



Analyse og rapportering av spenningskvaliteten i Stord kommune sitt distribusjonsnett



Bachelor oppgave utført ved
Høgskolen Stord/Haugesund – Studie for ingeniørfag

Elektro, Elkraft

Av: Kjell Anders Grov
Morten Larsen

Kand.nr. 7
Kand.nr. 10

Haugesund

Høsten 2009

BACHELOROPPGAVE

Studentenes navn: Kjell Anders Grov
Morten Larsen

Linje & studieretning Elektro, Elkraft

Oppgavens tittel: *Analyse og rapportering av spenningskvaliteten i Stord kommune sitt distribusjonsnett*

Oppgavetekst:

I dette prosjektet er målet å kartlegge spenningskvaliteten i relevante trafokretser i lavspent nettet i Stord Kommune.

Oppgaven skal inneholde resultater/analyse av utførte målinger.

Videre skal det også gis en innsikt i krav fra NVE om spenningskvalitet, samt årsaker til forringet spenningskvalitet. Det skal også gis innføring i bruk av måleinstrument og måleteknikk.

Etter utførte målinger og resultatanalyse skal det gis en konklusjon basert på NVE's forskrift nr. 1557.

Endelig oppgave gitt: Mandag 12.oktober 2009

Innleveringsfrist: Fredag 3.desember 2009 kl. 12.00

Intern veileder Bendik Storesund

Ekstern veileder Karl Nes, SKL Nett AS

Godkjent av studieansvarlig:
Dato:



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Høgskolen Stord/Haugesund
Studie for ingeniørfag
Bjørnsonsgt. 45
5528 HAUGESUND
Tlf. nr. 52 70 26 00
Faks nr. 52 70 26 01

Oppgavens tittel Analyse og rapportering av spenningskvaliteten i Stord kommune sitt distribusjonsnett.		Rapportnummer
Utført av Kjell Anders Grov & Morten Larsen		
Linje Elektro		Studieretning Elkraft
Gradering Åpen	Innlevert dato	Veiledere Bendik Storesund Karl Nes, SKL Nett AS

Forord

Hovedtemaet som omhandles i denne hovedoppgaven er spenningskvaliteten i Stord kommunes distribusjonsnett, og hvorvidt denne ligger innenfor kravet i Norges vassdrags og energidirektorats (NVE) forskrift nr. 1557 om leveringskvalitet i kraftsystemet (FoL). Vi finner dette temaet meget interessant og har hatt en svært lærerik prosess under arbeidet med oppgaven. Oppdragsgiver for oppgaven er Sunnhordland Kraftlag (SKL) og fagområdet er Elkraft.

Hovedoppgaven krever noe kjennskap til fagområdet elkraft og dets faglige begreper. Hovedoppgaven har et vedleggshäfte med nødvendig tilleggsinformasjon.

Vi ønsker å takke CEE og Sintef samt NVE som har vært svært behjelpelige med spørsmål og aktuelle problemstillinger under denne prosessen. De har også gitt gruppen mye nyttig informasjon som har vært til stor hjelp. Videre vil vi takke våre veiledere; Bendik Storesund (Intern) og Karl Nes (ekstern), som har kommet med mange gode råd underveis.

Innholdsfortegnelse

Forord	i
Innholdsfortegnelse	ii
Figurliste	v
Sammendrag	vii
1 Innledning	1
2 Lovpålagt krav om leveringspålitelighet og spenningskvalitet.	2
2.1 Innledning	2
2.2 Kort om NVE	2
2.3 Bakgrunn for forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet	2
§ 1-1 Formål	2
§ 1-2 Virkeområde [1].	3
2.4 Definisjoner om begrepet leveringskvalitet.....	3
2.4.1 Leveringspålitelighet	3
2.4.2 Spenningskvalitet	3
2.5 Generelle bestemmelser.....	4
§ 2-1 Utbedring [1].	4
§ 2-2 Varsling fra nettkunde [1].	4
§ 2-5 Nettselskapenes saksbehandling ved misnøye med leveringskvaliteten [1].	4
§ 2A-1 Registrering og rapportering av leveringspålitelighet [1].	4
2.6 Krav til leveringspålitelighet og spenningskvalitet.	5
§ 3-2 Spennings frekvens.....	5
§ 3-3. Langsomme variasjoner i spennings effektivverdi.....	5
§ 3-4. Kortvarige over- og underspenninger.	5
§3-5. Spenningsprang.	6
§3-6. Flimmerintensitet	7
§3-7. Spennings usymmetri	8
§3-8. Overharmoniske spenninger.....	8
§3-9. Interharmoniske spenninger.	9
§3-11. Transiente overspenninger.	9
3 Hva er årsaker til forringet spenningskvalitet	11
3.1 Innledning	11
3.2 Forstyrrelser generert av leverandør.....	11
3.2.1 Transienter.	11
3.2.2 Spenningsprang.	11
3.2.3 Frekvensvariasjon.	12
3.2.4 Avbrudd.	12
3.2.5 Kortvarige over og underspenninger.	12
3.2.6 Langsomme variasjoner i spennings RMS verdi	12
3.3 Forstyrrelser generert av forbruker.....	13
3.3.1 Innledning	13
3.3.2 Industri.	13
3.3.3 Næringsområde.....	14
3.3.4 Boligfelt.	14
4 Konsekvenser	15

4.1 Innledning.....	15
4.1.2 Langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi	15
4.1.3 Kortvarige underspenninger	15
4.1.4 Transiente overspenninger.....	15
4.1.5 Kortvarige overspenninger	16
4.1.6 Overharmoniske spenninger	16
4.1.7 Usymmetriske fasespenninger.....	16
4.1.8 Flimmer	16
5 Måleprogram: Lokasjoner og elsikkerhet (HMS) for tilkobling av instrument i netstasjoner	17
5.1 Utvalgte målepunkt/ lokasjoner.....	17
5.1.1 NS 274 Leirvik Sveis:.....	17
5.1.2 NS 146 Heiane Storsenter:	17
5.1.4 Lundseter kraftstasjon:	18
5.1.5 NS 286 Eldøyane K4:.....	18
5.2 Plassering/tilkobling av måleinstrument	18
5.2.1 Måling på IT-nett.....	19
5.2.2 Måling på TN - nett	19
5.3 Elsikkerhet for tilkobling av instrument i netstasjoner.....	20
5.3.1 Utdrag fra FSE.....	20
6 Måleinstrument og måleteknikk.	22
6.1 Innledning.....	22
6.1.1 Tekniske data.....	22
6.2 Oppsett av MEDCAL NT/ måleteknikk.....	23
6.2.1 Programmering av MEDCAL NT	23
6.2.2 Tilkoblinger av spenninger til MEDCAL NT	25
6.3 Behandling av målingene	26
6.3.2 Rapportgeneratoren	26
6.3.2A.: NVE rapport (NVE PQ Regulations FoL_230V-35kV):	26
6.3.2B: MEDCAL Scope Power Quality report:.....	26
7 Analyse/diskusjon av måleresultater iht. NVE's forskrift 1557.....	27
7.1 Innledning.....	27
7.2 Måleresultat for NS 146 Heiane Storsenter.....	27
7.2.1 Risikovurdering	27
7.2.2 Oppsummering NVE rapport/ konklusjon.....	27
7.2.3 Oppsett instrument.....	28
7.2.4 Report summary	28
7.2.5 Langsomme variasjoner i spenningens RMS verdi.	29
7.2.6 Frekvens	30
7.2.7 Spenningens usymmetri.....	31
7.2.8 Flimmer	31
7.2.9 Overharmoniske spenninger.	32
7.2.10 Spenningssprang.....	35
7.3 Måleresultat for NS 274 Leirvik Sveis.....	36
7.3.1 Risikovurdering	36
7.3.2 Oppsummering NVE rapport/ konklusjon.....	36
7.3.3 Instrument setup	36
7.3.4 Report summary	37
7.3.5 Langsomme variasjoner i spenningens RMS verdi.	38

7.3.6 Frekvens	39
7.3.7 Spenningsens usymmetri.....	39
7.3.8 Flimmer	40
7.3.9 Overharmoniske spenninger.....	40
7.3.10 Spenningsstrang	43
7.4 Måleresultat for Lundseter Kraftstasjon.....	44
7.4.1 Risikovurdering	44
7.4.2 Oppsummering NVE rapport/ konklusjon.....	44
7.4.3 Instrument setup	44
7.4.4 Report summary	45
7.4.5 Langsomme variasjoner i spenningens RMS verdi.....	46
7.4.6 Frekvens	47
7.4.7 Spenningsens usymmetri.....	47
7.4.8 Flimmer	48
7.4.9 Overharmoniske spenninger.....	49
7.4.10 Spenningsstrang.....	51
7.5 Måleresultat for NS 286 Eldøyane K4.....	53
7.5.1 Risikovurdering	53
7.5.2 Oppsummering NVE rapport.....	53
7.5.3 Oppsett instrument.....	53
7.5.4 Report summary	54
7.5.5 Langsomme variasjoner i spenningens RMS verdi.....	55
7.5.6 Frekvens	56
7.5.7 Spenningsens usymmetri.....	56
7.5.8 Flimmer	57
7.5.9 Overharmoniske spenninger.....	58
7.5.10 Spenningsstrang.....	65
Konklusjon	66
Diskusjon	67
Referanser	68
Vedleggsliste	69

Figurliste

Figur 2.5.A: Døme på underspenning [11].....	6
Figur 2.5.B: Døme på spenningsstrang [11].....	7
Figur 2.5.C: Døme på 3. overharmoniske spenning [11]	9
Figur 2.5.D: Døme på transient [11].	10
Figur 3.3.2.: Eksempel på spenningsfluktuasjon (flimmer).	13
Figur: 5.2: Plassering/ tilkobling av måleinstrument i nettstasjon eller hos forbruker [11].18	
Figur 5.2.1: Tilkobling for måling på IT - nett [12].	19
Figur 5.2.1: Tilkobling for måling på TN - nett [12].....	20
Figur 5.3.1. FSE sikkerhetsfilosofi [5].	21
Figur 5.2.1.A: Døme på delta tilkobling på IT - nett [12]	24
Figur 5.2.1.B: Døme på Y- tilkobling på TN - nett [12].	24
Figur: 6.2.2.A: Tilkoblings muligheter på MEDCAL NT [6].	25
Figur 6.2.2.B: Deltakobling [12].	25
Figur 6.2.2.C: Y-kobling [12].....	25
Figur 7.2.1: Bilde av oppkoblet instrument i Heiane Storsenter	27
Figur 7.2.2: NVE compliance summary måling på NS 146 Heiane Storsenter	28
Figur 7.2.3: Instrument setup fra måling på NS 146 Heiane Storsenter.....	28
Figur 7.2.4: Report summary fra måling på NS 146 Heiane Storsenter.....	29
Figur 7.2.5: Steady state voltage variations fra måling på NS 146 Heiane Storsenter.....	30
Figur 7.2.6: Frequency fra måling på NS 146 Heiane Storsenter.....	31
Figur 7.2.7: Voltage unbalance fra måling på NS 146 Heiane Storsenter.....	31
Figur 7.2.8: Flicker fra måling på NS 146 Heiane Storsenter	32
Figur 7.2.9.A: Voltage harmonics fra måling på NS 146 Heiane Storsenter	33
Figur 7.2.9.B: Individual harmonics for L1 fra måling på NS 146 Heiane Storsenter.....	33
Figur 7.2.9.C: Individual harmonics for L2 fra måling på NS 146 Heiane Storsenter.....	34
Figur 7.2.9.D: Individual harmonics for L3 fra måling på NS 146 Heiane Storsenter	34
Figur 7.2.10: Rapid voltage changes fra måling på NS 146 Heiane Storsenter.	35
Figur 7.3.2: NVE compliance summary måling på NS 274 Leirvik Sveis	36
Figur 7.3.3: Instrument setup fra måling på NS 274 Leirvik Sveis.....	37
Figur 7.3.4: Report summary fra måling på NS 274 Leirvik Sveis.....	38
Figur 7.3.5: Steady state voltage variations fra måling på NS 274 Leirvik Sveis.....	39
Figur 7.3.6: Frequency fra måling på NS 274 Leirvik Sveis.....	39
Figur 7.3.7: Voltage unbalance fra måling på NS NS 274 Leirvik Sveis.....	39
Figur 7.3.8: Flicker fra måling på NS 274 Leirvik Sveis	40
Figur 7.3.9.A: Voltage harmonics fra måling på NS 274 Leirvik Sveis	41
Figur 7.3.9.B: Individual harmonics for L1 fra måling på 274 Leirvik Sveis.....	42
Figur 7.3.9.C: Individual harmonics for L2 fra måling på NS 274 Leirvik Sveis.....	42
Figur 7.3.9.D: Individual harmonics for L3 fra måling på NS 274 Leirvik Sveis	43
Figur 7.3.10: Rapid voltage changes fra måling på NS 274 Leirvik Sveis	43
Figur 7.4.2: NVE compliance summary måling på Lundseter Kraftstasjon	44
Figur 7.4.3: Instrument setup fra måling på Lundseter Kraftstasjon.....	44
Figur 7.4.4: Report summary fra måling på NS Lundseter Kraftstasjon.....	46
Figur 7.4.5: Steady state voltage variations fra måling på Lundseter Kraftstasjon.....	47
Figur 7.4.6: Frequency fra måling på Lundseter Kraftstasjon.....	47
Figur 7.4.7: Voltage unbalance fra måling på Lundseter Kraftstasjon.....	48
Figur 7.4.8: Flicker fra måling på Lundseter Kraftstasjon	49

Figur 7.4.9.A: Voltage harmonics fra måling på Lundseter Kraftstasjon	50
Figur 7.4.9.B: Individual harmonics for L1 fra måling på Lundseter Kraftstasjon.....	50
Figur 7.4.9.C: Individual harmonics for L2 fra måling på Lundseter Kraftstasjon.....	51
Figur 7.4.9.D: Individual harmonics for L3 fra måling på Lundseter Kraftstasjon	51
Figur 7.4.10: Rapid voltage changes fra måling på Lundseter Kraftstasjon	52
Figur 7.5.2: NVE compliance summary måling på NS 286 Eldøyane K4.....	53
Figur 7.5.3: Instrument setup fra måling på NS 286 Eldøyane K4	54
Figur 7.5.4: Report summary fra måling på NS 286 Eldøyane K4	55
Figur 7.5.5: Steady state voltage variations fra måling på NS 286 Eldøyane K4	56
Figur 7.5.6: Frequency fra måling på NS 286 Eldøyane K4	56
Figur 7.5.7: Voltage unbalance fra måling på NS 286 Eldøyane K4	57
Figur 7.5.8: Flicker fra måling på NS 286 Eldøyane K4.....	58
Figur 7.5.9.A: Voltage harmonics fra måling på NS 286 Eldøyane K4.....	59
Figur 7.5.9.B: Individual harmonics for L1 fra måling på NS 286 Eldøyane K4	60
Figur 7.5.9.C: Individual harmonics for L2 fra måling på NS 286 Eldøyane K4	62
Figur 7.5.9.D: Individual harmonics for L3 fra måling på NS 286 Eldøyane K4.....	64
Figur 7.5.10: Rapid voltage changes fra måling på NS 286 Eldøyane K4.....	65

Sammendrag

I denne oppgaven er det blitt utført 4 vellykkede målinger av spenningskvaliteten i Stord kommunes distribusjonsnett. Målingene er blitt utført i følgende trafokretser,

NS 146 Heiane storsenter

NS 274 Leirvik sveis (LMT)

Lundseter kraftstasjon

NS 286 Eldøyane K4

Disse målingene er blitt analysert og kontrollert iht. NVE's Forskrift nr. 1557 om leveringskvalitet (FoL). Det er Sunnhordland kraftlag som har valgt ut lokasjonene det måles i, og oppgaven gir en god beskrivelse av hvor disse er og hvilke forbrukere de forsyner. Det har blitt målt i disse trafokretsene fordi Sunnhordland kraftlag ønsket å se hvordan spenningskvaliteten var i disse områdene.

Oppgaven gir også innsikt i årsaker til redusert spenningskvalitet og konsekvenser av dette. Videre tar oppgaven for seg forklaringer til forskriftens paragrafer, og forklaringer rundt måleinstrumentet Medcal NT som er blitt brukt til å utføre målingene.

Det har blitt konkludert med at spenningskvaliteten i de trafokretsene det har blitt målt i, er innenfor kravene som er gitt i Fol med unntak av Eldøyane Næringspark.

Her ble det målt avvik på noen av de individuelle overharmoniske.

1 Innledning

Hensikten med dette prosjektet er å få utført vellykkede målinger av spenningskvaliteten i nettstasjoner hos forskjellige typer forbrukere i SKL sitt distribusjonsnett. Deretter skal disse målingene analyseres iht. NVE's forskrift nr. 1557 om leveringskvalitet i kraftsystemet (FoL) [1]. Videre er målet å gi en innsikt i de gjeldende forskrifter, samt måleteknikk og årsaker til forringet spenningskvalitet. Det vil også bli lagt stor vekt på HMS under oppkobling og nedkobling av måleutstyret. Det foreligger også en egen HMS plan.

Det vil bli utført målinger i 4 trafokiosker. Det vil bli tatt utgangspunkt i forskjellige forbrukere og hver måling vil pågå over en uke av gangen.

Følgende fenomen vil bli målt:

- Langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi
- Kortvarige underspenninger
- Kortvarige overspenninger
- Spenningssprang
- Transienter
- Flimmer
- Overharmoniske
- Spenningens frekvens
- Usymmetri i Spenningen

Så hvorfor er spenningskvalitet et viktig tema?

Spenningskvalitet er et tema som vil etter hvert bli mer og mer aktuelt i dagens samfunn. Det kommer stadig vekk utstyr i hjemmene som både er mer ømfintlig for forstyrrelser, men som samtidig også generer mer forstyrrelser ut på nettet en tidligere. Det finnes også mye industri i Norge. Her er det mye elektrisk utstyr som sveiseapparat, motorer, lysanlegg etc., og dette er komponenter som helt klart vil kunne lage forstyrrelser i kraftsystemet.

De fleste elektriske apparat vil stort sett fungere fint selv om man har et visst avvik i spenningskvaliteten, men samtidig så kan redusert levetid og i verste fall havari være en direkte årsak av dårlig spenningskvalitet.

Sunnhordland kraftlag AS (SKL) vart skipa i Stord i 1946 som ett regionalt samarbeidstiltak for å sikre stabil og tilstrekkelig tilgang på elektrisk kraft til Sunn- og Midthordland.

SKL sørger for overføring av elektrisk kraft fra overliggende sentralnett, og fra produksjonsanleggene og ut til de lokale energiverka

SKL Nett AS eier og driver 300kV, 66kV, 22 kV, 11 kV, 400V og 230V distribusjonsnett i Stord kommune.

Litt om nettanlegga pr. 31.12.2008:

300 kV luftlinjer:	93 km
300 kV kabler	17 km
66 kV luftlinjer	320 km
66 kV kabler	35 km
22 og 11 kV luftlinjer:	68 km
22 og 11 kV kabler:	117 km
Lavspentlinjer (230 og 400V):	201 km
Lavspentkabler (230 og 400V):	263 km
Antall fordelingstransformatorer:	315 stk

2 Lovpålagt krav om leveringspålidelighet og spenningskvalitet.

2.1 Innledning

Hensikten med dette kapittelet er å gi en innsikt i de mest relevante paragrafer for denne hovedoppgaven i forskrift nr. 1557 om leveringskvalitet i kraftsystemet (FoL). Det er også gitt forklaringer til de nevnte paragraferne i kapittelet.

Hele forskrift nr. 1557 om leveringskvalitet i kraftsystemet (FoL) ligger som vedlegg nr. 1 i vedleggshefte.

2.2 Kort om NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) ble grunnlagt i 1921 og er underlagt olje- og energidepartementet. NVE har ansvar for å forvalte vass- og energiresursene i Norge. NVE skal sikre en helhetlig og miljøvennlig forvaltning av vassdragene samt å fremheve en effektiv kraftomsetning.

2.3 Bakgrunn for forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet

NVE fastsatte ny forskrift nr. 1557 om leveringskvalitet i kraftsystemet (FoL) [1] den 30. november 2004. Forskriften trådte i kraft 1.1.2005. Hensikten med denne forskriften er at den skal sikre tilfredsstillende leveringskvalitet i kraftsystemet.

Forskriften baserer seg delvis på NEK EN 50160 [2] (Spenningskarakteristikker for elektrisitet levert fra offentlige distribusjonsnett) som er en norsk utgave av europanormen EN 50160 (Voltage Characteristics in Public Distribution Systems), som definerer hva som kan forventes mht kvalitet i Europa.

NVE kom med forskrift om leveringskvalitet i det norske kraftsystemet, pga det ble tidligere benyttet upresise begreper som riktig, tilfredsstillende, akseptabel og forsvarlig leveringskvalitet i energiloven [3] med forskrifter. Det var derfor et behov for å gi begrepene et reelt innhold og gi aktørene forutsigbarhet i forhold til energimyndighetenes forvaltning av regelverket.

Dette for at det skulle gis en nærmere presisering av hva som skal anses som nødvendig for at områdekonsesjonærene skal oppfylle sin leveringsplikt iht. energiloven § 3-3 [3].

Forskriften ble utarbeidet for å sikre at leveringskvaliteten i kraftsystemet blir opprettholdt på eller tilpasset til et nivå som kan anses som samfunnsmessig rasjonelt.

§ 1-1 Formål [1].

Forskriften skal bidra til å sikre en tilfredsstillende leveringskvalitet i det norske kraftsystemet, og en samfunnsmessig rasjonell drift, utbygging og utvikling av kraftsystemet. Herunder skal det tas hensyn til allmenne og private interesser som blir berørt.

§ 1-2 Virkeområde [1].

Forskriften gjelder for den som helt eller delvis eier, driver eller bruker elektriske anlegg eller elektrisk utstyr som er tilkoblet i det norske kraftsystemet, samt den som i henhold til energiloven er utpekt som systemansvarlig (SKL).

2.4 Definisjoner om begrepet leveringskvalitet

Begrepet leveringskvalitet er definert gjennom en rekke nasjonale og internasjonale rapporter og normer/standarder på området. Leveringskvalitet defineres som et samlebegrep for leveringspålitelighet og spenningskvalitet.

2.4.1 Leveringspålitelighet

Leveringspålitelighet beskriver kraftsystemets evne til å levere elektrisk energi til sluttbruker, og er knyttet til hyppighet og varighet av avbrudd i forsyningsspenningen. Leveringspålitelighet beskriver dermed tilgjengeligheten av elektrisitet [4].

Avbrudd karakteriseres som en tilstand med uteblitt levering av elektrisk energi til en eller flere sluttbrukere, hvor forsyningsspenningen er under 1 % av avtalt spenningsnivå[1].

