult>>true</AnalysisResult>
</VoltageTHD>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>2</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>1.5</NormMax>
  <MeasMaxL1>0.1569</MeasMaxL1>
  <MeasMaxL2>0.1024</MeasMaxL2>
  <MeasMaxL3>0.1594</MeasMaxL3>
  <AnalysisResultL1>>true</AnalysisResultL1>
  <AnalysisResultL2>>true</AnalysisResultL2>

```

```
<AnalysisResultL3>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>3</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>3</NormMax>
  <MeasMaxL1>0.124</MeasMaxL1>
  <MeasMaxL2>0.1681</MeasMaxL2>
  <MeasMaxL3>0.1094</MeasMaxL3>
  <AnalysisResultL1>true</AnalysisResultL1>
  <AnalysisResultL2>true</AnalysisResultL2>
  <AnalysisResultL3>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>4</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>1</NormMax>
  <MeasMaxL1>0.07859</MeasMaxL1>
  <MeasMaxL2>0.08762</MeasMaxL2>
  <MeasMaxL3>0.0891</MeasMaxL3>
  <AnalysisResultL1>true</AnalysisResultL1>
  <AnalysisResultL2>true</AnalysisResultL2>
  <AnalysisResultL3>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>5</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>3</NormMax>
  <MeasMaxL1>0.282</MeasMaxL1>
  <MeasMaxL2>0.3304</MeasMaxL2>
  <MeasMaxL3>0.31</MeasMaxL3>
  <AnalysisResultL1>true</AnalysisResultL1>
  <AnalysisResultL2>true</AnalysisResultL2>
  <AnalysisResultL3>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>6</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>0.5</NormMax>
  <MeasMaxL1>0.07994</MeasMaxL1>
  <MeasMaxL2>0.07014</MeasMaxL2>
  <MeasMaxL3>0.06576</MeasMaxL3>
  <AnalysisResultL1>true</AnalysisResultL1>
  <AnalysisResultL2>true</AnalysisResultL2>
  <AnalysisResultL3>true</AnalysisResultL3>
```

```
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>7</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>2.5</NormMax>
  <MeasMaxL1>0.2333</MeasMaxL1>
  <MeasMaxL2>0.2255</MeasMaxL2>
  <MeasMaxL3>0.2614</MeasMaxL3>
  <AnalysisResultL1>true</AnalysisResultL1>
  <AnalysisResultL2>true</AnalysisResultL2>
  <AnalysisResultL3>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>8</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>0.3</NormMax>
  <MeasMaxL1>0.06743</MeasMaxL1>
  <MeasMaxL2>0.05656</MeasMaxL2>
  <MeasMaxL3>0.05066</MeasMaxL3>
  <AnalysisResultL1>true</AnalysisResultL1>
  <AnalysisResultL2>true</AnalysisResultL2>
  <AnalysisResultL3>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>9</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>1.5</NormMax>
  <MeasMaxL1>0.1569</MeasMaxL1>
  <MeasMaxL2>0.17</MeasMaxL2>
  <MeasMaxL3>0.1145</MeasMaxL3>
  <AnalysisResultL1>true</AnalysisResultL1>
  <AnalysisResultL2>true</AnalysisResultL2>
  <AnalysisResultL3>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>10</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>0.3</NormMax>
  <MeasMaxL1>0.1583</MeasMaxL1>
  <MeasMaxL2>0.1405</MeasMaxL2>
  <MeasMaxL3>0.1418</MeasMaxL3>
  <AnalysisResultL1>true</AnalysisResultL1>
  <AnalysisResultL2>true</AnalysisResultL2>
  <AnalysisResultL3>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
```

```
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>11</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>2.5</NormMax>
  <MeasMaxL1>2.698</MeasMaxL1>
  <MeasMaxL2>2.496</MeasMaxL2>
  <MeasMaxL3>2.699</MeasMaxL3>
  <AnalysisResultL1>>false</AnalysisResultL1>
  <AnalysisResultL2>>true</AnalysisResultL2>
  <AnalysisResultL3>>false</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>12</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>0.3</NormMax>
  <MeasMaxL1>0.09047</MeasMaxL1>
  <MeasMaxL2>0.1691</MeasMaxL2>
  <MeasMaxL3>0.219</MeasMaxL3>
  <AnalysisResultL1>>true</AnalysisResultL1>
  <AnalysisResultL2>>true</AnalysisResultL2>
  <AnalysisResultL3>>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>13</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>2</NormMax>
  <MeasMaxL1>2.262</MeasMaxL1>
  <MeasMaxL2>2.344</MeasMaxL2>
  <MeasMaxL3>2.626</MeasMaxL3>
  <AnalysisResultL1>>false</AnalysisResultL1>
  <AnalysisResultL2>>false</AnalysisResultL2>
  <AnalysisResultL3>>false</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>14</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>0.3</NormMax>
  <MeasMaxL1>0.07586</MeasMaxL1>
  <MeasMaxL2>0.07916</MeasMaxL2>
  <MeasMaxL3>0.1442</MeasMaxL3>
  <AnalysisResultL1>>true</AnalysisResultL1>
  <AnalysisResultL2>>true</AnalysisResultL2>
  <AnalysisResultL3>>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
```