Med dette menes det at spenningsnivået må være under 1 % av totalt 100 % avtalt spenningsnivå, før det kan kalles et avbrudd. Dette vil f.eks. si at ved en nominell spenning på 230V, så må spenningen være under 2,3V før det kan kalles et avbrudd.

Avbruddene klassifiseres i kortvarige og langvarige avbrudd. Avbrudd er sammen med kortvarige underspenninger (spenningsdipp) de forstyrrelsene som forårsaker størst økonomiske tap for kundene i kraftnettet.

Kortvarige avbrudd er avbrudd med varighet mindre eller lik 3 minutter [1].

Langvarige avbrudd defineres som avbrudd med varighet over 3 minutter[1].

2.4.2 Spenningskvalitet

Spenningskvalitet beskriver kvaliteten på spenningen i henhold til gitte kriterier [1], og beskriver dermed anvendeligheten av elektrisiteten når det ikke er avbrudd.

De fleste elektriske apparater er utviklet til å fungere optimalt ved påtrykk av en spenning med en perfekt sinusformet kurve med en konstant amplitude og en konstant frekvens.

Ethvert avvik fra dette er en reduksjon i spenningskvaliteten. Det er mange ulike forhold som kan påvirke spenningskvaliteten, som eksempel kortslutninger, koblinger i nettet, lyn, belastninger med ulineær strøm og spenningskarakteristikk for å nevne noen. De fleste elektriske apparater vil likevel fungere tilfredsstillende innenfor et visst avvik i spenningskvaliteten [9].

2.5 Generelle bestemmelser

§ 2-1 Utbedring [1].

Det som omfattes av denne forskriften skal ved hendelser i egne anlegg, som medfører avbrudd eller redusert leveringskapasitet til sluttbruker, gjenopprette full forsyning til de aktuelle sluttbrukerne uten ugrunnet opphold. Tilknytningspunkt av betydning for liv og helse skal prioriteres.

De som omfattes av denne forskriften skal, dersom deres egne anlegg er skyld i at bestemmelsene i denne forskriften ikke kan overholdes, utbedre forholdet uten ugrunnet opphold. Utbedringsplikten gjelder ikke for nettkunder, dersom grenseverdiene kun overskrides i eget tilknytningspunkt, og tilknyttet nettselskap ikke opplever problemer som følge av dette.

§ 2-2 Varsling fra nettkunde [1].

Nettkunder skal varsle tilknyttet nettselskap om hendelser i egne anlegg eller uten ugrunnet opphold, dersom det antas at hendelsen vil føre til at nettselskapet får problemer med å kunne oppfylle sin plikt iht. denne forskriften.

§ 2-5 Nettselskapenes saksbehandling ved misnøye med leveringskvaliteten [1].

Henvendelser om leveringskvalitet fra nettkunder skal skje til nettselskapet kunden er tilknyttet. Åpenbare årsaker til brudd i bestemmelsene i denne forskriften, skal utbedres uten ugrunnet opphold, jf. § 2-1.

Nettselskapet skal ved henvendelser der det ikke er en åpenbar årsak, utføre nødvendige målinger og utbedringer. Nettselskapet kan i slike tilfeller kreve skriftlig begrunnelse med angivelse av forhold og betydning.

Nettselskapet skal så snart som mulig og senest innen en måned, oversende kunden en foreløpig vurdering og fremdriftsplan. Målinger som utføres, skal som minimum ha en ukes varighet og skal så langt som mulig reflektere tilsvarende driftsforhold som henvendelsen refererer til.

Nettselskapet skal snarest mulig og senest innen fire måneder, finne frem til den som er ansvarlig for iverksette eventuelle tiltak iht. § 2-1.

§ 2A-1 Registrering og rapportering av leveringspålitelighet [1].

§ 2A-1 sier at nettselskap skal registrere data om kortvarige og langvarige avbrudd i rapporteringspunkt i eget nett. Hendelser som medfører redusert leveringskapasitet for

sluttbruker som tariffes i regional- eller sentralnettet, skal registreres som kortvarige eller langvarige avbrudd.

Som nevnt i innledning i kapittel 2 så er hensikten med denne hovedoppgaven å ta stikkprøver av spenningskvaliteten i SKL sitt distribusjonsnett. Målingene i denne hovedoppgaven blir derfor ikke utført pga klager fra nettkunder, men ut fra ønske fra SKL om å kontrollere spenningskvaliteten i relevante trafokretser.

Det betyr at § 2A-1, § 2-1, § 2-2 og § 2-5 kun trer i kraft vist det viser seg at måleresultater har registrert avbrudd eller redusert leveringskapasitet iht. FoL [1].

2.6 Krav til leveringspålitelighet og spenningskvalitet.

§ 3-2 Spennings frekvens

- *Systemansvarlig skal sørge for at spennings frekvens- og tidsavvik normalt holdes innenfor bestemmelser i norsk systemdriftsavtale [1].*
- *Systemansvarlig skal i områder som midlertidig er uten fysisk tilknytning til tilgrensende overføringsnett, sørge for at spennings frekvens normalt holdes innenfor 50Hz ±2 % [1].*

Dette vil si at med en frekvens på 50Hz, så er maks tillat variasjon i frekvensen 51Hz (+2 %) og minste tillatte variasjon i frekvensen 49Hz (- 2 %).

I Norge er spennings frekvens 50 Hz på kraftnettet. Med spennings frekvens menes det hvor mange endringer sinuskurven har per tidsenhet. Ved 50 Hz har spenningen 50 svingninger per sekund.

§ 3-3. Langsomme variasjoner i spennings effektivverdi.

Endringer i spennings stasjonære effektiv verdi, målt over et gitt tidsintervall [1].

- *Nettselskapet skal sørge for at langsomme variasjoner i spennings effektivverdi, er innenfor et intervall på ± 10 % av nominell spenning, målt som gjennomsnitt over ett minutt, i tilknytningspunkt i lavspenningsnettet [1].*

Dette vil si at der spenningen har en nominell effektivverdi på 230 V (100 %), så er maks tillat variasjon i spenning 253 V (110 %). Det samme gjelder også minste tillatte spenning som da vil være 207 V (90 %) ved 230 V nominell. Elektrisk utstyr som er tilknyttet 230 V-nettet er som oftest dimensjonert for å tåle spenningsvariasjoner som er innenfor det som er nevnt ovenfor.

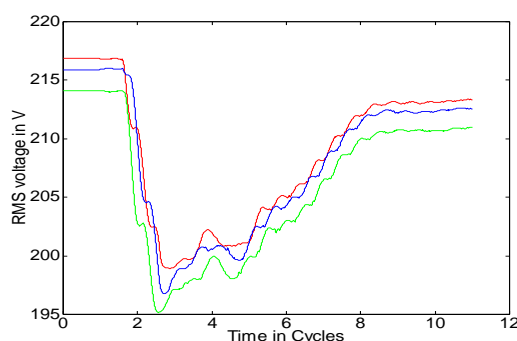
§ 3-4. Kortvarige over- og underspenninger.

- *Norges vassdrag - og energidirektorat kan pålegge de som omfattes av denne forskriften, å gjennomføre tiltak for å redusere omfanget eller konsekvensene av kortvarige over- og underspenninger.*

Nettselskap skal sørge for at de maksimale spenningsendringer ved kortvarige over- og underspenninger, i antall og størrelse ikke overstiger grenseverdier for maksimal spenningsendring satt i § 3-5. Unntak gitt i § 3-5 annet ledd gjelder også for kortvarige over- og underspenninger [1].

Kortvarige underspenninger eller spenningsdipper som det også kalles er definert som: *en hurtig reduksjon i spennings effektivverdi til under 90 %, men større en 1 % av avtalt spenningsnivå. Varigheten av kortvarige underspenninger er ansett å være mellom 10 ms og 60 s [1] se figur for dømme på underspenning.*

Kortvarige overspenninger er definert som: *en hurtig økning i spennings effektivverdi høyere en 10 % av avtalt spenningsnivå. Dette vil si spenningsnivå over 110 %. Varigheten anses å være den samme som for spenningsdipper, ca. 10 ms til 60 s [1].*



Figur 2.5.A: Døme på underspenning [11].

§3-5. Spenningsstrang.

- *Nettselskap skal sørge for at spenningsstrang ikke overstiger følgende verdier i tilknytningspunkt med det respektive nominelle spenningsnivå, U_N [kV], for den respektive hyppighet [1]:*

Spenningsstrang	Maksimalt antall tillatt pr. døgn	
	$0,23 \leq U_N \leq 35$	$35 < U_N$
$\Delta U_{stasjonær} \geq 3 \%$	24	12
$\Delta U_{maks} \geq 5 \%$	24	12

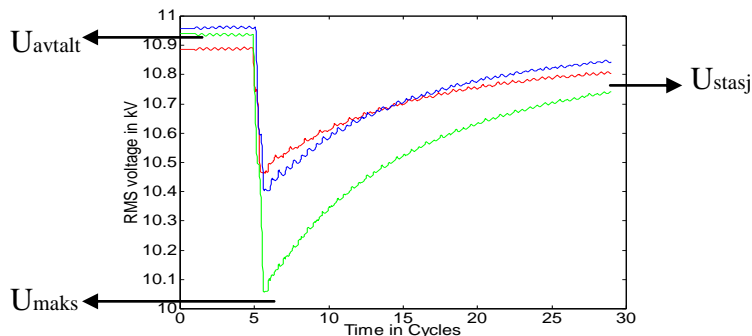
- *Spenningsstrang som skyldes jord- eller kortslutninger i nettet, innkobling av transformatorer, gjeninnkobling etter feil, samt nødvendige driftskoblinger for å opprettholde en tilfredsstillende leveringskvalitet som helhet, omfattes ikke av grenseverdier gitt i første og annet ledd [1].*

Spenningsstrang er definert som: *En endring av spennings effektivverdi innenfor $\pm 10 \%$ av avtalt spenningsnivå, som skjer hurtigere enn $0,5 \%$ av avtalt spenningsnivå pr. sekund. Spenningsstrang uttrykkes ved stasjonær og maksimal spenningsendring som er gitt ved henholdsvis:*

$$\%U_{stasjonær} = \frac{\Delta U_{stasjonær}}{U_{avtalt}} \cdot 100\% \quad \text{og} \quad \%U_{maks} = \frac{\Delta U_{maks}}{U_{avtalt}} \cdot 100\%$$

der ΔU_{stasj} er stasjonær spenningsendring som følge av spenningsendringsskarakteristikk, ΔU_{maks} er den maksimale spenningsdifferansen i løpet av en spenningsendringsskarakteristikk og ΔU_{avtalt} er avtalt spenningsnivå [1].

spenningsendringsskarakteristikk: Endring i spennings effektivverdi evaluert pr. halvperiode som funksjon av tiden, mellom tidsperioder hvor spenningen har vært stabil i minimum ett sekund. Spenningen anses stabil når den ikke endres hurtigere enn 0,5 % av avtalt spenningsnivå pr. sekund [8].



Figur 2.5.B: Døme på spenningsprang [11]

§3-6. Flimmerintensitet

- *Nettselskap skal sørge for at flimmerintensiteten ikke overstiger følgende verdier i tilknytningspunkt for respektive nominelle spenningsnivå, U_N [kV], for det respektive tidsintervall [1]:*

	$0,23 \leq U_N \leq 35$	$35 < U_N$	tidsintervall
Korttidsintensitet av flimmer, P_{st} [pu]	1,2	1,0	95 % av uken
Langtidsintensitet av flimmer, P_{lt} [pu]	1,0	0,8	100 % av tiden

Flimmer er RMS spenningsvariasjoner som opptrer med frekvens på mellom 5 og 20 Hz. Statistisk er den verste frekvensen for det menneskelige øyet 8,4 Hz. En spenningsvariasjon på ca 0,2 % med denne frekvensen tilsvarer et flimmer nivå på 1,0 PU [6].

Flimmer fører blant annet til ubehag hos mennesker pga intensitetsvariasjoner i lys og måles i P_{st} og P_{lt} . [6].

Intensiteten av flimmerubehaget er definert ved UIE-IEC flimmermålemetode og beregnes ved de følgende størrelser:

- Korttidsintensitet (P_{st}) målt over en periode ti minutter.*
- Langtidsintensitet (P_{lt}) beregnet ut fra 12 P_{st} - verdier over et to timers intervall, iht. følgende uttrykk:*

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{P_{sti}^3}{12}} \quad [1].$$

§3-7. Spennings usymmetri

- *Nettselskap skal sørge for at grad av spennings usymmetri ikke overstiger 2 % i tilknytningspunkt, målt som gjennomsnitt over ti minutter [1].*

Spennings usymmetri beskrives som: Tilstand i et flerfaset system hvor linjespenningens effektivverdier (grunnharmoniske komponent), eller fasevinklene mellom etterfølgende linjespenninger, ikke er helt like. Grad av usymmetri beregnes ved forholdet mellom spennings negative og positive sekvenskomponent, og kan uttrykkes med:

$$\frac{U_-}{U_+} = \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6\beta}}{1 + \sqrt{3 - 6\beta}}} \cdot 100\%$$

der U_- er spennings negative sekvenskomponent, og U_+ er spennings positive sekvenskomponent,

$$\beta = \frac{U_{12}^4 + U_{23}^4 + U_{31}^4}{(U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2)^2}$$

og U_{ij} representerer linjespenningens grunnharmoniske komponent mellom de nummererte faser [1].

I et symmetrisk trefasesystem vil de tre fasespenningene være forskjøvet 120° i forhold til hverandre og de vil ha samme effektivverdi og maksimalverdi.

§3-8. Overharmoniske spenninger

- *Nettselskap skal sørge for at total harmonisk forvrengning (THD) av spennings kurveform ikke overstiger 8 % og 5 %, målt som gjennomsnitt over henholdsvis ti minutter og en uke, i tilknytningspunkt med nominell spenning fra 230V til og med 35kV [1].*

Odde harmoniske				Like harmoniske	
Ikke multiplum av 3		Multiplum av 3			
Orden h	U_h	Orden h	U_h	Orden h	U_h
5	6,0 %	3	5,0 %	2	2,0 %
7	5,0 %	9	1,5 %	4	1,0 %
11	3,5 %	> 9	0,5 %	> 4	0,5 %
13	3,0 %				
17	2,0 %				
19, 23, 25	1,5 %				
> 25	1,0 %				

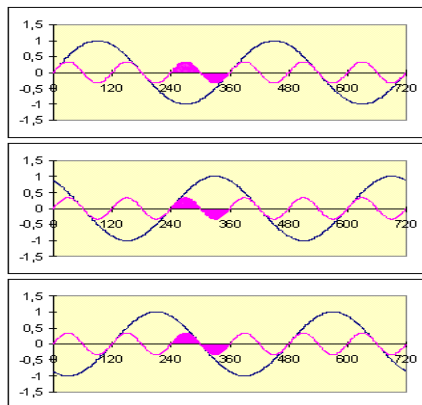
Med overharmoniske menes sinusformede spenninger med en frekvens lik et multiplum av forsyningsspenningens grunnharmoniske frekvens. Total harmonisk forvrengning av spenningen uttrykkes ved:

$$\%THD_U = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{40} U_k^2}}{U_1} \cdot 100\%$$

Individuell harmonisk forvrengning for hvert multiplum av den grunnharmoniske frekvensen uttrykkes ved:

$$\%U_k = \frac{U_k}{U_1} \cdot 100\% \quad [1].$$

Eksempel: Viss spenningens grunnharmoniske frekvens er 50 Hz vil 3. overharmoniske være 150 Hz, 5. overharmoniske være 250 Hz osv. Se på figur 2.5.C. for eksempel på 3. overharmoniske spenning.



Figur 2.5.C: Døme på 3. overharmoniske spenning [11]

§3-9. Interharmoniske spenninger.

- Norges vassdrags- og energidirektorat kan fastsette grenseverdier for interharmoniske spenninger i tilknytningsnett [1].

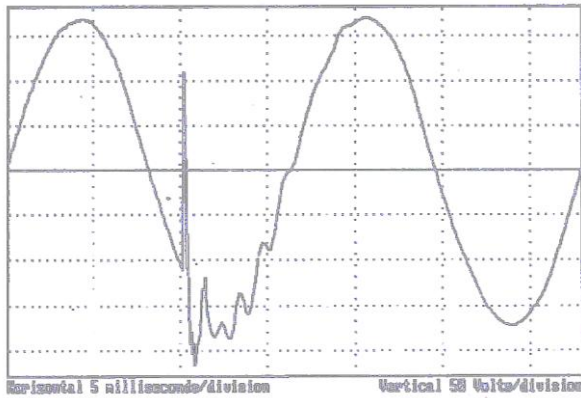
Interharmoniske spenninger er på mange måter lik overharmoniske spenninger. Hovedforskjellen er at interharmoniske spenninger er: *sinusformede spenninger med frekvens som ligger mellom de overharmoniske, det vil si at frekvensen ikke er et multiplum av forsyningsspenningens grunnharmoniske frekvens* [1].

§3-11. Transiente overspenninger.

- Norges vassdrags- og energidirektorat kan pålegge de som omfattes av denne forskriften, å gjennomføre tiltak for å redusere omfanget eller konsekvensene av transiente overspenninger.

Transiente overspenninger er definert som: *høyfrekvente eller overfrekvente overspenninger større en 50 Hz som normalt skjer innenfor en halvperiode av spenningens frekvens.*

Varigheten vil normalt være på ca. 10 ms. Stigetiden kan variere fra mindre enn ett mikrosekund til noen få millisekunder [1]. Se figur 2.5.D. for dømme på transient.



Figur 2.5.D: Dømme på transient [11].

3 Hva er årsaker til forringet spenningskvalitet

3.1 Innledning

Hensikten med dette kapitlet er å gi en kort innsikt i hva som er årsaker til forringet spenningskvalitet, og konsekvenser av dette.

Fenomenene ved dårlig spenningskvalitet er mange. Motorer, likerettere, trafoer, lyn og frekvensomformere er typiske årsaker til forstyrrelser på nettet. Så hvem er det som genererer disse forstyrrelsene? Både leverandør og forbruker kan forårsake forstyrrelser på nettet, men primært så er det utstyr som er koblet til nettet (forbruk) som lager mest støy.

3.2 Forstyrrelser generert av leverandør.

Det er ikke så mye forstyrrelser leverandøren normalt forårsaker, men følgende forstyrrelser kan oppstå.

- Transienter
- Kortvarige over og underspenninger
- Spenningsprang
- Frekvensvariasjon
- Avbrudd
- Langsomme variasjoner i spennings RMS verdi

3.2.1 Transienter.

Transienter oppstår enten ved koblinger i kraftnettet (koblingstransienter) eller ved lynnedslag (atmosfæriske). En transient forårsaket av lyn vil ha en høy amplitude, men på grunn av den korte varigheten er som regel energiinnholdet lavere enn ved koblingstransienter [9]. Transienter forårsaket av lyn kan naturligvis ikke relateres verken til forbruker eller leverandør. *Koblingstransientene blir vesentlig mindre dersom spenningen brytes i eller nær dens nullgjennomgang. Dette utnyttes ved å benytte synkroniserte brytere, der alle tre fasene brytes i sin nullgjennomgang [9].*

3.2.2 Spenningsprang.

Fenomen som dette kan oppstå som følge av inn og ut kobling av f.eks. store motorer [9], men også ved innkobling av kondensator batterier. Ved start av en motor vil startstrømmen ligge en plass mellom 5 til 7 ganger merkestrøm. Man vil da få et sprang i spenningen grunnet den høye strømmen. Ved innkobling av store kondensator batterier vil det også gå en høy strøm som vil forårsake et spenningsprang. Man kan for øvrig beregne hvor stort spenningsprang som vil oppstå under innkobling av kondensator batterier ved å bruke formelen Q/S_k , der Q er kondensatorens ytelse og S_k er kortslutnings effekt i nettet. Trafotringning kan også gi spenningsprang. Disse kan komme i steg, og kan gå både opp og

ned. Spenningsstrang kan også oppstå ved bortkobling av deler av nettet ved at stivheten i nettet endres [9].

3.2.3 Frekvensvariasjon.

I Norge er frekvensen 50 Hz og avvik i denne er svært sjelden. Vi har et stabilt nett som er samkjørt med store deler i Norden. Avvik kan allikevel forekomme og årsaken til det er lastvariasjon på nettet. Er f.eks. forbruket høyere enn innstilt produksjon vil frekvensen gå under 50 Hz. Har man et motsatt forhold vil frekvensen gå over 50 Hz.

Døme på dette kan være såkalt øydrift. Man kan da se for seg et øysamfunn som Stord som er forsynt fra regionalnettet, men også produserer egen kraft fra egne ”små” produksjonsanlegg. Dersom forsyningen fra regionalnettet faller ut, kan kraft forsyningen i egne produksjonsanlegg fortsatt levere kraft ut i øysamfunnet. Dette vil selvfølgelig gi et mye mindre stabilt nett, som lett lar seg påvirke av lastvariasjoner. Og en vil da kunne få problemer som forklart ovenfor.

3.2.4 Avbrudd.

Forbruker forventer selvsagt å ha en mest mulig avbruddsfri spenning og det er svært sjelden det er noe avvik her. Men dette kan forekomme ved arbeid på kraftnettet når utkobling er nødvendig.

3.2.5 Kortvarige over og underspenninger.

Spenningsdipper (kortvarige underspenninger) kan oppstå som følge av jordslutninger og kortslutninger i nettet, gjeninnkopling mot feil og store lastpåslag [9]. Eksempel på store lastpåslag kan bla. være innkobling av en trafo. Det vil da gå en høy strøm i starten grunnet magnetisering av trafoen. Kortvarige overspenninger oppstår normalt ved utfall av store belastninger. Feilkobling og feiltrinning av trafoer kan også forårsake overspenninger [9].

3.2.6 Langsomme variasjoner i spenningens RMS verdi

Langsomme variasjoner i spenningens RMS verdi vil alltid forekomme og også være akseptable så lenge de er innenfor kravene satt i forskrift 1557 (FoL) § 3-3. Store avvik i spenningens RMS verdi kan bla., skyldes feildimensjonerte nett der spenningsfallet blir for stor pga. lange avstander eller feil tverrsnitt. Men også feiltrinnede transformatorer som da kan gi for høy eller for lav spenning levert til kunde. Typiske områder med problem som dette vil være i spredt bebygde områder som er forsynt med luftnett over lange avstander [9].

3.3 Forstyrrelser generert av forbruker

3.3.1 Innledning

Som nevnt ovenfor er det her de fleste forstyrrelsene oppstår. Det er mange forbrukere tilknyttet nettet og alt fra store industri område til en enkel enmannsbolig vil være med å generere støy på nettet. Typiske fenomen som kan oppstå er:

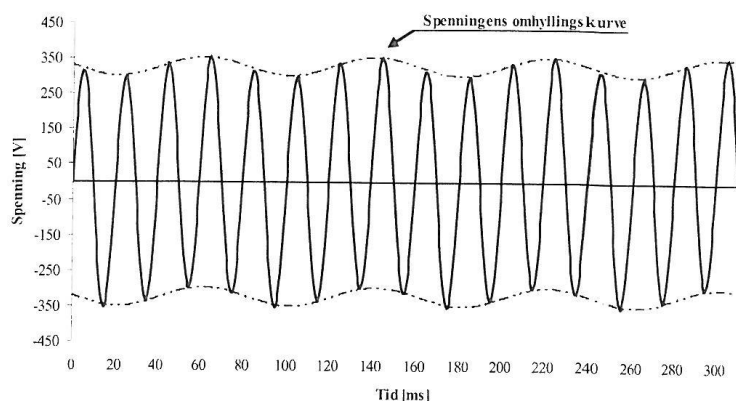
- Spenningsprang
- Kortvarige over og underspenninger
- Overharmoniske
- Usymmetri i spenningen
- Flimmer
- Transienter

3.3.2 Industri.

I industrien blir det brukt mye elektrisk utstyr som f.eks. sveiseapparat, store elektromotorer, likerettere, datamaskiner og lysarmaturer som er med på å generere forstyrrelser. Store elektromotorer vil gi en dipp og et spenningsprang i spenningen ved oppstart. Dette er fordi en elektromotor har en start strøm som er som nevnt tidligere 5-7 ganger I_n (merkestrøm).

Utstyr som smelteovner og sveiseapparat vil kunne være årsak til spenningsfluktuasjoner. Dette er utstyr som har store og hurtige lastvariasjoner, som igjen vil resultere i en serie spenningsendringer eller en syklisk variasjon av spennings omhyllingskurve [9].

Som nevnt i kapittel 2.6 i § 3-6 er flimmer RMS spenningsvariasjoner som opptrer med frekvens på mellom 5 og 20 Hz. Flimmer vil derfor kunne være en konsekvens av spenningsfluktuasjoner dersom omhyllingskurven til spenningskurven har en frekvens mellom 5 og 20 Hz [9]. Se figur 3.3.2. for dømme på spenningsfluktuasjon



20: Eksempel på spenningsfluktuasjoner, hvor omhyllingskurven til den presenterte spenningskurven har frekvens lik 12,5 Hz.

Figur 3.3.2.: Eksempel på spenningsfluktuasjon (flimmer).

Videre kan det oppstå overharmoniske og usymmetri i spenningen. *Overharmoniske oppstår når elektrisk utstyr som trekker en ulineær strøm kobles til nettet. Eksempel på dette er likerettere, tyristorstyrte apparater og lysstoffrør. Det vanligste overharmoniske komponentene er: 3. harmoniske som kan være årsak til n-leder problem, 5. harmoniske og 7. harmoniske som genereres av elektronikk, lamper og 6-puls likerettere/motordrifter, 11. og 13. harmoniske som genereres av 12 puls likeretter/motordrifter. I tillegg kan det også noen steder oppstå 17., 19., 23. og 25. harmoniske fra likeretterutstyr f.eks. i industrianlegg.[10]*

Usymmetrisk spenning kan skyldes usymmetrisk tilkobling av en fase og tofase belastninger i lavspenningsnettet. Usymmetri kan også oppstå ved jordslutninger, tofasekortslutninger og fasebrudd [9].

3.3.3 Næringsområde.

Her vil man kunne finne mye av de samme forstyrrelsene som genereres av industrien, men det vil nok være litt annerledes utstyr som forårsaker forstyrrelsene.

I nærings område finnes det som oftest store handlesenter som har mange forskjellige butikker. Her vil det være mye utstyr som f.eks. lysanlegg, ventilasjonssystem, kjøleanlegg, pc'er osv.

Typiske forstyrrelser som her kan oppstå vil være, overharmoniske forårsaket av bla. Pc'er og lysanlegg. Dipper og spenningsprang forårsaket av motorer i store ventilasjonsanlegg/kjøleanlegg som kobles mye inn og ut.

3.3.4 Boligfelt.

Boliger kommer det stadig flere av, samtidig så får vi hele tiden nye elektriske komponenter i hjemmene våre.

Tv apparat, datamaskiner, stereoanlegg osv. er bare noen av komponentene som man finner i de aller fleste boliger. Sveiseapparat (hobbysveisere) kan også være en støykilde i noen boliger. Alt dette er med på å skape støy på nettet og en vanlig forstyrrelse vil være overharmoniske. Dette er fordi det finnes svært mye likerettere i utstyret vi finner dagens boliger.

4 Konsekvenser

4.1 Innledning

Konsekvensene av forstyrrelsene er mange og kan være meget omfattende. Dette medfører hvert år store økonomiske kostnader for samfunnet, og de forstyrrelsene som typisk gir størst økonomiske konsekvenser iht. NVE [9] er:

- Langsomme variasjoner i spennings effektivverdi.
- Kortvarige underspenninger.
- Transienter.

Mindre vanlige forstyrrelser vil også kunne forårsake konsekvenser av ulik grad. Disse forstyrrelsene kan være:

- Kortvarige overspenninger.
- Overharmoniske.
- Spennings usymmetri.
- Flimmer.

4.1.2 Langsomme variasjoner i spennings effektivverdi: *er årlig med på å forårsake feil og havari på utstyr [9]. Varig underspenning kan f.eks. medføre feilfunksjon og utkobling av utstyr som gir stopp i produksjon, redusert effekt i elektrisk oppvarmingsutstyr, redusert lys utbytte og i noen tilfeller også havari av utstyr. Varig overspenning kan medføre havari eller redusert levetid av utstyret pga økt temperatur og redusert isolasjonsnivå. Det kan også oppstå følgeskader som brann og eksplosjon ved varig overspenning [9].*

Typisk problem med for høy spenning vil være redusert levetid på f.eks. lyspærer. Det kan også oppstå følgeskader som brann og eksplosjon ved varig overspenning.

I en spørreundersøkelse [9] som ble utført for noen år tilbake der 7 selskaper innen prosessindustrien deltok, kom det frem at gjennomsnittlige kostnader per år per respondent var i størrelsesorden 43 000 kr hhv 143 000 kr på grunn av for høy og for lav stasjonær spenning.

4.1.3 Kortvarige underspenninger: *eller spenningsdipp som det også kalles kan medføre feilfunksjon eller direkte utkobling av elektrisk utstyr. Dette kan igjen medføre følgeskader og produksjonstap ved utkobling av hele eller deler av anlegget. Kostnader for samfunnet relatert til spenningsdipp er estimert til ca. 170 – 330 millioner kroner per år [9].*

4.1.4 Transiente overspenninger: *vil kunne forårsake feilfunksjon på elektriske apparater og havari på elektriske komponenter som transformatorer, samt fare for brann. Dette er fordi en transient har en høy amplitude som fort vil kunne skade isolasjonen i elektrisk utstyr. Det kom frem i en spørreundersøkelse som ble gjort i prosessindustrien (8 respondenter) at transiente overspenninger årlig er skyld i 25000,- kroner økonomisk tap per respondent [9].*

4.1.5 Kortvarige overspenninger: *blir sett på som mer alvorlige enn kortvarige underspenninger. Årsaken til dette er at kortvarige overspenninger oftere fører til havari på elektrisk utstyr enn kortvarige underspenninger. Dette er fordi overspenninger ofte vil kunne ødelegge eller redusere isolasjonsnivået på utstyr som blir utsatt for dette fenomenet. Likevel utgjør kortvarige underspenninger kostnadmessig et større problem enn kortvarige overspenninger. Produksjonsstans vil være en typisk årsak av kortvarige underspenninger, og dette vil fort kunne utgjøre store økonomiske tap [9].*

4.1.6 Overharmoniske spenninger: *her vil typiske konsekvenser være, overbelastning/overoppheting av kondensatorer, overbelastning og redusert ytelse på motorer, transformatorer, generatorer og overbelastning på nulleleder [9]. Overharmoniske spenningskomponenter som 5., 7., 11. og 13. vil i hovedsak medføre varmgang og elektriske tap. Spenningskomponenter som 17., 19., 23., og 25. vil i hovedsak medføre driftsproblematikk og uønsket funksjon av utstyr. I Norge har vi en høy andel av ohmsk last, derfor er nivået av overharmoniske lavt i forhold til andre land. [10]*

4.1.7 Usymmetriske fasespenninger: *kan være med på å forårsake temperaturstigning, nedsatt ytelse og levetid på motorer og generatorer. Høye spenninger mellom fase og jord kan også medføre havari på tele eller datautstyr. Usymmetri er derfor nødvendig å regulere på grunn av de materielle og økonomiske tap som kan oppstå som følge av dette. Det er for øvrig ikke dokumentert at usymmetri i spenningen er et problem i det norske kraftsystemet, men regulering er viktig for å hindre dette i fremtiden [9].*

4.1.8 Flimrer: *konsekvenser forårsaket av flimrer er ikke så mange, men dersom flimmerintensiteten har en frekvens på mellom 5 – 20 Hz kan dette medføre visuelt ubehag. Konsentrasjons vansker ved eksempelvis lesing og arbeid kan være vanskelig dersom lyset flimrer. Dette vil igjen kunne resultere i nedsatt personeffektivitet.*

5 Måleprogram: Lokasjoner og elsikkerhet (HMS) for tilkobling av instrument i nettstasjoner

5.1 Utvalgte målepunkt/ lokasjoner

Målepunkta/ lokasjonene er valgt ut av Ragnar Almås og Karl Nes hos SKL Nett AS. Målepunkta/ lokasjonene er valgt ut ifra at en vil registrere spenningskvaliteten i nettstasjoner hos forskjellige typer forbrukere. Dette med utgangspunkt i forbrukere som industri, husholdning (bustadhus/ hytter) og butikker/ handlesenter.

De nettstasjoner som er valgt for måling av spenningskvalitet er:

NS 146 Heiane Storsenter (butikk)
NS 274 Leirvik Sveis K6 (industri)
Lundseter Kraftstasjon (husholdning/hytter)
NS 286 Eldøyane K4 (industri)

5.1.1 NS 274 Leirvik Sveis:

Nettstasjonen NS 274 er 1 av 5 stk nettstasjoner som forsyner Leirvik Sveis industri område. Nettstasjon NS 274 består av 1stk fordelingstrafo med merkeytelse 800 kVA med en primær merkespenning 22 kV for høgspenning og sekundær merkespenning 415V for lavspenning som forsyner hovedtavlen til en stor sveise/monteringshall hos Lervik Sveis.

Hensikten med å måle spenningskvaliteten i denne nettstasjonen er generelt for å sjekke spenningskvaliteten ute i nettet. Leirvik Sveis er en industri bedrift som har en del store sveisemaskiner og andre industrimaskiner, og en ønsker derfor å måle om disse lager forstyrrelser på nettet som kan gå utover spenningskvaliteten

5.1.2 NS 146 Heiane Storsenter:

Nettstasjonen NS 146 består av 2stk parallell kopla fordelingstrafoer med merkeytelse 800 kVA pr stk. med en primær merkespenning 22 kV for høgspenning og sekundær merkespenning 415V for lavspenning som forsyner Heiane Storsenter.

Hensikten med å måle spenningskvaliteten i denne nettstasjonen er generelt for å sjekke spenningskvaliteten ute i nettet. Heiane Storsenter er et handlesenter med mange butikker med mye elektrisk utstyr som kjølemaskiner, ventilasjonsanlegg, belysning m.m., og en ønsker derfor å måle om disse lager forstyrrelser på nettet som kan gå utover spenningskvaliteten.

5.1.4 Lundseter kraftstasjon:

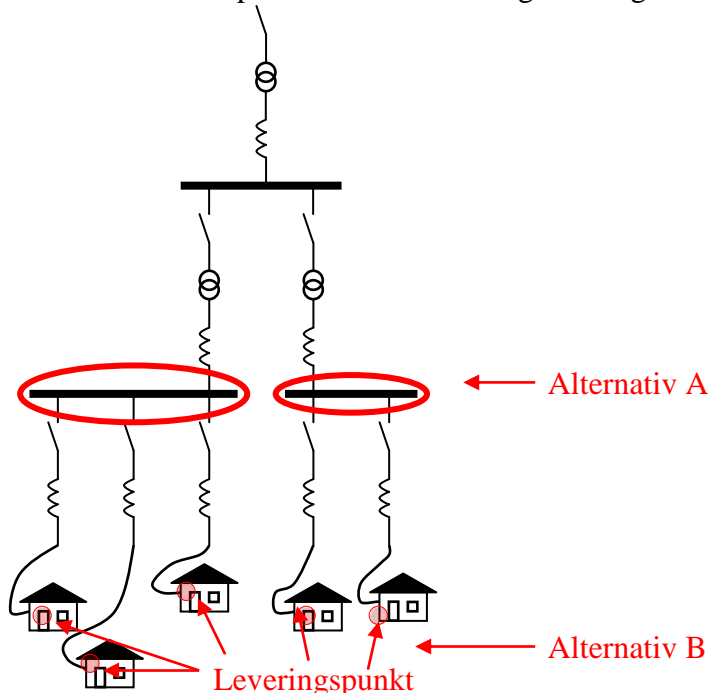
Lundseter kraftstasjon har 1stk turbin som produserer 0,5 MW pr. år og har 1stk fordelingstrafo med merkeytelse 1000 kVA med en primær merkespenning 22 kV for høgspenning og sekundær merkespenning 240V for lavspenning som forsyner 125 bustadhus/ hytter. Hensikten med å måle spenningskvaliteten i denne nettstasjonen er generelt for å sjekke spenningskvaliteten ute i nettet. Og for å måle om husholdningsapparat og de elektriske installasjonene i de forskjellige bustadhus lager forstyrrelser på nettet som kan gå utover spenningskvaliteten, samt og måle kvaliteten av den produserte spenningen fra turbinen.

5.1.5 NS 286 Eldøyane K4:

Nettstasjon NS 286 består av 1stk fordelingstrafo med merkeytelse 800 kVA med en primær merkespenning 22 kV for høgspenning og sekundær merkespenning 415V for lavspenning som forsyner 3 nettkunder på Eldøyane. Hensikten med å måle spenningskvaliteten i denne nettstasjonen er generelt for å sjekke spenningskvaliteten ute i nettet. Disse 3 nettkundene er industri bedrifter som har en del store sveisemaskiner og andre industrimaskiner, og en ønsker derfor å måle om disse lager forstyrrelser på nettet som kan gå utover spenningskvaliteten.

5.2 Plassering/tilkobling av måleinstrument

Plassering/tilkobling av måleinstrumentet blir på lavspenningssiden (230V IT- nett og 400V TN -nett) i utvalgte nettstasjoner som vist i figur 5.2 alternativ A, eller i leveringspunkt hos forbruker som vist på figur 5.2 alternativ B. Ved plassering hos forbruker blir måleinstrumentet plassert nærmest mulig leveringssted (sikringsskap).

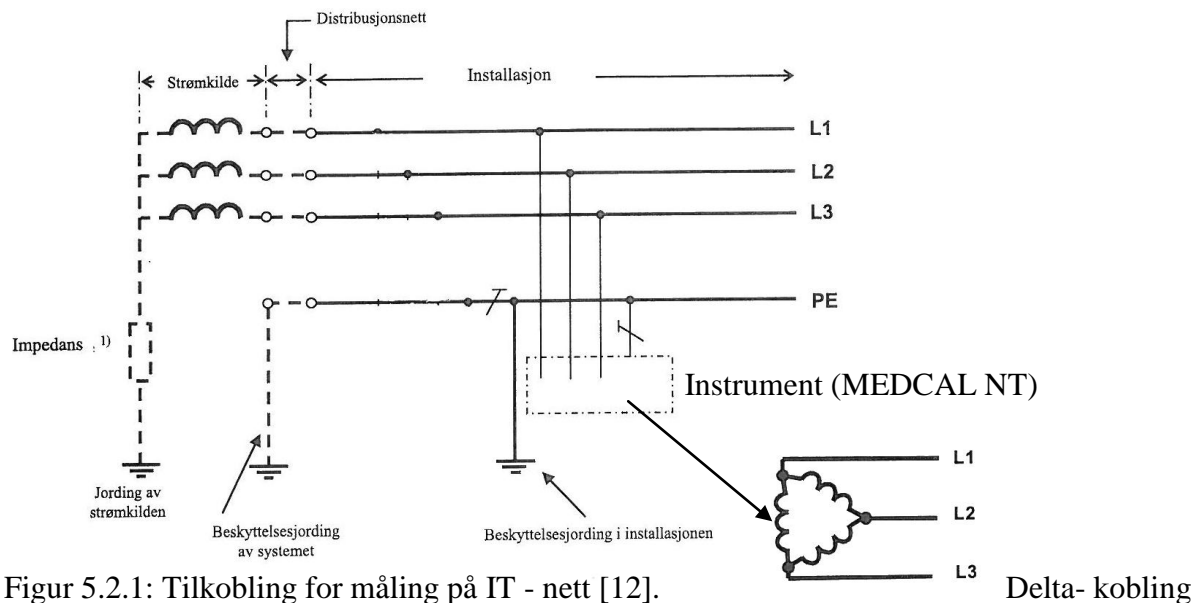


Figur: 5.2: Plassering/ tilkobling av måleinstrument i nettstasjon eller hos forbruker [11].

5.2.1 Måling på IT-nett

Det er to typer nett det skal utføres målinger på i denne hovedoppgaven, IT- nett (230V) og TN - nett (400V).

Når en skal utføre målinger på IT- nett så vil en måle i delta (trekant), dette for å måle fase-fase spenningen (230V) mellom L1, L2 og L3 (som vist i figur 5.2.1).



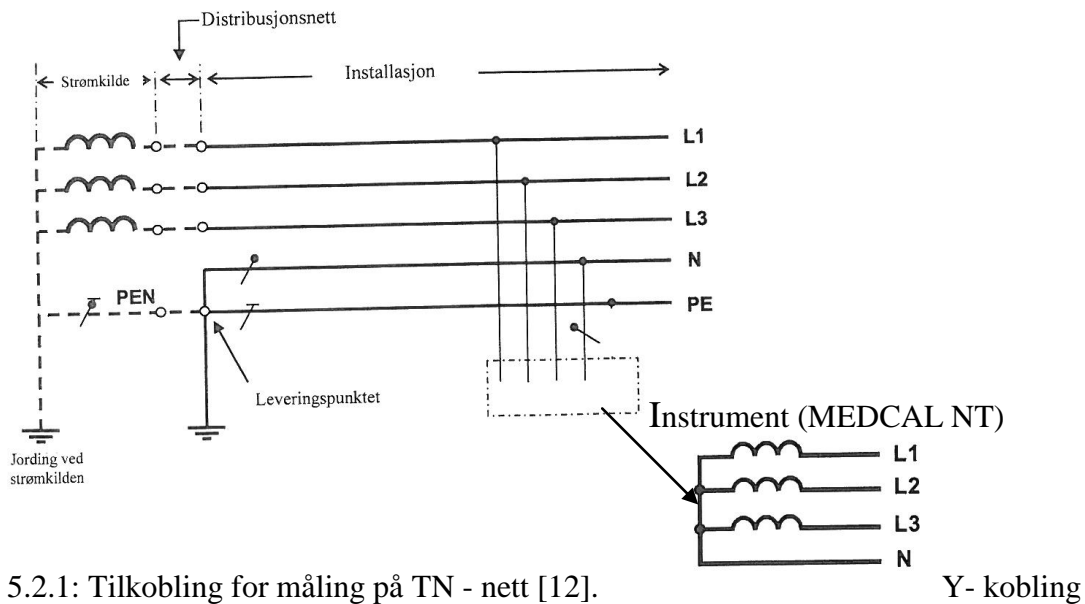
Figur 5.2.1: Tilkobling for måling på IT - nett [12].

Grunnen for at gruppen har valgt å måle i delta og ikke i stjerne (Y) i et IT- nett, er når en måler i stjerne så vil spenningen en måler være 133V ($230\text{V} / \sqrt{3}$) mellom PE og L1, L2 og L3. En vil da ikke utføre målingene iht. FoL [1], som sier i § 3-5, § 3-6 og § 3-8 at den nominelle spenningen det skal måles på minimum skal være 230V. En må da måle i delta i et IT- nett for og etterleve krava i FoL [1].

5.2.2 Måling på TN - nett

Når en skal utføre målinger på TN - nett så har gruppen valgt å måle i stjerne (Y), dette for å måle fase- fase spenningen (230V) mellom N og L1, L2 og L3 (som vist i figur 5.2.2 på neste side).

Grunnen for at gruppen har valgt å måle i stjerne (Y) og ikke i delta (trekant) i et TN - nett, er at i et TN - nett ligger som oftest belastningene mellom N og de tre fasene (L1, L2 og L3). Når en måler i stjerne så vil en og få målt alle frekvenser av harmoniske spenninger (2 – 64 individuelle harmoniske). Spesielt de trippel odde harmoniske (3, 9, 15 ...) som kan skape problemer pga at disse frekvensene adderer seg i N-leder. Kravet i FoL [1] sier at en skal måle i fasespenningen.



5.3 Elsikkerhet for tilkobling av instrument i nettstasjoner.

I denne hovedoppgaven skal det utføres målinger av spenningskvalitet i distribusjonsnettet i Stord kommune. Disse målingene vil skje i SKL sine trafostasjoner/nettstasjoner. Dette krever da at vi utfører målingene iht. Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg, (FSE) [5].

5.3.1 Utdrag fra FSE [5].

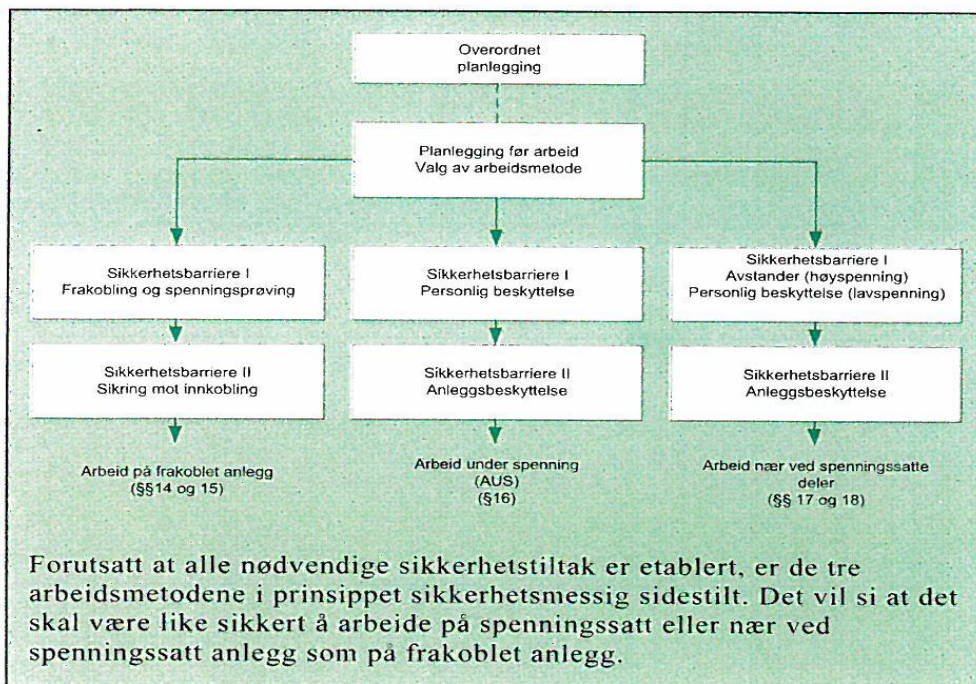
Formålet for denne forskriften er beskrevet i § 1 som sier: *Forskriften skal ivareta sikkerheten ved arbeid på eller nær ved, samt drift av elektriske anlegg ved at det stilles krav om at aktivitetene skal være tilstrekkelig planlagt, og at det skal iverksettes nødvendige sikkerhetstiltak for å unngå skade på liv, helse og materielle verdier.*

§ 10 sier at før et arbeid igangsettes skal det innhentes nødvendige opplysninger om anlegget og på bakgrunn av disse gjennomføres en risikovurdering for det aktuelle arbeidet. På bakgrunn av risikovurderingen skal minst følgende gjennomføres:

- Valg av arbeidsmetode: arbeid på frakoblet anlegg, arbeid under spenning (AUS) eller arbeid nær spenningsatte deler.
- Forsikring om at nødvendig utstyr er tilgjengelig.
- Vurdering av i hvilket omfang verneutstyr skal benyttes, og
- Valg, vurdering og instruksjon av personell.