```

<HarmonicsNr>15</HarmonicsNr>
<PercentOfTime>100</PercentOfTime>
<NormMax>0.5</NormMax>
<MeasMaxL1>0.07025</MeasMaxL1>
<MeasMaxL2>0.1029</MeasMaxL2>
<MeasMaxL3>0.1079</MeasMaxL3>
<AnalysisResultL1>>true</AnalysisResultL1>
<AnalysisResultL2>>true</AnalysisResultL2>
<AnalysisResultL3>>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
<HarmonicsNr>16</HarmonicsNr>
<PercentOfTime>100</PercentOfTime>
<NormMax>0.3</NormMax>
<MeasMaxL1>0.02281</MeasMaxL1>
<MeasMaxL2>0.02546</MeasMaxL2>
<MeasMaxL3>0.02916</MeasMaxL3>
<AnalysisResultL1>>true</AnalysisResultL1>
<AnalysisResultL2>>true</AnalysisResultL2>
<AnalysisResultL3>>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
<HarmonicsNr>17</HarmonicsNr>
<PercentOfTime>100</PercentOfTime>
<NormMax>2</NormMax>
<MeasMaxL1>0.09077</MeasMaxL1>
<MeasMaxL2>0.09858</MeasMaxL2>
<MeasMaxL3>0.1193</MeasMaxL3>
<AnalysisResultL1>>true</AnalysisResultL1>
<AnalysisResultL2>>true</AnalysisResultL2>
<AnalysisResultL3>>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
<HarmonicsNr>18</HarmonicsNr>
<PercentOfTime>100</PercentOfTime>
<NormMax>0.3</NormMax>
<MeasMaxL1>0.01255</MeasMaxL1>
<MeasMaxL2>0.01073</MeasMaxL2>
<MeasMaxL3>0.01793</MeasMaxL3>
<AnalysisResultL1>>true</AnalysisResultL1>
<AnalysisResultL2>>true</AnalysisResultL2>
<AnalysisResultL3>>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
<HarmonicsNr>19</HarmonicsNr>
    
```

```
<PercentOfTime>100</PercentOfTime>
<NormMax>1.5</NormMax>
<MeasMaxL1>0.06489</MeasMaxL1>
<MeasMaxL2>0.08621</MeasMaxL2>
<MeasMaxL3>0.07389</MeasMaxL3>
<AnalysisResultL1>true</AnalysisResultL1>
<AnalysisResultL2>true</AnalysisResultL2>
<AnalysisResultL3>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>20</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>0.3</NormMax>
  <MeasMaxL1>0.01146</MeasMaxL1>
  <MeasMaxL2>0.007862</MeasMaxL2>
  <MeasMaxL3>0.0108</MeasMaxL3>
  <AnalysisResultL1>true</AnalysisResultL1>
  <AnalysisResultL2>true</AnalysisResultL2>
  <AnalysisResultL3>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>21</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>0.5</NormMax>
  <MeasMaxL1>0.01846</MeasMaxL1>
  <MeasMaxL2>0.009798</MeasMaxL2>
  <MeasMaxL3>0.01811</MeasMaxL3>
  <AnalysisResultL1>true</AnalysisResultL1>
  <AnalysisResultL2>true</AnalysisResultL2>
  <AnalysisResultL3>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>22</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>0.3</NormMax>
  <MeasMaxL1>0.009809</MeasMaxL1>
  <MeasMaxL2>0.006209</MeasMaxL2>
  <MeasMaxL3>0.00955</MeasMaxL3>
  <AnalysisResultL1>true</AnalysisResultL1>
  <AnalysisResultL2>true</AnalysisResultL2>
  <AnalysisResultL3>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>23</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
```

```
<NormMax>1.5</NormMax>
<MeasMaxL1>0.04609</MeasMaxL1>
<MeasMaxL2>0.06676</MeasMaxL2>
<MeasMaxL3>0.06348</MeasMaxL3>
<AnalysisResultL1>>true</AnalysisResultL1>
<AnalysisResultL2>>true</AnalysisResultL2>
<AnalysisResultL3>>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>24</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>0.3</NormMax>
  <MeasMaxL1>0.008872</MeasMaxL1>
  <MeasMaxL2>0.006097</MeasMaxL2>
  <MeasMaxL3>0.01043</MeasMaxL3>
  <AnalysisResultL1>>true</AnalysisResultL1>
  <AnalysisResultL2>>true</AnalysisResultL2>
  <AnalysisResultL3>>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IndividualVoltageHarmonics_3U>
  <HarmonicsNr>25</HarmonicsNr>
  <PercentOfTime>100</PercentOfTime>
  <NormMax>1</NormMax>
  <MeasMaxL1>0.02421</MeasMaxL1>
  <MeasMaxL2>0.02031</MeasMaxL2>
  <MeasMaxL3>0.02886</MeasMaxL3>
  <AnalysisResultL1>>true</AnalysisResultL1>
  <AnalysisResultL2>>true</AnalysisResultL2>
  <AnalysisResultL3>>true</AnalysisResultL3>
</IndividualVoltageHarmonics_3U>
<IsDetailedReport>>true</IsDetailedReport>
<AddFlickerText>>false</AddFlickerText>
</Report>
<ReportGeneratorVersion>2.1.1.0</ReportGeneratorVersion>
</Reports>
```







Teknologi for et bedre samfunn  
[www.sintef.no](http://www.sintef.no)