Et gjennomgående prinsipp i forskriften er at det ved alt arbeid på elektriske anlegg skal etableres minst to sikkerhetsbarrierer. Ved svikt i en barriere skal det fremdeles være en barriere som skal ivareta arbeidstakerens sikkerhet fullt ut.

På figur 5.3.1. er forskriftens sikkerhetsfilosofi skjematisk gjengitt, bla. med beskrivelse av de tre arbeidsmetodene.



Figur 5.3.1. FSE sikkerhetsfilosofi [5].

Det er utarbeidet i samarbeid med Karl Nes mal for arbeidsordre og HMS - plan (SJA) for arbeidet med oppkobling og frakobling av måleinstrumentet som skal måle spenningskvaliteten i de utvalgte nettstasjonene.

Det skal utarbeides en arbeidsordre og HMS - plan for hver av nettstasjonene det skal kobles opp måleinstrument for måling av spenningskvalitet og risikoanalyse av dette. For risikoanalyse for utføring av målinger se vedlegg 2 i vedleggshefte.

6 Måleinstrument og måleteknikk.

6.1 Innledning

Medcal NT (figur 6.1) er det måleinstrumentet som gruppen har valgt å bruke ved måling av spenningskvalitet i Stord kommune sitt distribusjonsnett.

Måleapparatet er produsert/utviklet av CESINEL (compania espanola de instrumentos electricos), som er et Spansk firma som ligger i Madrid som ble etablert i 1997.

De er verdensledende på instrumenter og analyseprogram for måling av elkvalitet.

Leverandør av MEDCAL NT i Norge er CEE energiteknikk as, som er et salgs- og ingeniørselskap som har spesialisert seg på produkter og kompetanse for å bedre norsk elkvalitet.



Figur: 6.1.[6].

6.1.1 Tekniske data [7]:

MEDCAL NT er et avansert elkvalitetsinstrument, spesielt designet for elkvalitets analyse. MEDCAL NT måler iht. både NVE's Forskrift om leveringskvalitet (FoL [1]) og (EN50160 [2]) [6].

MEDCAL NT måler [6]:

- Sann RMS
- Overharmoniske
- Frekvens
- Flimmer
- Ubalanse

MEDCAL NT registrerer også triggere som[6]:

- Dipper
- Overspenninger
- Avbrudd
- Transienter
- Spenningsprang

MEDCAL NT har følgende data[6]:

- Kanaler: 3-fase: D/Y
- Merkespenning: 600Vrms, 50Hz

- *Måleverdi: Sann RMS*
- *Måleområde: 0-600V*
- *Presisjon RMS: $\pm 0,2$ %*
- *Presisjon frekvens: $\pm 0,005$ Hz*
- *Samplingsfrekvens: 30kHz/kanal (600 sampl. / periode)*
- *Harmoniske målinger: THD samt 2-64. individuelle*
- *Måleperiode: 1 sek – 60 min.(se block size s.23)*

6.2 Oppsett av MEDCAL NT/ måleteknikk.

Før en kan bruke MEDCAL NT til å utføre målinger med, så må instrumentet programmeres iht. de parametre det skal måle. Med dette mener en i hvilket spennings nivå en skal måle i (230V eller 400V), og om måleinstrumentet skal kobles opp i Deltakobling (trekant) eller Y-kobling (stjerne).

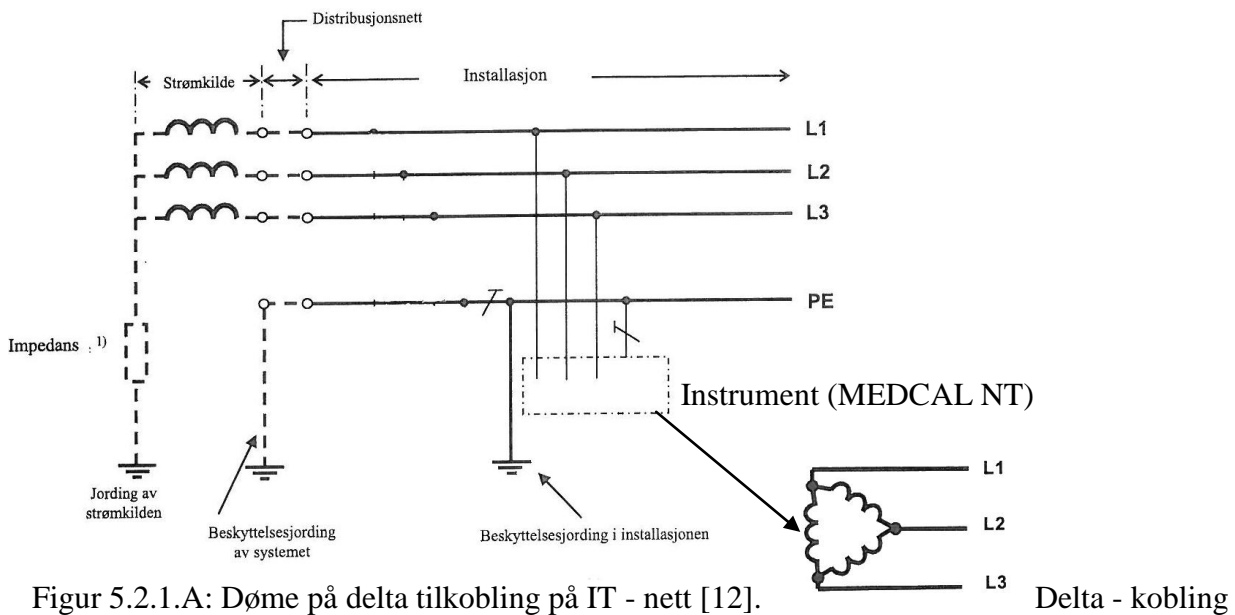
6.2.1 Programmering av MEDCAL NT [6]

For å sette opp MEDCAL NT brukes et program som heter MEDCALSetup. I dette programmet programmerer en inn:

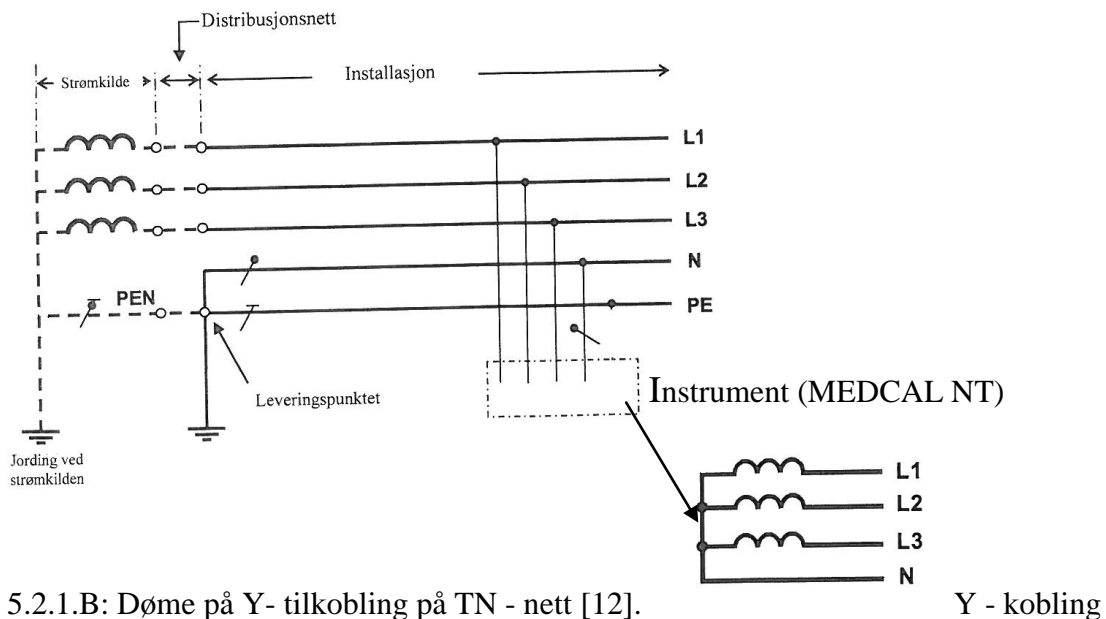
- **Intern klokke:** Denne brukes til å registrere eksakt tidspunkt for hendelser under målinger. Klokken stilles inn på nåtid.
- **Block size:** Her stiller en inn måleintervallet for lagring av hendelser, en kan velge mellom ett sekund – 60 minutter [6]. Norske forskriftene for leveringskvalitet krever ett minutt måleintervall. Med en Block size på ett minutt så vil laveste, høyeste og gjennomsnittverdien for RMS og frekvens bli lagret hvert minutt. Overharmoniske og flimmerverdier (P_{st} og P_{lt}) er fast innstilt på å lagres hvert 10. minutt [6]. Måleintervallet for lagring av hendelser er stilt inn på ett minutt i alle målinger som gruppen gjør i denne hovedoppgaven.
- **Dip Level:** Dersom spenningen faller under et satt spenningsnivå, får vi en såkalt "dip" eller kortvarig underspenning. Hvor dyp en spenningsvariasjon skal være for å bli karakterisert som en dip avhenger av hvilken verdi som skrevet inn for "dip level" [6]. NVE's terskel for en dip er 207V som er 90 % av 230V. Dip level blir stilt inn på 207V i alle målinger som gruppen gjør i denne hovedoppgaven.
- **Swells:** Dersom man får en kortvarig overspenning, får vi en såkalt "swells". Hvor høy en spenningsvariasjon skal være for å bli karakterisert som en kortvarig overspenning, avhenger av hvilken verdi som blir skrevet inn for "swells" [6]. NVE's terskel for en swells er 253V som er 110 % av 230V. Swells blir stilt inn på 253V i alle målinger som gruppen gjør i denne hovedoppgaven.
- **Transient sensitivity (threshold):** MEDCAL NT har innebygget en avansert transient detektor som gjør at den kan trigge på høyfrekvente forstyrrelser som forekommer i spenningen. Transient sensitivity terskelen settes i %. Når Transient sensitivity er satt til 100 % så vil instrumentet registrere hendelsen som en transient hvis det oppstår et avvik i sinuskurven som er større en 100V. Inntreffer det da en hendelse på toppen av sinuskurven ($230 \times \sqrt{2} = 325V$), så må toppverdien til forstyrrelsen overstige $325 + 100 = 425V$ for at det skal lagres en hendelse. Inntreffer hendelsen ved nullgjennomgang må topp verdien til forstyrrelsen overstige

100V [6]. Transient sensitivity er satt til 100 % i alle målinger som gruppen gjør i denne hovedoppgaven.

- **Delta/Y - kobling:** Her velger en om instrumentet skal måle i delta- eller Y-kobling [6]. I denne hovedoppgaven har gruppen valgt å programmere instrumentet: For måling på 3~ 230V IT-nett programmeres instrumentet til å måle i Delta - kobling. Da måler en 230V mellom fase – fase som vist i figur.

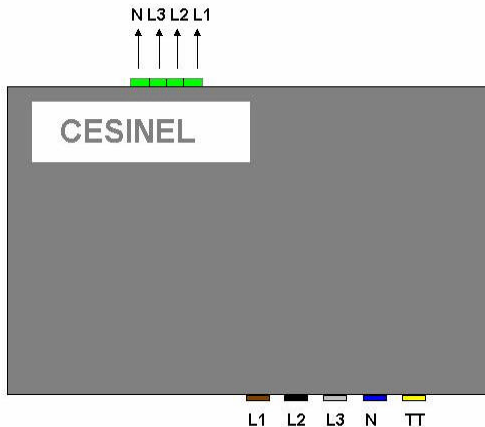


For måling på 400V TN - nett programmeres instrumentet til å måle i Y-kobling. Da måler en 230V mellom fase og N (nøytralleder) som vist i figur. Dette fordi i et TN - nett ligger som oftest belastningene mellom N og de tre fasene (L1, L2 og L3).



6.2.2 Tilkoblinger av spenninger til MEDCAL NT

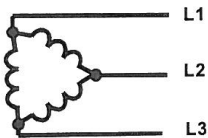
Det finnes to måter å koble tilkoblings muligheter på MEDCAL NT. Enten via bananplugg tilkoblingene, eller via skrutilkoblingene (figur 6.2.2.A) [6].



Figur: 6.2.2.A: Tilkoblings muligheter på MEDCAL NT [6].

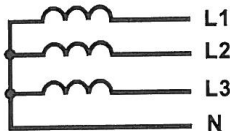
For de målingene som skal utføres i denne hovedoppgaven, blir måleinstrumentet koblet opp på to forskjellige måter. Avhengig av hvilket spenningsnivå det er på den aktuelle lokasjon/målepunkt:

- **Deltakobling:** Denne koblingen brukes på de lokasjoner/ målepunkt der en har 3~ 230V IT - nett. Her kobler en til ledning til hver av fasene inn på L1, L2 og L3 [6]. Dette gjør at en måler 230V mellom fase- fase, som vist i figur 6.2.2.B.



Figur 6.2.2.B: Deltakobling [12].

- **Y-kobling:** Denne koblingen brukes på de lokasjoner/ målepunkt der en har 400V TN - nett. Her kobler man som for Deltakobling, men må også koble til nøytrallederen til N [6]. Dette gjør at en måler 230V mellom fase og N (nøytralleder), som vist i figur 6.2.2.C.



Figur 6.2.2.C: Y-kobling [12].

For prosedyre for tilkobling/frakobling av måleinstrument se i vedlegg 3 side 26 i vedleggshefte.

6.3 Behandling av målingene

6.3.1 Avlesing av måleresultater.

For å kunne lese av dataene fra MEDCAL NT må en laste dem ned ved hjelp av et program som heter MEDCALScope [6], som brukes til:

- Laste ned data fra instrumentet.
- Lagre data for senere bruk.
- Vise måleresultatene, både grafisk og på regnearkformat.
- Analysere data for å kunne finne ut om måleresultatene er iht. FoL [1].
- Skrive rapporter.

Dette programmet bruker en til å analysere utførte målinger i ved hjelp en rekke tabeller og skjema som er delt opp i 11 seksjoner, som tar for seg *Summary, Spreadsheet, Voltage and amps (RMS), Statistics, dips and surges, Transients, Harmonics og Frecuency/unbalance, Flicker, Event profiles og Fast voltage changes.*

De forskjellige seksjonene viser måledata på forskjellige måter og forskjellige formål [6]. For beskrivelse av de 11 seksjonene se vedlegg 4 i vedleggshefte.

6.3.2 Rapportgeneratoren

Når målingene er foretatt kan rapportgeneratoren benyttes for å skrive ut standard rapporter for hele måleperioden eller for et bestemt tidsrom [6].

Her kan en skrive ut to typer for rapporter:

6.3.2A.: NVE rapport (NVE PQ Regulations FoL_230V-35kV):

Denne rapporten gir en utskrift om den aktuelle målingen er godkjent eller ikke iht. FoL [1]. Rapporten tar for seg:

- Oppsummering (summary), som forklart i vedlegg 4 side 23 (4.1.2) i vedleggshefte.
- Oppsummering NVE rapport/ konklusjon (NVE compliance summary). Her gis det en kortfattet oppsummering/ konklusjon om: RMS spenningen, Frekvensen, Spenningens ubalanse, Flimmer (P_{st} og P_{It}), Overharmoniske (THD og individuelle harmoniske) og spenningsprang er godkjent (pass) eller ikke (fail) iht. FoL [1].
- Detaljert rapport informasjon (detailed report information): Her vises aktuelle måleresultater av registrerte målinger for: RMS spenningen, Frekvensen, Spenningens ubalanse, Flimmer (P_{st} og P_{It}), Overharmoniske (THD og individuelle harmoniske) og spenningsprang er godkjent (pass) eller ikke (fail) iht. FoL [1]. Det vises også her hva som er FoL's [1] grense for de forskjellige parametrene.

6.3.2B: MEDCAL Scope Power Quality report:

En bruker også denne rapporten til å analysere data for å kunne finne ut om måleresultatene er iht. FoL [1].

Denne rapporten viser måleresultatene, både grafisk og på regnearkformat som forklart i vedlegg 4 fra side 23 tom. side 34 (4.1.2 tom. 4.1.12) i vedleggshefte.

Begge disse rapportene er lagt som vedlegg for utførte målinger i denne hovedoppgaven.

7 Analyse/diskusjon av måleresultater iht. NVE's forskrift 1557.

7.1 Innledning

Dette kapitlet tar for seg resultatanalyse iht. satte grenseverdier FoL [1] av de 4 stk utførte målingene.

7.2 Måleresultat for NS 146 Heiane Storsenter.

7.2.1 Risikovurdering

Denne målingen er utført i nettstasjon NS 146 i Heiane Storsenter. Som nevnt i kapittel 5.1.2 s.17, står det 2stk trafoer med sekundærspenning på 415V. Måleinstrumentet er koblet til på sekundærsida av trafoene via et ”byggstrømskap”(figur 7.2.1) som er tilkoblet til sikringslist i fordelings skap inne i nettstasjonen. Grunnen for at instrumentet er tilkoblet i ”byggstrømskap” er ut ifra HMS - plan (vedlegg 2) der det står beskrevet at, måleinstrument skal tilkobles til maks 32A foran koblet sikring. Dette hadde ikke latt seg gjøre i fordelings skap pga størrelsen på sikringslister.



Figur 7.2.1: Bilde av oppkoblet instrument i Heiane Storsenter

7.2.2 Oppsummering NVE rapport/ konklusjon.

I figur 7.2.2 får vi en oppsummering om utførte målinger er iht. NVE's krav om leveringskvalitet og spenningskvalitet [1]. En ser i figur 7.2.2. at alle målinger er godkjente, unntatt voltage unbalance som ikke er godkjent (fail). Dette er en software feil i MEDCAL NT iht. CEE som gjør at voltage unbalanse vises som ikke godkjent.

NVE Compliance Summary

Parameter	Result
RMS Voltage	Pass
Frequency	Pass
Voltage Unbalance	Fail
Pst	Pass
Plt	Pass
Voltage THD	Pass
Volts Harmonics	Pass
Rapid Voltage Change	Pass

Figur 7.2.2: NVE compliance summary måling på NS 146 Heiane Storsenter

Dette vises også i vedlegg 5 s. 35.

7.2.3 Oppsett instrument.

Vi har i denne nettstasjonen 400V TN - nett ut ifra trafoene. Ut ifra dette så er innstillingene satt slik som beskrevet i kapittel 6.2.1 om programmering av MEDCAL NT for måling på 400V TN - anlegg, plassert som vist i figur 5.2.A. og tilkoblet slik som i kapittel 6.2.2 for Y-kobling.

Det er vist i figur 7.2.3 hvordan MEDCAL NT er programmert i MEDCAL Setup (kap.6.2.1).

Instrument Setup

Instrument	MEDCAL NT
Measurement Topology	3Ø Wye
Recording Interval	1m 0s
Nominal Voltage	230 V
Nominal Frequency	50 Hz
Voltage Transformer Ratio	1 kV / 1000 V
Dip Threshold	207 V
Swell Threshold	253 V
Transient Sensitivity	100 %

Figur 7.2.3: Instrument setup fra måling på NS 146 Heiane Storsenter

7.2.4 Report summary

I figur 7.2.4 vises en oversikt over når målingene er foretatt og hvor mange hendelser av hver type som er registrert.

Vi ser ut ifra figur 7.2.4 følgende målinger:

- Number of RMS recordings: Her vises totalt antall registrerte målinger av spenningens RMS verdi.
- Number of frequency recordings: Her vises totalt antall registrerte målinger av spenningens frekvens.
- Number of harmonic recordings: Her vises totalt antall registrerte målinger av overharmoniske spenninger.
- Number of flicker recordings: Her vises totalt antall registrerte målinger av flimmer.
- Number of dips: Her vises det at det ikke er registrert noen kortvarige underspenninger. En får da heller ikke noe histogram som vises i vedlegg 4 s.27 (figur 4.1.6).

- Number of swells: Her vises det at det ikke er registrert noen kortvarige overspenninger. En får da heller ikke noe histogram som vises i vedlegg s.27 (figur 4.1.6).
- Number of recorded transients: Her vises det at det ikke er registrert noen transienter. En får da heller ikke noe histogram som vises i vedlegg 4 s.28 (figur 4.1.7).
- Number of rapid voltage changes: Her vises det at det ikke er registrert noen spenningsprang. En får da heller ikke noe histogram som vises i vedlegg 4 s.34 (figur 4.1.12).
- Number of event profiles: Her vises det at det ikke er registrert noen underspenning, overspenning eller spenningsprang. En får da heller ikke noe histogram som vises i vedlegg 4 s.33 (figur 4.1.11).
- Number of short / long interruptions: Her vises det at det ikke er registrert noen kortvarige eller langvarige avbrudd i spenningen som er beskrevet i kapittel 2.3.1 om leveringspålitelighet.
- Number of intervalls without recordings: Her vises det at det ikke er registrert noen intervaller uten målinger.

Dette vises også i vedlegg 5 s. 35 (måleresultater for NS 146 Heiane Storsenter) i vedleggshefte.

Report Summary

Report's Initial Date/Time	22.09.2009 16:28:15
Report's Final Date/Time	29.09.2009 13:22:21
Number of RMS recordings	11873
Number of frequency recordings	11873
Number of harmonic recordings	11873
Number of flicker recordings	1186
Number of dips	0
Number of swells	0
Number of recorded transients	0
Number of rapid voltage changes	0
Number of event profiles	0
Number of short interruptions (<= 3 min)	0
Number of long interruptions (> 3 min)	0
Number of intervals without recordings	0

Figur 7.2.4: Report summary fra måling på NS 146 Heiane Storsenter

7.2.5 Langsomme variasjoner i spenningens RMS verdi.

Det som vises i figur 7.2.5 er målte min - og max verdier av registrerte langsomme variasjoner i spenningens RMS verdier for L1, L2 og L3. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-3 [1] som er forklart i kapittel 2.6 s.5.

I måleperioden for Heiane Storsenter ble følgende verdier registrert for RMS spenningens min - og max verdier av nominell spenning (230 V), målt som gjennomsnitt over ett minutt for:

L1: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured min (V): 233V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt min verdi er + 1,3 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.
- Measured max (V): 239,5V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt max verdi er + 4,13 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.

L2: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured min (V): 232V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt min verdi er + 0,87 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.
- Measured max (V): 238V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt max verdi er + 3,48 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.

L3: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured min (V): 232,25V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt min verdi er + 0,98 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.
- Measured max (V): 238,5V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt max verdi er + 3,7 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.

En ser ut ifra figur 7.2.5 og forklaring ovenfor at min - og max verdier av registrerte langsomme variasjoner i spenningens RMS verdier for L1, L2 og L3, er godt innenfor $\pm 10 \%$ grensen i § 3-3 i FoL [1] og er godkjente (pass).

En kan se RMS spenningens variasjon og min - og max verdier for de tre fasene L1, L2 og L3 under måleperioden i vedlegg nr.5 side 36.

1. Steady State Voltage Variations

Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm min (V)	Measured min (V)	Norm max (V)	Measured max (V)	Result
RMS Voltage	L1	100	207	233	253	239,5	Pass
RMS Voltage	L2	100	207	232	253	238	Pass
RMS Voltage	L3	100	207	232,25	253	238,5	Pass

Figur 7.2.5: Steady state voltage variations fra måling på NS 146 Heiane Storsenter

7.2.6 Frekvens

Det som vises i figur 7.2.6 er målte max - og min verdier av registrerte frekvensmålinger. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-2 [1] som er forklart i kapittel 2.6 s.5.

I måleperioden for Heiane storsenter ble det målt følgende maks – og min. verdier for spenningens frekvens:

- Measured max 50,122 Hz (+ 0,2 %)
- Measured min 49,844 Hz (- 0,3 %)

Dette er godkjente måleresultater iht. § 3-2 [1] der kravet er at frekvensen skal holdes innenfor $\pm 2 \%$ av 50 Hz.

For skjema over frekvensvariasjon i måleperioden kan man se på vedlegg 5 s.36.

2. Frequency

Parameter	% of time	Norm min (Hz)	Measured min (Hz)	Norm max (Hz)	Measured max (Hz)	Result
Frequency	100	49	49,844	51	50,122	Pass

Figur 7.2.6: Frequency fra måling på NS 146 Heiane Storsenter

7.2.7 Spenningens usymmetri

Grunnet software feil i MEDCAL NT så er ikke disse målingene reelle.

3. Voltage Unbalance

Parameter	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
V Unbalance	100	2	99,976	Fail

Figur 7.2.7: Voltage unbalance fra måling på NS 146 Heiane Storsenter

7.2.8 Flimmer

Det som vises i figur 7.2.8 er målte Pst og Plt (pu) verdier av flimmer registreringer. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-6 [1] når $U_N = 230V$ som er forklart i kapittel 2.6 s.7.

I måleperioden for Heiane Storsenter ble følgende Pst og Plt (pu) verdier registrert:

L1: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max Pst (pu): 0,203 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Pst verdi er godt under 1,2 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].
- Measured max Plt (pu): 0,16 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Plt verdi er godt under 1,0 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].

L2: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max Pst (pu): 0,207 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Pst verdi er godt under 1,2 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].
- Measured max Plt (pu): 0,161 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Plt verdi er godt under 1,0 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].

L3: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max Pst (pu): 0,188 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Pst verdi er godt under 1,2 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].
- Measured max Plt (pu): 0,163 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Plt verdi er godt under 1,0 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].

En ser ut ifra figur 7.2.8 og forklaring ovenfor at max verdier av registrerte Pst og Plt (pu) verdier for L1, L2 og L3, er godt innenfor Pst verdi 1,2 pu og Plt verdi 1,0 pu, som er grensen i § 3-6 i FoL [1], og disse er godkjente (pass).

En kan og se variasjonene av Pst og Plt (pu) verdiene for L1, L2 og L3 under måleperioden i vedlegg 5 s.36.

4. Flicker

Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm max	Measured max	Result
Pst	L1	95	1.2	0,203	Pass
Plt	L1	100	1.0	0,16	Pass
Pst	L2	95	1.2	0,207	Pass
Plt	L2	100	1.0	0,161	Pass
Pst	L3	95	1.2	0,188	Pass
Plt	L3	100	1.0	0,163	Pass

Figur 7.2.8: Flicker fra måling på NS 146 Heiane Storsenter

7.2.9 Overharmoniske spenninger.

Det som vises i figurer 7.2.9.A, B, C og D er målte verdier av THD og de individuelle multiplum av spenningens grunnharmoniske frekvens for L1, L2 og L3. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-8 [1] som er forklart i kapittel 2.6 s.8.

I måleperioden for Heiane Storsenter ble følgende THD verdier registrert:

L1: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max THD (10 min): 1,538 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (10 min) verdi er godt under 8 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].
- Measured max THD (1 uke): 0,912 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (1 uke) verdi er godt under 5 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].

L2: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max THD (10 min): 1,309 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (10 min) verdi er godt under 8 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].
- Measured max THD (1 uke): 0,68 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (1 uke) verdi er godt under 5 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].

L3: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max THD (10 min): 1,165 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (10 min) verdi er godt under 8 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].
- Measured max THD (1 uke): 0,67 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (1 uke) verdi er godt under 5 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].

En ser ut ifra figur 7.2.9.A. og forklaring ovenfor at max verdier av THD (10 min) og max THD (1 uke) for L1, L2 og L3, er godt innenfor max verdiene for THD (10 min) og THD (1 uke), som er grensen i § 3-6 i FoL [1], og disse er godkjente (pass).

En kan og se THD verdiene for L1, L2 og L3 under måleperioden i vedlegg 5 s.36.

5. Voltage Harmonics

Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Voltage THD	L1 (10 min)	100	8	1,538	Pass
	L1 (1 week)	100	5	0,912	Pass
Voltage THD	L2 (10 min)	100	8	1,309	Pass
	L2 (1 week)	100	5	0,68	Pass
Voltage THD	L3 (10 min)	100	8	1,165	Pass
	L3 (1 week)	100	5	0,67	Pass

Figur 7.2.9.A: Voltage harmonics fra måling på NS 146 Heiane Storsenter

I måleperioden for Heiane Storsenter ble følgende individuelle 2 til 50 multiplum av spenningens grunnharmoniske frekvens for L1, L2 og L3 verdier registrert:

L1: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max individual harmonics: 2 harm (0,195 %), 3 harm (0,195 %), 4 harm (0,195 %), 5 harm (0,172 %), 7 harm (0,977 %), 11 harm (0,897 %) og 13 harm (0,195 %). Alle de andre individuelle harmoniske mellom 2 til 50 som ikke er nevnt ovenfor, er det ikke registrert noen forstyrrelser (0 %). Dette kan en se i vedlegg 5 s.37.

Dette er godkjente måleresultater iht. § 3-8 i FoL [1], der kravet for max verdier for hver individuelle harmoniske er vist i kapittel 2.6 s.8. En ser i figur 7.2.9.B. at alle individuelle harmoniske for L1 er godt innenfor kravet for max verdier iht. § 3-8 FoL [1] og er godkjente (pass).

Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L1	2	100	2	0,195	Pass
		3	100	5	0,684	Pass
		4	100	1	0,195	Pass
		5	100	6	1,172	Pass
		6	100	0,5	0,195	Pass
		7	100	5	0,977	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0	Pass
		11	100	3,5	1,172	Pass
		12	100	0,5	0	Pass
		13	100	3	0,195	Pass
		14	100	0,5	0	Pass
		15	100	0,5	0	Pass
		16	100	0,5	0	Pass
		17	100	2	0,195	Pass

Figur 7.2.9.B: Individual harmonics for L1 fra måling på NS 146 Heiane Storsenter

L2: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max individual harmonics: 2 harm (0,195 %), 3 harm (0,195 %), 4 harm (0,195 %), 5 harm (0,172 %), 7 harm (0,977 %), 11 harm (0,897 %) og 13 harm (0,195 %). Alle de andre individuelle harmoniske mellom 2 til 50 som ikke er nevnt ovenfor, er det ikke registrert noen forstyrrelser (0 %). Dette kan en se i vedlegg 5 s.38.

Dette er godkjente måleresultater iht. § 3-8 i FoL [1], der kravet for max verdier for hver individuelle harmoniske er vist i kapittel 2.6 s.8. En ser i figur 7.2.9.C. at alle individuelle harmoniske for L2 er godt innenfor kravet for max verdier iht. § 3-8 FoL [1] og er godkjente (pass).

Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L2	2	100	2	0,195	Pass
		3	100	5	0,195	Pass
		4	100	1	0,195	Pass
		5	100	6	1,172	Pass
		6	100	0,5	0	Pass
		7	100	5	0,977	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0	Pass
		11	100	3,5	0,879	Pass
		12	100	0,5	0	Pass
		13	100	3	0,195	Pass

Figur 7.2.9.C: Individual harmonics for L2 fra måling på NS 146 Heiane Storsenter

L3: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max individual harmonics: 2 harm (0,195 %), 3 harm (0,195 %), 4 harm (0,195 %), 5 harm (0,172 %), 7 harm (0,977 %), 11 harm (0,897 %), 13 harm (0,195 %) og 17 harm (0,195 %). Alle de andre individuelle harmoniske mellom 2 til 50 som ikke er nevnt ovenfor, er det ikke registrert noen forstyrrelser (0 %). Dette kan en se i vedlegg 5 s39.

Dette er godkjente måleresultater iht. § 3-8 i FoL [1], der kravet for max verdier for hver individuelle harmoniske er vist i kapittel 2.6 s.8. En ser i figur 7.2.9.D. at alle individuelle harmoniske for L3 er godt innenfor kravet for max verdier iht. § 3-8 FoL [1] og er godkjente (pass).

Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L3	2	100	2	0,195	Pass
		3	100	5	0,195	Pass
		4	100	1	0	Pass
		5	100	6	0,977	Pass
		6	100	0,5	0,195	Pass
		7	100	5	0,977	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0	Pass
		11	100	3,5	0,879	Pass
		12	100	0,5	0	Pass
		13	100	3	0,195	Pass
		14	100	0,5	0	Pass
		15	100	0,5	0	Pass
		16	100	0,5	0	Pass
		17	100	2	0,195	Pass

Figur 7.2.9.D: Individual harmonics for L3 fra måling på NS 146 Heiane Storsenter

7.2.10 Spenningsprang.

Det som vises i figur 7.2.10 er antall målte spenningsprangs. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-5 [1] som er forklart i kapittel 2.6 s.6.

En ser i figur 7.2.10 at det ikke er registrert noen spenningsprang under måleperioden, og disse da er innenfor kravet satt i § 3-5 i FoL [1] og er godkjente (pass).

6. Rapid Voltage Changes

Date	Maximum number allowed per day	Number of changes ΔV stationary ($\geq 3\%$)	Number of changes ΔV max ($\geq 5\%$)	Result
29.09.2009	24	-	0	Pass
23.09.2009	24	-	0	Pass
24.09.2009	24	-	0	Pass
25.09.2009	24	-	0	Pass
26.09.2009	24	-	0	Pass
27.09.2009	24	-	0	Pass
28.09.2009	24	-	0	Pass
29.09.2009	24	-	0	Pass

Figur 7.2.10: Rapid voltage changes fra måling på NS 146 Heiane Storsenter.

Dette vises også i vedlegg 5 s.40.

7.3 Måleresultat for NS 274 Leirvik Sveis.

7.3.1 Risikovurdering

Denne målingen er utført i nettstasjon NS 274 hos Leirvik Sveis. Som nevnt i kapittel 5.1.1 står det 1stk trafo med sekundærspenning på 415V. Måleinstrumentet er koblet til på sekundærsida av trafoene via et ”byggstrømskap” som er tilkoblet til sikringslist i fordelings skap inne i nettstasjonen. Grunnen for at instrumentet er tilkoblet i ”byggstrømskap” er ut ifra HMS - plan (vedlegg 2) der det står beskrevet at, måleinstrument skal tilkobles til maks 32A foran koblet sikring. Dette hadde ikke latt seg gjøre i fordelings skap pga størrelsen på sikringslister.

7.3.2 Oppsummering NVE rapport/ konklusjon.

I figur 7.3.2 får vi en oppsummering om utførte målinger er iht. NVE’s krav leveringskvalitet og spenningskvalitet [1]. En ser i figur 7.3.2, at alle målinger er godkjente, med unntak av voltage unbalance som ikke er godkjent (fail). Dette er en software feil i MEDCAL NT iht. CEE som gjør at voltage unbalanse vises som ikke godkjent.

NVE Compliance Summary

Parameter	Result
RMS Voltage	Pass
Frequency	Pass
Voltage Unbalance	Fail
Pst	Pass
Plt	Pass
Voltage THD	Pass
Volts Harmonics	Pass
Rapid Voltage Change	Pass

Figur 7.3.2: NVE compliance summary måling på NS 274 Leirvik Sveis

Dette vises også i vedlegg 6 s.41.

7.3.3 Instrument setup

Vi har i denne nettstasjonen 400V TN - nett ut ifra trafoen. Ut ifra dette så er innstillingene satt slik som beskrevet i kapittel 6.2.1 om programmering av MEDCAL NT for måling på 400V TN - anlegg, plassert som vist i figur 5.2.A. og tilkoblet slik som i kapittel 6.2.2 for Y-kobling.

Det er vist i figur 7.3.3 hvordan MEDCAL NT er programmert i MEDCAL Setup (kap.6.2.1).

Instrument Setup

Instrument	MEDCAL NT
Measurement Topology	3Ø Wye
Recording Interval	1m 0s
Nominal Voltage	230 V
Nominal Frequency	50 Hz
Voltage Transformer Ratio	1 kV / 1000 V
Dip Threshold	207 V
Swell Threshold	253 V
Transient Sensitivity	100 %

Figur 7.3.3: Instrument setup fra måling på NS 274 Leirvik Sveis

7.3.4 Report summary

I figur 7.3.4 vises en oversikt over når målingene er foretatt og hvor mange hendelser av hver type som er registrert.

Vi ser ut ifra figur 7.3.4 følgende målinger:

- Number of RMS recordings: Her vises totalt antall registrerte målinger av spenningens RMS verdi.
- Number of frequency recordings: Her vises totalt antall registrerte målinger av spenningens frekvens.
- Number of harmonic recordings: Her vises totalt antall registrerte målinger av overharmoniske spenninger.
- Number of flicker recordings: Her vises totalt antall registrerte målinger av flimmer.
- Number of dips: Her vises det at det ikke er registrert noen kortvarige underspenninger. En får da heller ikke noe histogram som vises i vedlegg 4 s.27 (figur 4.1.6).
- Number of swells: Her vises det at det ikke er registrert noen kortvarige overspenninger. En får da heller ikke noe histogram som vises i vedlegg s.27 (figur 4.1.6).
- Number of recorded transients: Her vises det at det ikke er registrert noen transienter. En får da heller ikke noe histogram som vises i vedlegg 4 s.28 (figur 4.1.7).
- Number of rapid voltage changes: Her vises det at det ikke er registrert noen spenningsprang. En får da heller ikke noe histogram som vises i vedlegg 4 s.34 (figur 4.1.12).
- Number of event profiles: Her vises totalt antall registrerte underspenninger, overspenninger eller spenningsprang.
- Number of short / long interruptions: Her vises det at det ikke er registrert noen kortvarige eller langvarige avbrudd i spenningen som er beskrevet i kapittel 2.3.1 om leveringspålitelighet.
- Number of intervals without recordings: Her vises det at det ikke er registrert noen intervaller uten målinger.

Dette vises også i vedlegg 5 s.41.

Report Summary

Report's Initial Date/Time	29.09.2009 14:00:00
Report's Final Date/Time	07.10.2009 11:17:57
Number of RMS recordings	13627
Number of frequency recordings	13627
Number of harmonic recordings	13627
Number of flicker recordings	1362
Number of dips	0
Number of swells	0
Number of recorded transients	0
Number of rapid voltage changes	0
Number of event profiles	10
Number of short interruptions (<= 3 min)	0
Number of long interruptions (> 3 min)	0
Number of intervals without recordings	0

Figur 7.3.4: Report summary fra måling på NS 274 Leirvik Sveis

7.3.5 Langsomme variasjoner i spennings RMS verdi.

Det som vises i figur 7.3.5 er målte min - og max verdier av registrerte langsomme variasjoner i spennings RMS verdier for L1, L2 og L3. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-3 [1] som er forklart i kapittel 2.6 s.5.

I måleperioden for Leirvik Sveis ble følgende verdier registrert for RMS spennings min - og max verdier av nominell spenning (230 V), målt som gjennomsnitt over ett minutt for:

L1: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured min (V): 237V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt min verdi er + 3 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.
- Measured max (V): 244,75V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt max verdi er + 6,4 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.

L2: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured min (V): 237V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt min verdi er + 3 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.
- Measured max (V): 245,25V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt max verdi er + 6,63 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.

L3: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured min (V): 236V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt min verdi er + 2,6 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.
- Measured max (V): 243,5V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt max verdi er + 5,86 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.

En ser ut ifra figur 7.3.5 og forklaring ovenfor at min - og max verdier av registrerte langsomme variasjoner i spenningens RMS verdier for L1, L2 og L3, er innenfor $\pm 10\%$ grensen i § 3-3 i FoL [1] og er godkjente (pass).

En kan se RMS spenningens variasjon og min - og max verdier for de tre fasene L1, L2 og L3 under måleperioden i vedlegg nr. 6 s. 41.

1. Steady State Voltage Variations

Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm min (V)	Measured min (V)	Norm max (V)	Measured max (V)	Result
RMS Voltage	L1	100	207	237	253	244,75	Pass
RMS Voltage	L2	100	207	237	253	245,25	Pass
RMS Voltage	L3	100	207	236	253	243,5	Pass

Figur 7.3.5: Steady state voltage variations fra måling på NS 274 Leirvik Sveis

7.3.6 Frekvens

Det som vises i figur 7.3.6 er målte max - og min verdier av registrerte frekvensmålinger. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-2 [1] som er forklart i kapittel 2.6 s.5.

I måleperioden for NS 274 Leirvik Sveis ble det målt følgende maks – og min. verdier for spenningens frekvens:

- Measured max 50,131 Hz (+ 0,26 %)
- Measured min 49,765 Hz (- 0,47 %)

Dette er godkjente måleresultater iht. § 3-2 [1] der kravet er at frekvensen skal holdes innenfor $\pm 2\%$ av 50 Hz.

For skjema over frekvensvariasjon i måleperioden kan man se på vedlegg 6 s.42.

2. Frequency

Parameter	% of time	Norm min (Hz)	Measured min (Hz)	Norm max (Hz)	Measured max (Hz)	Result
Frequency	100	49	49,765	51	50,131	Pass

Figur 7.3.6: Frequency fra måling på NS 274 Leirvik Sveis

7.3.7 Spenningens usymmetri

Grunnet software feil i MEDCAL NT så er ikke disse målingene reelle.

3. Voltage Unbalance

Parameter	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
V Unbalance	100	2	99,976	Fail

Figur 7.3.7: Voltage unbalance fra måling på NS 274 Leirvik Sveis

7.3.8 Flimmer

Det som vises i figur 7.3.8 er målte Pst og Plt (pu) verdier av flimmer registreringer. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-6 [1] når $U_N = 230V$ som er forklart i kapittel 2.6 s.7.

I måleperioden for NS 274 Leirvik Sveis ble følgende Pst og Plt (pu) verdier registrert:

L1: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max Pst (pu): 0,402 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Pst verdi er godt under 1,2 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].
- Measured max Plt (pu): 0,258 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Plt verdi er godt under 1,0 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].

L2: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max Pst (pu): 0,391 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Pst verdi er godt under 1,2 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].
- Measured max Plt (pu): 0,258 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Plt verdi er godt under 1,0 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].

L3: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max Pst (pu): 0,391 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Pst verdi er godt under 1,2 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].
- Measured max Plt (pu): 0,26 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Plt verdi er godt under 1,0 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].

En ser ut ifra figur 7.3.8 og forklaring ovenfor at max verdier av registrerte Pst og Plt (pu) verdier for L1, L2 og L3, er godt innenfor Pst verdi 1,2 pu og Plt verdi 1,0 pu, som er grensen i § 3-6 i FoL [1], og disse er godkjente (pass).

En kan og se variasjonene av Pst og Plt (pu) verdiene for L1, L2 og L3 under måleperioden i vedlegg 6 s.42.

4. Flicker

Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm max	Measured max	Result
Pst	L1	95	1.2	0,402	Pass
Plt	L1	100	1.0	0,258	Pass
Pst	L2	95	1.2	0,391	Pass
Plt	L2	100	1.0	0,258	Pass
Pst	L3	95	1.2	0,391	Pass
Plt	L3	100	1.0	0,26	Pass

Figur 7.3.8: Flicker fra måling på NS 274 Leirvik Sveis

7.3.9 Overharmoniske spenninger.

Det som vises i figurer 7.3.9.A, B, C og D er målte verdier av THD og de individuelle multiplum av spenningens grunnharmoniske frekvens for L1, L2 og L3. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-8 [1] som er forklart i kapittel 2.6 s.8.

I måleperioden for NS 274 Leirvik Sveis ble følgende THD verdier registrert:

L1: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max THD (10 min): 0,852 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (10 min) verdi er godt under 8 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].
- Measured max THD (1 uke): 0,471 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (1 uke) verdi er godt under 5 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].

L2: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max THD (10 min): 0,854 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (10 min) verdi er godt under 8 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].
- Measured max THD (1 uke): 0,466 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (1 uke) verdi er godt under 5 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].

L3: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max THD (10 min): 0,686 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (10 min) verdi er godt under 8 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].
- Measured max THD (1 uke): 0,315 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (1 uke) verdi er godt under 5 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].

En ser ut ifra figur 7.3.9.A, og forklaring ovenfor at max verdier av THD (10 min) og max THD (1 uke) for L1, L2 og L3, er godt innenfor max verdiene for THD (10 min) og THD (1 uke), som er grensen i § 3-6 i FoL [1], og disse er godkjente (pass).

En kan se THD verdiene for L1, L2 og L3 under måleperioden i vedlegg 6 s.42.

5. Voltage Harmonics

Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Voltage THD	L1 (10 min)	100	8	0,852	Pass
	L1 (1 week)	100	5	0,471	Pass
Voltage THD	L2 (10 min)	100	8	0,854	Pass
	L2 (1 week)	100	5	0,466	Pass
Voltage THD	L3 (10 min)	100	8	0,686	Pass
	L3 (1 week)	100	5	0,315	Pass

Figur 7.3.9.A: Voltage harmonics fra måling på NS 274 Leirvik Sveis

I måleperioden for NS 274 Leirvik Sveis ble følgende individuelle 2 til 50 multiplum av spenningens grunnharmoniske frekvens for L1, L2 og L3 verdier registrert:

L1: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max individual harmonics: 2 harm (0,391 %), 3 harm (0,391 %), 4 harm (0,195 %), 5 harm (0,684 %), 6 harm (0,195 %), 7 harm (0,684 %), og 11 harm (0,391 %). Alle de andre individuelle harmoniske mellom 2 til 50 som ikke er nevnt ovenfor, er det ikke registrert noen forstyrrelser (0 %). Dette kan en se i vedlegg 6 s.43.

Dette er godkjente måleresultater iht. § 3-8 i FoL [1], der kravet for max verdier for hver individuelle harmoniske er vist i kapittel 2.6 s.8. En ser i figur 7.3.9.B, at alle individuelle harmoniske for L1 er godt innenfor kravet for max verdier iht. § 3-8 FoL [1] og er godkjente (pass).

Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L1	2	100	2	0,391	Pass
		3	100	5	0,391	Pass
		4	100	1	0,195	Pass
		5	100	6	0,684	Pass
		6	100	0,5	0,195	Pass
		7	100	5	0,684	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0	Pass
		11	100	3,5	0,391	Pass

Figur 7.3.9.B: Individual harmonics for L1 fra måling på 274 Leirvik Sveis

L2: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max individual harmonics: 2 harm (0,391 %), 3 harm (0,684 %), 5 harm (0,684 %), 6 harm (0,195 %), 7 harm (0,684 %), og 11 harm (0,391 %). Alle de andre individuelle harmoniske mellom 2 til 50 som ikke er nevnt ovenfor, er det ikke registrert noen forstyrrelser (0 %). Dette kan en se i vedlegg 6 s.44.

Dette er godkjente måleresultater iht. § 3-8 i FoL [1], der kravet for max verdier for hver individuelle harmoniske er vist i kapittel 2.6 s.8. En ser i figur 7.3.9.C, at alle individuelle harmoniske for L2 er godt innenfor kravet for max verdier iht. § 3-8 FoL [1] og er godkjente (pass).

Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L2	2	100	2	0,391	Pass
		3	100	5	0,684	Pass
		4	100	1	0	Pass
		5	100	6	0,684	Pass
		6	100	0,5	0,195	Pass
		7	100	5	0,684	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0	Pass
		11	100	3,5	0,391	Pass

Figur 7.3.9.C: Individual harmonics for L2 fra måling på NS 274 Leirvik Sveis

L3: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max individual harmonics: 2 harm (0,391 %), 3 harm (0,195 %), 5 harm (0,684 %), 7 harm (0,391 %), og 11 harm (0,391 %). Alle de andre individuelle harmoniske mellom 2 til 50 som ikke er nevnt ovenfor, er det ikke registrert noen forstyrrelser (0 %). Dette kan en se i vedlegg 6 s. 45.

Dette er godkjente måleresultater iht. § 3-8 i FoL [1], der kravet for max verdier for hver individuelle harmoniske er vist i kapittel 2.6 s.8. En ser i figur 7.3.9.D, at alle individuelle harmoniske for L3 er godt innenfor kravet for max verdier iht. § 3-8 FoL [1] og er godkjente (pass).

Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L3	2	100	2	0,391	Pass
		3	100	5	0,195	Pass
		4	100	1	0	Pass
		5	100	6	0,684	Pass
		6	100	0,5	0	Pass
		7	100	5	0,391	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0	Pass
		11	100	3,5	0,391	Pass

Figur 7.3.9.D: Individual harmonics for L3 fra måling på NS 274 Leirvik Sveis

7.3.10 Spenningsprang.

Det som vises i figur 7.3.10 er antall målte spenningsprangs. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-5 [1] som er forklart i kapittel 2.6 s.6.

En ser i figur 7.3.10 at det ikke er registrert noen spenningsprang under måleperioden, og disse da er innenfor kravet satt i § 3-5 i FoL [1] og er godkjente (pass).

6. Rapid Voltage Changes

Date	Maximum number allowed per day	Number of changes ΔV stationary ($\geq 3\%$)	Number of changes ΔV max ($\geq 5\%$)	Result
07.10.2009	24	-	0	Pass
30.09.2009	24	-	0	Pass
01.10.2009	24	-	0	Pass
02.10.2009	24	-	0	Pass
03.10.2009	24	-	0	Pass
04.10.2009	24	-	0	Pass
05.10.2009	24	-	0	Pass
06.10.2009	24	-	0	Pass
07.10.2009	24	-	0	Pass

Figur 7.3.10: Rapid voltage changes fra måling på NS 274 Leirvik Sveis

Dette vises også i vedlegg 6 s.46.

7.4 Måleresultat for Lundseter Kraftstasjon.

7.4.1 Risikovurdering

Denne målingen er utført i Lundseter Kraftstasjon. Som nevnt i kapittel 6.1. står det 1stk trafo med sekundærspenning på 230V. Måleinstrumentet ble koblet til på en ledig 3 ~ 16A kurs i en fordelingstavle i Lundseter Kraftstasjon. Det var derfor ikke nødvendig og koble til instrumentet via ett byggstrømskap i denne stasjonen.

7.4.2 Oppsummering NVE rapport/ konklusjon.

I figur 7.4.2 får vi en oppsummering om utførte målinger er iht. NVE's krav leveringskvalitet og spenningskvalitet [1]. En ser i figur 7.4.2, at alle målinger er godkjente.

NVE Compliance Summary

Parameter	Result
RMS Voltage	Pass
Frequency	Pass
Voltage Unbalance	Pass
Pst	Pass
Plt	Pass
Voltage THD	Pass
Volts Harmonics	Pass
Rapid Voltage Change	Pass

Figur 7.4.2: NVE compliance summary måling på Lundseter Kraftstasjon

Dette vises også i vedlegg 8 s.64.

7.4.3 Instrument setup

Vi har i denne nettstasjonen 230V IT-nett ut ifra trafoen. Ut ifra dette så er innstillingene satt slik som beskrevet i kapittel 6.2.1 om programmering av MEDCAL NT for måling på 230V IT-anlegg, plassert som vist i figur 5.2.B. og tilkoblet slik som i kapittel 6.2.1 for deltakobling.

Det er vist i figur 7.4.3 hvordan MEDCAL NT er programmert i MEDCAL Setup (kap.6.2.1).

Instrument Setup

Instrument	MEDCAL NT
Measurement Topology	3Ø Delta
Recording Interval	1m 0s
Nominal Voltage	230 V
Nominal Frequency	50 Hz
Voltage Transformer Ratio	1 kV / 1000 V
Dip Threshold	207 V
Swell Threshold	253 V
Transient Sensitivity	100 %

Figur 7.4.3: Instrument setup fra måling på Lundseter Kraftstasjon

7.4.4 Report summary

I figur 7.4.4 vises en oversikt over når målingene er foretatt og hvor mange hendelser av hver type som er registrert.

Vi ser ut ifra figur 7.4.4 følgende målinger:

- Number of RMS recordings: Her vises totalt antall registrerte målinger av spenningens RMS verdi.
- Number of frequency recordings: Her vises totalt antall registrerte målinger av spenningens frekvens.
- Number of harmonic recordings: Her vises totalt antall registrerte målinger av overharmoniske spenninger.
- Number of flicker recordings: Her vises totalt antall registrerte målinger av flimmer.
- Number of dips: Her vises det at det ikke er registrert noen kortvarige underspenninger. En får da heller ikke noe histogram som vises i vedlegg 4 s.27 (figur 4.1.6).
- Number of swells: Her vises det at det ikke er registrert noen kortvarige overspenninger. En får da heller ikke noe histogram som vises i vedlegg s.27 (figur 4.1.6).
- Number of recorded transients: Her vises det at det ikke er registrert noen transienter. En får da heller ikke noe histogram som vises i vedlegg 4 s.28 (figur 4.1.7).
- Number of rapid voltage changes: Her vises det at det ikke er registrert noen spenningsprang. En får da heller ikke noe histogram som vises i vedlegg 4 s.34 (figur 4.1.12).
- Number of event profiles: Her vises det at det ikke er registrert noen underspenning, overspenning eller spenningsprang. En får da heller ikke noe histogram som vises i vedlegg 4 s.33 (figur 4.1.11).
- Number of short / long interruptions: Her vises det at det ikke er registrert noen kortvarige eller langvarige avbrudd i spenningen som er beskrevet i kapittel 2.3.1 om leveringspålitelighet.
- Number of intervals without recordings: Her vises det at det ikke er registrert noen intervaller uten målinger.

Dette vises også i vedlegg 8 s.64 (8.1) og s.70 (8.2).

Report Summary

Report's Initial Date/Time	08.10.2009 10:00:00
Report's Final Date/Time	16.10.2009 09:59:59
Number of RMS recordings	13825
Number of frequency recordings	13825
Number of harmonic recordings	13825
Number of flicker recordings	1382
Number of dips	0
Number of swells	0
Number of recorded transients	0
Number of rapid voltage changes	0
Number of event profiles	0
Number of short interruptions (<= 3 min)	0
Number of long interruptions (> 3 min)	0
Number of intervals without recordings	0

Figur 7.4.4: Report summary fra måling på NS Lundseter Kraftstasjon

7.4.5 Langsomme variasjoner i spenningens RMS verdi.

Det som vises i figur 7.4.5 er målte min - og max verdier av registrerte langsomme variasjoner i spenningens RMS verdier for L1, L2 og L3. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-3 [1] som er forklart i kapittel 2.6 s.5.

I måleperioden for Lundseter Kraftstasjon ble følgende verdier registrert for RMS spenningens min - og max verdier av nominell spenning (230 V), målt som gjennomsnitt over ett minutt for:

L1: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured min (V): 236,75V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt min verdi er + 2,9 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er ± 10 % av nominell spenning.
- Measured max (V): 243V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt max verdi er + 5,65 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er ± 10 % av nominell spenning.

L2: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured min (V): 237,25V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt min verdi er + 3,15 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er ± 10 % av nominell spenning.
- Measured max (V): 243,25V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt max verdi er + 5,76 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er ± 10 % av nominell spenning.

L3: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured min (V): 237,5V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt min verdi er + 3,26 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er ± 10 % av nominell spenning.

- Measured max (V): 242,75V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt max verdi er + 5,5 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.

En ser ut ifra figur 7.4.5 og forklaring ovenfor at min - og max verdier av registrerte langsomme variasjoner i spenningens RMS verdier for L1, L2 og L3, er innenfor $\pm 10 \%$ grensen i § 3-3 i FoL [1] og er godkjente (pass).

En kan se RMS spenningens variasjon og min - og max verdier for de tre fasene L1, L2 og L3 under måleperioden i vedlegg 8 s.65 (8.1) og s.71 (8.2).

1. Steady State Voltage Variations

Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm min (V)	Measured min (V)	Norm max (V)	Measured max (V)	Result
RMS Voltage	L1	100	207	236,75	253	243	Pass
RMS Voltage	L2	100	207	237,25	253	243,25	Pass
RMS Voltage	L3	100	207	237,5	253	242,75	Pass

Figur 7.4.5: Steady state voltage variations fra måling på Lundseter Kraftstasjon

7.4.6 Frekvens

Det som vises i figur 7.4.6 er målte max - og min verdier av registrerte frekvensmålinger. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-2 [1] som er forklart i kapittel 2.6 s.5.

I måleperioden for Lundseter Kraftstasjon ble det målt følgende maks – og min. verdier for spenningens frekvens:

- Measured max 50,138 Hz (+ 0,27 %)
- Measured min 49,819 Hz (- 0,36 %)

Dette er godkjente måleresultater iht. § 3-2 der kravet er at frekvensen skal holdes innenfor $\pm 2 \%$ av 50 Hz.

For skjema over frekvensvariasjon i måleperioden kan man se på vedlegg 8 s.65 (8.1) og s.73 (8.2).

2. Frequency

Parameter	% of time	Norm min (Hz)	Measured min (Hz)	Norm max (Hz)	Measured max (Hz)	Result
Frequency	100	49	49,818	51	50,138	Pass

Figur 7.4.6: Frequency fra måling på Lundseter Kraftstasjon

7.4.7 Spenningens usymmetri

Det som vises i figur 7.4.7 er målt max verdier av spenningens usymmetri. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-7 i FoL [1] som er forklart i kapittel 2.6 s.8

I måleperioden for Lundseter Kraftstasjon ble følgende maks verdi 0,342 % for spenningens usymmetri registrert.

Dette er godkjente måleresultater iht. § 3-7 [1] der kravet er at spenningens usymmetri skal holdes innenfor 2 % målt i tilknytningspunkt.

En ser ut ifra figur 7.4.7 og forklaring ovenfor at max verdi for spenningen usymmetri er godt innenfor 2 %, som er grensen satt i § 3-7 i FoL [1], og disse er godkjente (pass).

En kan og se variasjonene av spenningens usymmetri under måleperioden i vedlegg 8 s.65 (8.1) og s. 73 (8.2).

3. Voltage Unbalance

Parameter	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
V Unbalance	100	2	0,342	Pass

Figur 7.4.7: Voltage unbalance fra måling på Lundseter Kraftstasjon

7.4.8 Flimmer

Det som vises i figur 7.4.8 er målte Pst og Plt (pu) verdier av flimmer registreringer. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-6 [1] når $U_N = 230V$ som er forklart i kapittel 2.6 s.7.

I måleperioden for Lundseter Kraftstasjon ble følgende Pst og Plt (pu) verdier registrert:

L1: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max Pst (pu): 0,203 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Pst verdi er godt under 1,2 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].
- Measured max Plt (pu): 0,123 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Plt verdi er godt under 1,0 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].

L2: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max Pst (pu): 0,199 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Pst verdi er godt under 1,2 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].
- Measured max Plt (pu): 0,112 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Plt verdi er godt under 1,0 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].

L3: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max Pst (pu): 0,223 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Pst verdi er godt under 1,2 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].
- Measured max Plt (pu): 0,125 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Plt verdi er godt under 1,0 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].

En ser ut ifra figur 7.4.8 og forklaring ovenfor at max verdier av registrerte Pst og Plt (pu) verdier for L1, L2 og L3, er godt innenfor Pst verdi 1,2 pu og Plt verdi 1,0 pu, som er grensen i § 3-6 i FoL [1], og disse er godkjente (pass).

En kan og se variasjonene av Pst og Plt (pu) verdiene for L1, L2 og L3 under måleperioden i vedlegg 8 s.65 (8.1) og s. 73 og 74 (8.2).

4. Flicker

Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm max	Measured max	Result
Pst	L1	95	1.2	0,203	Pass
Plt	L1	100	1.0	0,123	Pass
Pst	L2	95	1.2	0,199	
Plt	L2	100	1.0	0,112	
Pst	L3	95	1.2	0,223	
Plt	L3	100	1.0	0,125	

Figur 7.4.8: Flicker fra måling på Lundseter Kraftstasjon

7.4.9 Overharmoniske spenninger.

Det som vises i figurer 7.4.9.A, B, C og D er målte verdier av THD og de individuelle multiplum av spenningens grunnharmoniske frekvens for L1, L2 og L3. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-8 [1] som er forklart i kapittel 2.6 s.8.

I måleperioden for Lundseter Kraftstasjon ble følgende THD verdier registrert:

L1: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max THD (10 min): 0,921 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (10 min) verdi er godt under 8 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].
- Measured max THD (1 uke): 0,651 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (1 uke) verdi er godt under 5 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].

L2: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max THD (10 min): 1,006 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (10 min) verdi er godt under 8 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].
- Measured max THD (1 uke): 0,705 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (1 uke) verdi er godt under 5 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].

L3: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max THD (10 min): 0,991 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (10 min) verdi er godt under 8 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].
- Measured max THD (1 uke): 0,665 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (1 uke) verdi er godt under 5 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].

En ser ut ifra figur 7.4.9.A, og forklaring ovenfor at max verdier av THD (10 min) og max THD (1 uke) for L1, L2 og L3, er godt innenfor max verdiene for THD (10 min) og THD (1 uke), som er grensen i § 3-6 i FoL [1], og disse er godkjente (pass).

En kan se THD verdiene for L1, L2 og L3 under måleperioden i vedlegg 8 s.65 (8.1) og s.72, 75 og 76 (8.2).

5. Voltage Harmonics

Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Voltage THD	L1 (10 min)	100	8	0,921	Pass
	L1 (1 week)	100	5	0,651	Pass
Voltage THD	L2 (10 min)	100	8	1,006	Pass
	L2 (1 week)	100	5	0,705	Pass
Voltage THD	L3 (10 min)	100	8	0,991	Pass
	L3 (1 week)	100	5	0,665	Pass

Figur 7.4.9.A: Voltage harmonics fra måling på Lundseter Kraftstasjon

I måleperioden for Lundseter Kraftstasjon ble følgende individuelle 2 til 50 multiplum av spenningens grunnharmoniske frekvens for L1, L2 og L3 verdier registrert:

L1: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max individual harmonics: 2 harm (0,195 %), 3 harm (0,195 %), 5 harm (0,684 %), 7 harm (1,367 %), og 11 harm (0,195 %). Alle de andre individuelle harmoniske mellom 2 til 50 som ikke er nevnt ovenfor, er det ikke registrert noen forstyrrelser (0 %). Dette kan en se i vedlegg 8 s.66.

Dette er godkjente måleresultater iht. § 3-8 i FoL [1], der kravet for max verdier for hver individuelle harmoniske er vist i kapittel 2.6 s.8. En ser i figur 7.4.9.B. at alle individuelle harmoniske for L1 er godt innenfor kravet for max verdier iht. § 3-8 FoL [1] og er godkjente (pass).

Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L1	2	100	2	0,195	Pass
		3	100	5	0,195	Pass
		4	100	1	0	Pass
		5	100	6	0,684	Pass
		6	100	0,5	0	Pass
		7	100	5	1,367	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0	Pass
		11	100	3,5	0,195	Pass

Figur 7.4.9.B: Individual harmonics for L1 fra måling på Lundseter Kraftstasjon

L2: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max individual harmonics: 2 harm (0,195 %), 3 harm (0,195 %), 4 harm (0,195 %), 5 harm (0,879 %), 6 harm (0,195 %), 7 harm (1,563 %), 11 harm (0,195 %), og 13 harm (0,195 %). Alle de andre individuelle harmoniske mellom 2 til 50 som ikke er nevnt ovenfor, er det ikke registrert noen forstyrrelser (0 %). Dette kan en se i vedlegg 8 s.67.

Dette er godkjente måleresultater iht. § 3-8 i FoL [1], der kravet for max verdier for hver individuelle harmoniske er vist i kapittel 2.6 s.8. En ser i figur 7.4.9.C. at alle individuelle harmoniske for L2 er godt innenfor kravet for max verdier iht. § 3-8 FoL [1] og er godkjente (pass).

Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L2	2	100	2	0,195	Pass
		3	100	5	0,195	Pass
		4	100	1	0,195	Pass
		5	100	6	0,879	Pass
		6	100	0,5	0,195	Pass
		7	100	5	1,563	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0	Pass
		11	100	3,5	0,195	Pass
		12	100	0,5	0	Pass
		13	100	3	0,195	Pass

Figur 7.4.9.C: Individual harmonics for L2 fra måling på Lundseter Kraftstasjon

L3: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max individual harmonics: 2 harm (0,195 %), 3 harm (0,195 %), 4 harm (0,195 %), 5 harm (0,879 %), 6 harm (0,195 %), 7 harm (1,563 %) og 11 harm (0,195). Alle de andre individuelle harmoniske mellom 2 til 50 som ikke er nevnt ovenfor, er det ikke registrert noen forstyrrelser (0 %). Dette kan en se i vedlegg 8 s.68.

Dette er godkjente måleresultater iht. § 3-8 i FoL [1], der kravet for max verdier for hver individuelle harmoniske er vist i kapittel 2.6 s.8. En ser i figur 7.4.9.D. at alle individuelle harmoniske for L3 er godt innenfor kravet for max verdier iht. § 3-8 FoL [1] og er godkjente (pass).

Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L3	2	100	2	0,195	Pass
		3	100	5	0,195	Pass
		4	100	1	0,195	Pass
		5	100	6	0,879	Pass
		6	100	0,5	0,195	Pass
		7	100	5	1,563	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0	Pass
		11	100	3,5	0,195	Pass

Figur 7.4.9.D: Individual harmonics for L3 fra måling på Lundseter Kraftstasjon

7.4.10 Spenningsstrang.

Det som vises i figur 7.4.10 er antall målte spenningsstrang. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-5 [1] som er forklart i kapittel 2.6 s.6.

En ser i figur 7.4.10 at det ikke er registrert noen spenningsstrang under måleperioden, og disse da er innenfor kravet satt i § 3-5 i FoL [1] og er godkjente (pass).

6. Rapid Voltage Changes

Date	Maximum number allowed per day	Number of changes ΔV stationary ($\geq 3\%$)	Number of changes ΔV max ($\geq 5\%$)	Result
08.10.2009	24	-	0	Pass
09.10.2009	24	-	0	Pass
10.10.2009	24	-	0	Pass
11.10.2009	24	-	0	Pass
12.10.2009	24	-	0	Pass
13.10.2009	24	-	0	Pass
14.10.2009	24	-	0	Pass
15.10.2009	24	-	0	Pass
16.10.2009	24	-	0	Pass

Figur 7.4.10: Rapid voltage changes fra måling på Lundseter Kraftstasjon

Dette vises også i vedlegg 8 s.69.

7.5 Måleresultat for NS 286 Eldøyane K4.

7.5.1 Risikovurdering

Denne målingen er utført i nettstasjon NS 286 Eldøyane K4. Som nevnt i kapittel 6.1.4 står det 1stk trafo med sekundærspenning på 415V. Måleinstrumentet er koblet til på sekundærsida av trafoene via et ”byggstrømskap” som er tilkoblet til sikringslist i fordelings skap inne i nettstasjonen. Grunnen for at instrumentet er tilkoblet i ”byggstrømskap” er ut ifra HMS - plan (vedlegg 2) der det står beskrevet at, måleinstrument skal tilkobles til maks 32A foran koblet sikring. Dette hadde ikke latt seg gjøre i fordelings skap pga størrelsen på sikringslister.

7.5.2 Oppsummering NVE rapport.

I figur 7.5.2 får vi en oppsummering om utførte målinger er iht. NVE’s krav om leveringskvalitet og spenningskvalitet [1]. En ser i figur 7.5.2, at alle målinger er godkjente, med unntak av Volts harmonics (individuelle harmoniske) som ikke er godkjent (fail).

NVE Compliance Summary

Parameter	Result
RMS Voltage	Pass
Frequency	Pass
Voltage Unbalance	Pass
Pst	Pass
Plt	Pass
Voltage THD	Pass
Volts Harmonics	Fail
Rapid Voltage Change	Pass

Figur 7.5.2: NVE compliance summary måling på NS 286 Eldøyane K4

Dette kan en og se i vedlegg nr. 7 s.47.

7.5.3 Oppsett instrument

Vi har i denne nettstasjonen 400V TN - nett ut ifra trafoene. Ut ifra dette så er innstillingene satt slik som beskrevet i kapittel 6.2.1 om programmering av MEDCAL NT for måling på 400V TN - anlegg, plassert som vist i figur 5.2.A. og tilkoblet slik som i kapittel 6.2.2 for Y-kobling.

Det er vist i figur 7.5.3 hvordan MEDCAL NT er programmert i MEDCAL Setup (kap.6.2.1).

Instrument Setup

Instrument	MEDCAL NT
Measurement Topology	3Ø Wye
Recording Interval	1m 0s
Nominal Voltage	230 V
Nominal Frequency	50 Hz
Voltage Transformer Ratio	1 kV / 1000 V
Dip Threshold	207 V
Swell Threshold	253 V
Transient Sensitivity	100 %

Figur 7.5.3: Instrument setup fra måling på NS 286 Eldøyane K4

7.5.4 Report summary

I figur 7.5.4 vises en oversikt over når målingene er foretatt og hvor mange hendelser av hver type som er registrert.

Vi ser ut ifra figur 7.5.4 følgende målinger:

- Number of RMS recordings: Her vises totalt antall registrerte målinger av spenningens RMS verdi.
- Number of frequency recordings: Her vises totalt antall registrerte målinger av spenningens frekvens.
- Number of harmonic recordings: Her vises totalt antall registrerte målinger av overharmoniske spenninger.
- Number of flicker recordings: Her vises totalt antall registrerte målinger av flimmer.
- Number of dips: Her vises det at det ikke er registrert noen kortvarige underspenninger. En får da heller ikke noe histogram som vises i vedlegg 4 s.27 (figur 4.1.6).
- Number of swells: Her vises det at det ikke er registrert noen kortvarige overspenninger. En får da heller ikke noe histogram som vises i vedlegg s.27 (figur 4.1.6).
- Number of recorded transients: Her vises det at det ikke er registrert noen transienter. En får da heller ikke noe histogram som vises i vedlegg 4 s.28 (figur 4.1.7).
- Number of rapid voltage changes: Her vises det antall registrerte spenningsprang.
- Number of event profiles: Her vises totalt antall registrerte underspenninger, overspenninger eller spenningsprang.
- Number of intervals without recordings: Her vises det at det ikke er registrert noen intervaller uten målinger.

Dette vises også i vedlegg 7 s.47 (7.1) og s.53 (7.2).

Report Summary

Report's Initial Date/Time	16.10.2009 14:00:00
Report's Final Date/Time	27.10.2009 16:59:59
Number of RMS recordings	19223
Number of frequency recordings	19223
Number of harmonic recordings	19223
Number of flicker recordings	1922
Number of dips	0
Number of swells	0
Number of recorded transients	0
Number of rapid voltage changes	1
Number of event profiles	1
Number of short interruptions (<= 3 min)	0
Number of long interruptions (> 3 min)	0
Number of intervals without recordings	0

Figur 7.5.4: Report summary fra måling på NS 286 Eldøyane K4

7.5.5 Langsomme variasjoner i spenningens RMS verdi.

Det som vises i figur 7.5.5 er målte min - og max verdier av registrerte langsomme variasjoner i spenningens RMS verdier for L1, L2 og L3. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-3 [1] som er forklart i kapittel 2.6 s.5.

I måleperioden for NS 286 Eldøyane K4 ble følgende verdier registrert for RMS spenningens min - og max verdier av nominell spenning (230 V), målt som gjennomsnitt over ett minutt for:

L1: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured min (V): 232,25V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt min verdi er + 0,99 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.
- Measured max (V): 239,75V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt max verdi er + 4,24 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.

L2: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured min (V): 233,25V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt min verdi er + 1,4 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.
- Measured max (V): 240V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt max verdi er + 4,34 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.

L3: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured min (V): 231,75V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt min verdi er + 0,76 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.
- Measured max (V): 238,75V. Kontrolleres denne spenningen iht. § 3-3 [1] og med prosent utrekning, så ser en at målt max verdi er + 3,8 % over nominell spenning (230V), og at denne er iht. § 3-3 [1] grense som er $\pm 10 \%$ av nominell spenning.

En ser ut ifra figur 7.5.5 og forklaring ovenfor at min - og max verdier av registrerte langsomme variasjoner i spenningens RMS verdier for L1, L2 og L3, er godt innenfor $\pm 10\%$ grensen satt i § 3-3 i FoL [1] og er godkjente (pass).

En kan se RMS spenningens variasjon og min - og max verdier for de tre fasene L1, L2 og L3 under måleperioden i vedlegg 7 s.48 (7.1) og s.54 (7.2).

Detailed Report Information

1. Steady State Voltage Variations

Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm min (V)	Measured min (V)	Norm max (V)	Measured max (V)	Result
RMS Voltage	L1	100	207	232,25	253	239,75	Pass
RMS Voltage	L2	100	207	233,25	253	240	Pass
RMS Voltage	L3	100	207	231,75	253	238,75	Pass

Figur 7.5.5: Steady state voltage variations fra måling på NS 286 Eldøyane K4

7.5.6 Frekvens

Det som vises i figur 7.5.6 er målte max - og min verdier av registrerte frekvensmålinger. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-2 [1] som er forklart i kapittel 2.6 s.5.

I måleperioden for NS 286 Eldøyane K4 ble det målt følgende maks – og min. verdier for spenningens frekvens:

- Measured max 50,141 Hz (+ 0,28 %)
- Measured min 49,811 Hz (- 0,62 %)

Dette er godkjente måleresultater iht. § 3-2 der kravet er at frekvensen skal holdes innenfor $\pm 2\%$ av 50 Hz.

For skjema over frekvensvariasjon i måleperioden kan man se på vedlegg 7 s.48 (7.1) og s.56 (7.2).

2. Frequency

Parameter	% of time	Norm min (Hz)	Measured min (Hz)	Norm max (Hz)	Measured max (Hz)	Result
Frequency	100	49	49,811	51	50,141	Pass

Figur 7.5.6: Frequency fra måling på NS 286 Eldøyane K4

7.5.7 Spenningens usymmetri

Det som vises i figur 7.5.7 er målt max verdier av spenningens usymmetri. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-7 i FoL [1] som er forklart i kapittel 2.6 s.8

I måleperioden for NS 286 Eldøyane K4 ble følgende maks verdi 0,171 % for spenningens usymmetri registrert.

Dette er godkjente måleresultater iht. § 3-7 [1], der kravet er at spenningens usymmetri skal holdes innenfor 2 % målt i tilknytningspunkt.

En ser ut ifra figur 7.5.7 og forklaring ovenfor at max verdi for spenningen usymmetri er godt innenfor 2 %, som er grensen satt i § 3-7 i FoL [1], og disse er godkjente (pass).

En kan se variasjonene av spenningens usymmetri under måleperioden i vedlegg 7 s.48 (7.1) og s.56 (7.2).

3. Voltage Unbalance

Parameter	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
V Unbalance	100	2	0,171	Pass

Figur 7.5.7: Voltage unbalance fra måling på NS 286 Eldøyane K4

7.5.8 Flimrer

Det som vises i figur 7.5.8 er målte Pst og Plt (pu) verdier av flimrer registreringer. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-6 [1] når $U_N = 230V$ som er forklart i kapittel 2.6 s.7.

I måleperioden for NS 286 Eldøyane K4 ble følgende Pst og Plt (pu) verdier registrert:

L1: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max Pst (pu): 0,398 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Pst verdi er godt under 1,2 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].
- Measured max Plt (pu): 0,233 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Plt verdi er godt under 1,0 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].

L2: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max Pst (pu): 0,383 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Pst verdi er godt under 1,2 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].
- Measured max Plt (pu): 0,233 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Plt verdi er godt under 1,0 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].

L3: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max Pst (pu): 0,379 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Pst verdi er godt under 1,2 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].
- Measured max Plt (pu): 0,236 pu. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-6 [1], så ser en at målt Plt verdi er godt under 1,0 pu, som er normal max verdi iht. § 3-6 [1].

En ser ut ifra figur 7.5.8 og forklaring ovenfor at max verdier av registrerte Pst og Plt (pu) verdier for L1, L2 og L3, er godt innenfor Pst verdi 1,2 pu og Plt verdi 1,0 pu, som er grensen i § 3-6 i FoL [1], og disse er godkjente (pass) som vist i figur.

En kan se variasjonene av Pst og Plt (pu) verdiene for L1, L2 og L3 under måleperioden i vedlegg 7 s.48 (7.1) og s.57 (7.2).

4. Flicker

Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm max	Measured max	Result
Pst	L1	95	1.2	0,398	Pass
Plt	L1	100	1.0	0,233	Pass
Pst	L2	95	1.2	0,383	Pass
Plt	L2	100	1.0	0,233	Pass
Pst	L3	95	1.2	0,379	Pass
Plt	L3	100	1.0	0,236	Pass

Figur 7.5.8: Flicker fra måling på NS 286 Eldøyane K4

7.5.9 Overharmoniske spenninger.

Det som vises i figurer 7.5.9.A, B, C og D er målte verdier av THD og de individuelle multiplum av spenningens grunnharmoniske frekvens for L1, L2 og L3. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-8 [1] som er forklart i kapittel 2.6 s.8.

I måleperioden for NS 286 Eldøyane K4 ble følgende THD verdier registrert:

L1: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max THD (10 min): 0,787 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (10 min) verdi er godt under 8 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].
- Measured max THD (1 uke): 0,45 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (1 uke) verdi er godt under 5 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].

L2: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max THD (10 min): 0,811 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (10 min) verdi er godt under 8 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].
- Measured max THD (1 uke): 0,43 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (1 uke) verdi er godt under 5 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].

L3: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max THD (10 min): 0,742 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (10 min) verdi er godt under 8 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].
- Measured max THD (1 uke): 0,351 %. Kontrolleres denne verdien iht. § 3-8 [1], så ser en at målt max THD (1 uke) verdi er godt under 5 %, som er normal max verdi iht. § 3-8 [1].

En ser ut ifra figur 7.5.9.A, og forklaring ovenfor at max verdier av THD (10 min) og max THD (1 uke) for L1, L2 og L3, er godt innenfor max verdiene for THD (10 min) og THD (1 uke), som er grensen i § 3-6 i FoL [1], og disse er godkjente (pass).

En kan se THD verdiene for L1, L2 og L3 under måleperioden i vedlegg 7 s.48 (7.1) og s.55, 56, 59 og 60 (7.2).

5. Voltage Harmonics

Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Voltage THD	L1 (10 min)	100	8	0,787	Pass
	L1 (1 week)	100	5	0,45	Pass
Voltage THD	L2 (10 min)	100	8	0,811	Pass
	L2 (1 week)	100	5	0,43	Pass
Voltage THD	L3 (10 min)	100	8	0,742	Pass
	L3 (1 week)	100	5	0,351	Pass

Figur 7.5.9.A: Voltage harmonics fra måling på NS 286 Eldøyane K4

I måleperioden for NS 286 Eldøyane K4 ble følgende individuelle 2 til 50 multiplum av spenningens grunnharmoniske frekvens for L1, L2 og L3 verdier registrert:

L1: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max individual harmonics: 2 harm (0,879 %), 3 harm (0,195 %), 4 harm (1,172 %), 5 harm (0,684 %), 6 harm (0,195 %), 7 harm (0,488 %), 9 harm (1,172 %), 10 harm (0,391 %), 11 harm (0,391 %), 12 harm (0,391 %), 13 harm (0,391 %), 15 harm (1,172 %), 17 harm (0,195 %), 27 harm (1,172 %), 34 harm (1,172 %), 42 harm (0,391 %), 44 harm (0,391 %), 45 harm (0,391 %), 47 harm (0,684 %), 49 harm (0,391 %). Alle de andre individuelle harmoniske mellom 2 til 50 som ikke er nevnt ovenfor, er det ikke registrert noen forstyrrelser (0 %). Dette kan en se i vedlegg 7 s.49.

Kontrollerer en disse max verdiene iht. § 3-6 i FoL [1], så ser en målte max verdier for:

- 4 individuelle harmoniske (1,172 %) som ligger 0,172 % over gitt grenseverdier i § 3-6 i FoL [1] som er max 1 %. Dette er ikke godkjente resultater (fail), som og vises i figur 7.5.9.B.
- 15 individuelle harmoniske (1,172 %) som ligger 0,672 % over gitte grenseverdier i § 3-6 i FoL [1] som er max 0,5 %. Dette er ikke godkjente resultater (fail), som og vises i figur 7.5.9.B.
- 27 individuelle harmoniske (1,172 %) som ligger 0,672 % over gitte grenseverdier i § 3-6 i FoL [1] som er max 0,5 %. Dette er ikke godkjente resultater (fail), som og vises i figur 7.5.9.B.
- 34 individuelle harmoniske (1,172 %) som ligger 0,672 % over gitte grenseverdier i § 3-6 i FoL [1] som er max 0,5 %. Dette er ikke godkjente resultater (fail), som og vises i figur 7.5.9.B.

Det resterende individuelle harmoniske er godkjente måleresultater iht. § 3-6 i FoL [1], der kravet for max verdier for hver individuelle harmoniske er vist i figur i kapittel 2.6 s.7, og i figur 7.5.9.B. for hver individuelle harmoniske. En ser i figur 7.5.9.B. at disse individuelle harmoniske for L1 er innenfor kravet for max verdier iht. § 3-8 FoL [1] og er godkjente (pass).

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report date/time 29.10.2009 09:22:34	Page 3		
		Filename Eldøyane.qrn				
Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L1	2	100	2	0,879	Pass
		3	100	5	0,195	Pass
		4	100	1	1,172	Fail
		5	100	6	0,684	Pass
		6	100	0,5	0,195	Pass
		7	100	5	0,488	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	1,172	Pass
		10	100	0,5	0,391	Pass
		11	100	3,5	0,391	Pass
		12	100	0,5	0,391	Pass
		13	100	3	0,391	Pass
		14	100	0,5	0	Pass
		15	100	0,5	1,172	Fail
		16	100	0,5	0	Pass
		17	100	2	0,195	Pass
		18	100	0,5	0	Pass
		19	100	1,5	0	Pass
		20	100	0,5	0	Pass
		21	100	0,5	0	Pass
		22	100	0,5	0	Pass
		23	100	1,5	0	Pass
		24	100	0,5	0	Pass
		25	100	1,5	0	Pass
		26	100	0,5	0	Pass
		27	100	0,5	1,172	Fail
		28	100	0,5	0	Pass
		29	100	1	0	Pass
		30	100	0,5	0	Pass
		31	100	1	0	Pass
		32	100	0,5	0	Pass
		33	100	0,5	0	Pass
		34	100	0,5	1,172	Fail
		35	100	1	0	Pass
		36	100	0,5	0	Pass
		37	100	1	0	Pass
		38	100	0,5	0	Pass
		39	100	0,5	0	Pass
		40	100	0,5	0	Pass
		41	100	1	0	Pass
		42	100	0,5	0,391	Pass
		43	100	1	0	Pass
		44	100	0,5	0,391	Pass
		45	100	0,5	0,391	Pass
		46	100	0,5	0	Pass
		47	100	1	0,684	Pass
		48	100	0,5	0	Pass
		49	100	1	0,391	Pass
		50	100	0,5	0	Pass

Figur 7.5.9.B: Individual harmonics for L1 fra måling på NS 286 Eldøyane K4

L2: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max individual harmonics: 2 harm (0,195 %), 3 harm (0,879 %), 5 harm (0,684 %), 6 harm (0,195 %), 7 harm (0,488 %), 10 harm (0,391 %), 11 harm (0,195 %), 13 harm (0,684 %), 22 harm (0,195 %), 23 harm (0,195 %), 39 harm (0,195 %), 41 harm (1,172 %), 42 harm (1,172 %), 45 harm (0,684 %). Alle de andre individuelle harmoniske mellom 2 til 50 som ikke er nevnt ovenfor, er det ikke registrert noen forstyrrelser (0 %). Dette kan en se i vedlegg 7 s.50.

Kontrollerer en disse max verdiene iht. § 3-6 i FoL [1], så ser en målte max verdier for:

- 41 individuelle harmoniske (1,172 %) som ligger 0,172 % over gitt grenseverdier i § 3-6 i FoL [1] som er max 1 %. Dette er ikke godkjente resultater (fail), som og vises i figur 7.5.9.C.
- 42 individuelle harmoniske (1,172 %) som ligger 0,672 % over gitte grenseverdier i § 3-6 i FoL [1] som er max 0,5 %. Dette er ikke godkjente resultater (fail), som og vises i figur 7.5.9.C.
- 45 individuelle harmoniske (0,684 %) som ligger 0,184 % over gitte grenseverdier i § 3-6 i FoL [1] som er max 0,5 %. Dette er ikke godkjente resultater (fail), som og vises i figur 7.5.9.C.

Det resterende individuelle harmoniske er godkjente måleresultater iht. § 3-6 i FoL [1], der kravet for max verdier for hver individuelle harmoniske er vist i figur i kapittel 2.6 s.8, og i figur 7.5.9.C. for hver individuelle harmoniske. En ser i figur 7.5.9.C. at disse individuelle harmoniske for L2 er innenfor kravet for max verdier iht. § 3-8 FoL [1] og er godkjente (pass).

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report date/time 29.10.2009 09:22:34	Page 4		
		Filename Eldøyane.qrn				
Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L2	2	100	2	0,195	Pass
		3	100	5	0,879	Pass
		4	100	1	0	Pass
		5	100	6	0,684	Pass
		6	100	0,5	0,195	Pass
		7	100	5	0,488	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0,391	Pass
		11	100	3,5	0,195	Pass
		12	100	0,5	0	Pass
		13	100	3	0,684	Pass
		14	100	0,5	0	Pass
		15	100	0,5	0	Pass
		16	100	0,5	0	Pass
		17	100	2	0	Pass
		18	100	0,5	0	Pass
		19	100	1,5	0	Pass
		20	100	0,5	0	Pass
		21	100	0,5	0	Pass
		22	100	0,5	0,195	Pass
		23	100	1,5	0,195	Pass
		24	100	0,5	0	Pass
		25	100	1,5	0	Pass
		26	100	0,5	0	Pass
		27	100	0,5	0	Pass
		28	100	0,5	0	Pass
		29	100	1	0	Pass
		30	100	0,5	0	Pass
		31	100	1	0	Pass
		32	100	0,5	0	Pass
		33	100	0,5	0	Pass
		34	100	0,5	0	Pass
		35	100	1	0	Pass
		36	100	0,5	0	Pass
		37	100	1	0	Pass
		38	100	0,5	0	Pass
		39	100	0,5	0,195	Pass
		40	100	0,5	0	Pass
		41	100	1	1,172	Fail
		42	100	0,5	1,172	Fail
		43	100	1	0	Pass
		44	100	0,5	0	Pass
		45	100	0,5	0,684	Fail
		46	100	0,5	0	Pass
		47	100	1	0	Pass
		48	100	0,5	0	Pass
		49	100	1	0	Pass
		50	100	0,5	0	Pass

Figur 7.5.9.C: Individual harmonics for L2 fra måling på NS 286 Eldøyane K4

L3: Her ble følgende verdier registrert:

- Measured max individual harmonics: 2 harm (0,195 %), 3 harm (0,488 %), 4 harm (0,879 %), 5 harm (0,879 %), 6 harm (0,195 %), 7 harm (1,172 %), 8 harm (1,172 %), 10 harm (0,195 %), 11 harm (0,195 %), 12 harm (0,391 %), 13 harm (1,172 %), 22 harm (0,195 %), 24 harm (0,195 %), 26 harm (0,195 %), 36 harm (0,195 %), 37 harm (0,195 %), 38 harm (0,195 %), 40 harm (0,488 %), 42 harm (0,195 %), 44 harm (0,391 %). Alle de andre individuelle harmoniske mellom 2 til 50 som ikke er nevnt ovenfor, er det ikke registrert noen forstyrrelser (0 %). Dette kan en se i vedlegg 7 s.51.

Kontrollerer en disse max verdiene iht. § 3-6 i FoL [1], så ser en målt max verdi for:

- 8 individuelle harmoniske (0,672 %) som ligger 0,172 % over gitt grenseverdier i § 3-6 i FoL [1] som er max 0,5 %. Dette er ikke godkjente resultater (fail), som og vises i figur 7.5.9.D.

Det resterende individuelle harmoniske er godkjente måleresultater iht. § 3-6 i FoL [1], der kravet for max verdier for hver individuelle harmoniske er vist i figur i kapittel 2.6 s.8, og i figur 7.5.9.D. for hver individuelle harmoniske. En ser i figur 7.5.9.D. at disse individuelle harmoniske for L3 er innenfor kravet for max verdier iht. § 3-8 FoL [1] og er godkjente (pass).

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report date/time 29.10.2009 09:22:34	Page 5		
		Filename Eldøyane.qrn				
Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L3	2	100	2	0,195	Pass
		3	100	5	0,488	Pass
		4	100	1	0,879	Pass
		5	100	6	0,879	Pass
		6	100	0,5	0,195	Pass
		7	100	5	1,172	Pass
		8	100	0,5	1,172	Fail
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0,195	Pass
		11	100	3,5	0,195	Pass
		12	100	0,5	0,391	Pass
		13	100	3	1,172	Pass
		14	100	0,5	0	Pass
		15	100	0,5	0	Pass
		16	100	0,5	0	Pass
		17	100	2	0	Pass
		18	100	0,5	0	Pass
		19	100	1,5	0	Pass
		20	100	0,5	0	Pass
		21	100	0,5	0	Pass
		22	100	0,5	0,195	Pass
		23	100	1,5	0	Pass
		24	100	0,5	0,195	Pass
		25	100	1,5	0	Pass
		26	100	0,5	0,195	Pass
		27	100	0,5	0	Pass
		28	100	0,5	0	Pass
		29	100	1	0	Pass
		30	100	0,5	0	Pass
		31	100	1	0	Pass
		32	100	0,5	0	Pass
		33	100	0,5	0	Pass
		34	100	0,5	0	Pass
		35	100	1	0	Pass
		36	100	0,5	0,195	Pass
		37	100	1	0,195	Pass
		38	100	0,5	0,195	Pass
		39	100	0,5	0	Pass
		40	100	0,5	0,488	Pass
		41	100	1	0	Pass
		42	100	0,5	0,195	Pass
		43	100	1	0	Pass
		44	100	0,5	0,391	Pass
		45	100	0,5	0	Pass
		46	100	0,5	0	Pass
		47	100	1	0	Pass
		48	100	0,5	0	Pass
		49	100	1	0	Pass
		50	100	0,5	0	Pass

Figur 7.5.9.D: Individual harmonics for L3 fra måling på NS 286 Eldøyane K4

7.5.10 Spenningsprang.

Det som vises i figur 7.5.10 er antall målte spenningsprang. Disse målingene kontrolleres iht. § 3-5 [1] som er forklart i kapittel 2.6 s.6.

En ser i figur 7.5.10 at det er registrert 1 stk spenningsprang for $\Delta U_{\text{maks}} \geq 5\%$ den 23.10.2009.

Kontrolleres antall registrerte spenningsprang iht. § 3-5 i FoL [1], så ser en at antall registrerte spenningsprang er innenfor 24 tillatte spenningsprang pr. døgn.

Dette er godkjente måleresultater iht. § 3-5 i FoL [1], og disse da er godkjente (pass).

6. Rapid Voltage Changes

Date	Maximum number allowed per day	Number of changes ΔV stationary ($\geq 3\%$)	Number of changes ΔV max ($\geq 5\%$)	Result
16.10.2009	24	-	0	Pass
17.10.2009	24	-	0	Pass
18.10.2009	24	-	0	Pass
19.10.2009	24	-	0	Pass
20.10.2009	24	-	0	Pass
21.10.2009	24	-	0	Pass
22.10.2009	24	-	0	Pass
23.10.2009	24	-	1	Pass
24.10.2009	24	-	0	Pass
25.10.2009	24	-	0	Pass
26.10.2009	24	-	0	Pass
27.10.2009	24	-	0	Pass

Figur 7.5.10: Rapid voltage changes fra måling på NS 286 Eldøyane K4

Dette kan en og se i vedlegg 7 s.52 (7.1) og s.63 (7.2).

Konklusjon

Det har under oppgaven blitt utført 4 stk vellykkede målinger av spenningskvaliteten i Stord kommune sitt distribusjonsnett.

Måling av spenningskvaliteten i nettstasjon NS 146 Heiane Storsenter er godkjent iht. NVE's forskrift 1557 FoL [1]. En ser og ut ifra analyseringen av målingene i kapittel 7.2, at alle registrerte verdier i NS 146 Heiane Storsenter er godt innenfor satte krav i FoL [1].

Måling av spenningskvaliteten i nettstasjon NS 274 Leirvik Sveis er godkjent iht. NVE's forskrift 1557 FoL [1]. En ser og ut ifra analyseringen av målingene i kapittel 7.3, at alle registrerte verdier i NS 274 Leirvik Sveis er godt innenfor satte krav i FoL [1].

Måling av spenningskvaliteten i Lundseter Kraftstasjon er godkjent iht. NVE's forskrift 1557 FoL [1]. En ser og ut ifra analyseringen av målingene i kapittel 7.4, at alle registrerte verdier i Lundseter Kraftstasjon er godt innenfor satte krav i FoL [1].

Måling av spenningskvaliteten i nettstasjon NS 286 Eldøyane K4 viser at målte verdier for individuelle harmoniske overskrider satte max verdier i § 3-8 i FoL [1], og at disse ikke er godkjente. En ser og ut ifra analyseringen av målingene i kapittel 7.5, at alle resterende registrerte verdier (langsomme variasjoner i spennings RMS verdi, frekvens, usymmetri, flimmer, THD og spenningsprang) i NS 286 Eldøyane K4 er godt innenfor satte krav i FoL [1].

Ut ifra de målingene på NS 286 Eldøyane K4 som ikke er godkjente, så vil § 2-1 (avsnitt 2) og § 2-2 i FoL [1] tre i kraft. Disse står nevnt i kapittel 2.5 om generelle bestemmelser. Hvordan denne saken håndteres videre blir opp til SKL. Dette er ikke noe som kreves i denne oppgaven, hvor det står i oppgaveteksten at målet er å kartlegge spenningskvaliteten i relevante trafokretser i lavspenningsnettet i Stord Kommune. Noe som gruppen mener de har gjort.

Diskusjon

Når det gjelder uttreddelsen om lover og forskrifter med tanke på spenningskvalitet så var dette en lærerik, men meget arbeidsom og tidskrevende oppgave å sette seg inn i aktuelle lovverk. Gruppen oppfattet forskriften for spenningskvalitet FoL [1] til tider vanskelig og forstå og forklare.

Man har valgt å ta med de mest essensielle forklaringer og paragrafer som er gjeldende for analyse av lavspenningsnett i denne hovedoppgaven.

Gruppen har valgt å ikke gå så dypt inn i forklaringer rundt konsekvenser og årsaker til forringet spenningskvalitet.

Dette er et tema det kan skrives mye om, men gruppen mener dette ville blitt svært tidskrevende, og at dette ikke er det mest essensielle temaet i denne oppgaven.

Måleinstrument og softwaren gruppen valgte å bruke for måling og analyse av spenningskvalitet er levert av CEE energiteknikk as.

Under prosessen i hovedoppgaven opplevde gruppen en del problem med softwaren til instrumentet og avlesning av måleresultater pga. dette.

De problemene som oppsto var blant annet: ny kalibrert instrument målte ikke riktige verdier, og måtte sendes inn for ny kalibrering. Det var også et problem med avlesningsprogrammet (MEDCALScope) som hadde/ har noen softwareproblem (bugs), som gjorde at gruppen måtte vente på flere nyere versjoner av dette programmet.

Eksempel på dette er måleresultat av spenningens usymmetri. Der kan vi se at de to første målingene er de feil på spenningens usymmetri pga. software feil. På de to siste utførte målingene ser en at spenningens usymmetri er i orden. Dette pga. det kom ny versjon på software til MEDCALScope.

Under en måling så ble instrumentet feil koblet og resultat av dette var et defekt instrument som måtte returneres for reparasjon.

Grunnet problemene ovenfor kom gruppen 4 uker på etterskudd med målinger og analyse. Dette førte til at en planlagt måling nr. 5 som skulle utføres i boligfelt ikke kunne gjennomføres.

Gruppen vil påpeke at CEE energiteknikk as har vært svært behjelpelige under hele prosessen.

Det generelle inntrykket gruppen sitter igjen med er at instrument og software for måling og analyse av spenningskvalitet, er at dette er et greit og brukervennlig verktøy.

Under arbeidet med hovedoppgaven kunne gruppen gjerne ønsket litt mer involvering fra SKL sin side i startfasen, der gruppen følte at vi ikke kom skikkelig i gang. Spesielt med tanke på planlegging rundt oppkobling av instrument i nettstasjoner, og løsninger rundt dette. Dette gikk litt tid i til å begynne med, men ble løst på en sikker og god måte med god hjelp fra SKL.

Referanser

1. *Forskrift 1557 om leveringskvalitet i kraftsystemet (FoL)*, (Norges vassdrags- og energidirektorat 1.1.2005)
2. *NEK EN 50160: 2007, Spenningskarakteristikker for elektrisitet levert fra offentlige distribusjonsnett*, (Norsk Elektroteknisk komité – NEK).
3. *Lov om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energiloven)*, (OED (Olje- og energidepartementet), LOV-1990-06-29-50.
4. *Definisjoner knyttet til feil og avbrudd i det elektriske kraftsystemet – versjon 2*, (Referansegruppe feil og avbrudd, 2001)
5. *FSE: Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg (2006)*, EBL (Energibedriftenes landsforening), NEK (Norsk Elektroteknisk komité), dsb (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap).
6. *Brukermanual for MEDCAL Scope og MEDCALSetup for MEDCAL NT versjon 1.1 9.aug. 2006*. Cee energiteknikk as, CESINEL (compania espanola de instrumentos electricos).
7. *Instrumenter for måling av leveringskvalitet (tekniske data MEDCAL NT)*, Cee energiteknikk as.
8. *EVU - kurs 2008 (Leveringskvalitet i kraftnett- praktisk handtering i lys av nye forskrifter og standarder, undervisningsstoff)*, NTNU og EBL (Energibedriftenes landsforening).
9. *Leveringskvalitet i kraftsystemet (forslag til forskrift)*, NVE (Norges vassdrags- og energidirektorat) 2004.
10. *Sintef info- blad: Overspenninger og vern 7.11*, Sintef energiforskning nov. 2004.
11. *Kursmanual om: Medcal instrumenter, spenningskvalitet og NVE's FoL*, Cee energiteknikk as.
12. *NEK 400: Elektriske lavspenningsanlegg – Installasjoner*, Norsk Elektroteknisk komité – NEK 2006.

Vedleggsliste

Vedlegg 1.....	0
FOR 2004-11-30 nr 1557: Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet.....	1
INNHOLD	1
Kapittel 1. Innledende bestemmelser	2
§ 1-1. Formål.....	2
§ 1-2. Virkeområde	3
§ 1-3. Fravikelighet.....	3
§ 1-4. Definisjoner	3
Kapittel 2. Generelle bestemmelser	7
§ 2-1. Utbedring	7
§ 2-2. Varsling fra nettkunde	8
§ 2-3. Utkobling av nettkunder og varsling fra nettselskap	8
§ 2-4. Koblinger i egne nettanlegg	8
§ 2-5. Nettselskapenes saksbehandling ved misnøye med leveringskvaliteten	8
§ 2-6. Uenighet om overholdelse av denne forskriften	9
Kapittel 2A. Registrering og rapportering	9
§ 2A-1. Registrering og rapportering av leveringspålitelighet	9
§ 2A-2. Registrering av spenningskvalitet.....	9
§ 2A-3. Ansvarlig og berørt konsesjonær ved avbrutt effekt og ikke levert energi.....	10
§ 2A-4. Prosedyrer og korrespondanse mellom ansvarlig og berørt konsesjonær	10
§ 2A-5. Uenighet om hvem som er ansvarlig konsesjonær	11
§ 2A-6. Spesifiserte data som skal rapporteres	11
§ 2A-7. Fordeling av spesifiserte data ved rapportering.....	12
§ 2A-8. Særlige bestemmelser om rapportering	13
§ 2A-9. Beregning av avbrutt effekt og ikke levert energi	13
§ 2A-10. Sluttbrukergrupper	14
Kapittel 3. Krav til leveringspålitelighet og spenningskvalitet.....	14
§ 3-1. Leveringspålitelighet	14
§ 3-2. Spennings frekvens	14
§ 3-3. Langsomme variasjoner i spennings effektivverdi	14
§ 3-4. Kortvarige over- og underspenninger.....	14
§ 3-5. Spenningsprang	15
§ 3-6. Flimmerintensitet.....	15
§ 3-7. Spenningsusymmetri	15
§ 3-8. Overharmoniske spenninger	15
§ 3-9. Interharmoniske spenninger	17
§ 3-10. Signalspenning overlagret forsyningsspenningen	17
§ 3-11. Transiente overspenninger.....	17
Kapittel 4. Informasjon om leveringspålitelighet og spenningskvalitet	17
§ 4-1. Vilkår i avtale for tilknytning og bruk av nettanlegg	17
§ 4-2. Informasjon om tekniske forhold ved leveringspålitelighet og spenningskvalitet	17
§ 4-3. Metode for måling og kalibrering samt dokumentasjon av utstyrets nøyaktighet	18
Kapittel 5. Øvrige bestemmelser.....	19
§ 5-1. Tilsyn og kontroll	19
§ 5-2. Pålegg og tvangsmulkt.....	19
§ 5-2a. Overtredelsesgebyr	19
§ 5-3. Klage.....	19

§ 5-4. Dispensasjon	19
§ 5-5. Ikrafttredden	19
Vedlegg 2.....	21
Risikoanalyse for utføring av målinger.....	21
Vedlegg 3.....	24
Prosedyre for tilkobling og frakobling av måleutstyr for spenningskvalitet.	24
3.1 Tilkobling av måleinstrument	24
3.2 Frakobling av måleinstrument	24
Vedlegg 4.....	25
Behandling måleresultater	25
4.1 Avlesing av måleresultater.....	25
4.1.2 Summary	25
4.1.3 Spreadsheet	26
4.1.4 Voltage and amps (RMS).....	27
4.1.5 Statistics	28
4.1.6 Dips and swells.	30
4.1.7 Transients	31
4.1.8 Harmonics	32
4.1.9 Frequency/Unbalance	34
4.1.10 Flicker	35
4.1.11 Event profiles	36
4.1.12 Rapid voltages changes.....	36
Vedlegg 5: Måleresultat for NS 146 Heiane Storsenter.....	38
5.1 NVE rapport (NVE PQ Regulations FoL_230V-35kV).....	38
Vedlegg 6: Måleresultat for NS 274 Leirvik Sveis	44
6.1 NVE rapport (NVE PQ Regulations FoL_230V-35kV).....	44
Vedlegg 7: Måleresultat for NS 286 Eldøyane K4	50
7.1 NVE rapport (NVE PQ Regulations FoL_230V-35kV).....	50
7.2 MEDCALScope Power Quality Report.....	56
Vedlegg 8: Måleresultat for Lundseter kraftstasjon	67
8.1 NVE rapport (NVE PQ Regulations FoL_230V-35kV).....	67
8.2 MEDCALScope Power Quality Report.....	73



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Vedleggshefte for: Analyse og rapportering av spenningskvaliteten i Stord kommune sitt distribusjonsnett



Bachelor Oppgave utført ved
Høgskolen Stord/Haugesund – Studie for ingeniørfag

Elektro, Elkraft

Av: Kjell Anders Grov
Morten Larsen

Kand.nr. ??
Kand.nr. ??

Haugesund

Høsten 2009

Vedlegg 1.

FOR 2004-11-30 nr 1557: Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet.

DATO:	FOR-2004-11-30-1557
DEPARTEMENT:	OED (Olje- og energidepartementet)
AVD/DIR:	Norges vassdrags- og energidir.
PUBLISERT:	I 2004 hefte 14 (Figurer i gif-format)
IKRAFTTREDELSE:	2005-01-01, 2006-01-01, 2007-01-01
SIST-ENDRET:	FOR-2006-12-14-1464 fra 2007-01-01
ENDRER:	
GJELDER FOR:	Norge
HJEMMEL:	FOR-1990-12-07-959-§7-1 , LOV-1990-06-29-50-§7-6
SYS-KODE:	BG19a, D02
NÆRINGSKODE:	41 5021
KUNNGJORT:	10.12.2004
RETTET:	05.01.2007 (§ 1-4 nr. 13 og 29)
KORTTITTEL:	Forskrift om kraftleveringskvalitet

INNHOLD

Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet.

Kapittel 1. Innledende bestemmelser

- § 1-1. Formål
- § 1-2. Virkeområde
- § 1-3. Fravikelighet
- § 1-4. Definisjoner

Kapittel 2. Generelle bestemmelser

- § 2-1. Utbedring
- § 2-2. Varsling fra nettkunde
- § 2-3. Utkobling av nettkunder og varsling fra nettselskap
- § 2-4. Koblinger i egne nettanlegg
- § 2-5. Nettselskapenes saksbehandling ved misnøye med leveringskvaliteten
- § 2-6. Uenighet om overholdelse av denne forskriften
- § 2-7. (Opphevet 1 jan 2007, jf. forskrift 14 des 2006 nr. 1464.) ...

Kapittel 2A. Registrering og rapportering

- § 2A-1. Registrering og rapportering av leveringspålitelighet
- § 2A-2. Registrering av spenningskvalitet

- § 2A-3. Ansvarlig og berørt konsesjonær ved avbrutt effekt og ikke levert energi
- § 2A-4. Prosedyrer og korrespondanse mellom ansvarlig og berørt konsesjonær
- § 2A-5. Uenighet om hvem som er ansvarlig konsesjonær
- § 2A-6. Spesifiserte data som skal rapporteres
- § 2A-7. Fordeling av spesifiserte data ved rapportering
- § 2A-8. Særlige bestemmelser om rapportering
- § 2A-9. Beregning av avbrutt effekt og ikke levert energi
- § 2A-10. Sluttbrukergrupper

Kapittel 3. Krav til leveringspålitelighet og spenningskvalitet

- § 3-1. Leveringspålitelighet
- § 3-2. Spennings frekvens
- § 3-3. Langsomme variasjoner i spennings effektivverdi
- § 3-4. Kortvarige over- og underspenninger
- § 3-5. Spenningsprang
- § 3-6. Flimmerintensitet
- § 3-7. Spenningsusymmetri
- § 3-8. Overharmoniske spenninger
- § 3-9. Interharmoniske spenninger
- § 3-10. Signalspenning overlagret forsyningsspenningen
- § 3-11. Transiente overspenninger

Kapittel 4. Informasjon om leveringspålitelighet og spenningskvalitet

- § 4-1. Vilkår i avtale for tilknytning og bruk av nettanlegg
- § 4-2. Informasjon om tekniske forhold ved leveringspålitelighet og spenningskvalitet
- § 4-3. Metode for måling og kalibrering samt dokumentasjon av utstyrets nøyaktighet

Kapittel 5. Øvrige bestemmelser

- § 5-1. Tilsyn og kontroll
- § 5-2. Pålegg og tvangsmulkt
- § 5-2a. Overtredelsesgebyr
- § 5-3. Klage
- § 5-4. Dispensasjon
- § 5-5. Ikrafttreden

Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet.

Fastsatt av Norges vassdrags- og energidirektorat 30. november 2004 med hjemmel i forskrift 7. desember 1990 nr. 959 om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energilovforskriften) § 7-1, gitt med hjemmel i lov 29. juni 1990 nr. 50 om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energiloven) § 7-6. Endret ved forskrifter 5 des 2005 nr. 1436, 14 des 2006 nr. 1464.

Kapittel 1. Innledende bestemmelser

§ 1-1. Formål

Forskriften skal bidra til å sikre en tilfredsstillende leveringskvalitet i det norske kraftsystemet, og en samfunnsmessig rasjonell drift, utbygging og utvikling av

kraftsystemet. Herunder skal det tas hensyn til allmenne og private interesser som blir berørt.

§ 1-2. Virkeområde

Forskriften gjelder for den som helt eller delvis eier, driver eller bruker elektriske anlegg eller elektrisk utstyr som er tilkoblet i det norske kraftsystemet, samt den som i henhold til energiloven er utpekt som systemansvarlig.

Forskriften gjelder ikke på norsk sjøterritorium, for likespenningsanlegg eller for jernbaneanlegg i Norge med frekvens 16 2/3 Hz.

§ 1-3. Fravikelighet

Det kan inngås private avtaler om en annen leveringskvalitet enn det som er fastsatt i denne forskriften. Ved inngåelse av slike avtaler, skal nettselskapet eksplisitt redegjøre for hvilke konsekvenser dette vil medføre for nettkunden. Øvrige nettkunder skal motta en leveringskvalitet i tråd med bestemmelsene i denne forskriften.

§ 1-4. Definisjoner

I denne forskriften menes med:

1. *Avbrudd*: Tilstand karakterisert ved uteblitt levering av elektrisk energi til en eller flere sluttbrukere, hvor forsyningsspenningen er under 1% av avtalt spenningsnivå.
Avbruddene klassifiseres i langvarige avbrudd (> 3 min) og kortvarige avbrudd (≤ 3 min).
2. *Avbruddsvarighet*: Medgått tid fra avbrudd inntreffer til sluttbruker igjen har spenning over 90% av avtalt spenningsnivå.
3. *Blandet nett*: Nett som inneholder mindre enn 90% luftledning og 90% kabel (målt i antall km) i forhold til total nettlengde. Med nett menes i denne sammenheng anleggsdeler som beskyttes av samme effektbryter/sikring.
4. *CAIDI_K* (*Customer average interruption duration index*): Sum varighet av kortvarige avbrudd over året dividert på antall kortvarige avbrudd innenfor året.
5. *CAIDI_L* (*Customer average interruption duration index*): Sum varighet av langvarige avbrudd over året dividert på antall langvarige avbrudd innenfor året.
6. *CAIFI_K* (*Customer average interruption frequency index*): Sum antall kortvarige avbrudd over året dividert på antall sluttbrukere som har opplevd kortvarige avbrudd innenfor året.
7. *CAIFI_L* (*Customer average interruption frequency index*): Sum antall langvarige avbrudd over året dividert på antall sluttbrukere som har opplevd langvarige avbrudd innenfor året.
8. *CTAIDI_K* (*Customer total average interruption duration index*): Sum varighet av kortvarige avbrudd over året dividert på antall sluttbrukere som har opplevd kortvarige avbrudd innenfor året.

9. *CTAIDI_L* (*Customer total average interruption duration index*): Sum varighet av langvarige avbrudd over året dividert på antall sluttbrukere som har opplevd langvarige avbrudd innenfor året.
10. *Driftsforstyrrelse*: Utløsning, påtvunget eller utilsiktet utkobling, eller mislykket innkobling som følge av feil i kraftsystemet. Herunder regnes:
- Automatisk effektbryterutløsning/sikringsbrudd.
 - Utkobling som følge av ukorrekt betjening.
 - Påtvunget manuell utkobling (uten tilstrekkelig varslings tid) uten tid til å gjøre eventuelle preventive tiltak.
 - Mislykket innkobling av driftsklar kraftsystemenhet hvor det er nødvendig med vedlikeholdstiltak før et eventuelt nytt innkoblingsforsøk.
11. *FASIT*: Et standardisert registrerings- og rapporteringssystem (med egen kravspesifikasjon) for feil og avbrudd i kraftsystemet. FASIT omfatter en felles terminologi, strukturering og klassifisering av data, felles opptellingsregler m.m.
12. *Flimmer*: Den synlige variasjon i lys hvor luminansen eller spektralfordelingen varierer med tiden.
13. *Flimmerintensitet*: Intensiteten av flimmerubehaget er definert ved UIE-IEC flimmermålemetode og beregnes ved de følgende størrelser:
- Korttids intensitet (P_{st}) målt over en periode på ti minutter.
 - Langtids intensitet (P_{lt}) beregnet ut fra 12 P_{st} -verdier over et to timers intervall, i henhold til følgende uttrykk:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{P_{st}^3}{12}}$$

14. *Ikke levert energi (ILE)*: Beregnet mengde elektrisk energi som ville blitt levert til sluttbruker dersom svikt i leveringen ikke hadde inntruffet.
15. *Ikke varslet avbrudd*: Avbrudd som skyldes driftsforstyrrelse eller planlagt utkobling der berørte sluttbrukere ikke er informert på forhånd.
16. *Interharmoniske spenninger*: Sinusformede spenninger med frekvens som ligger mellom de overharmoniske, det vil si at frekvensen ikke er et multiplum av forsyningsspenningens grunnharmoniske frekvens.
17. *Kabelnett*: Nett som inneholder mer enn 90% kabel (målt i antall km). Med nett menes i denne sammenheng anleggsdeler som beskyttes av samme effektbryter/sikring.
18. *Kortvarige overspenninger*: Hurtig økning i spenningens effektivverdi til høyere enn 110% av avtalt spenningsnivå, med varighet fra 10 millisekunder til 60 sekunder.
19. *Kortvarige underspenninger, spenningsdipp*: Hurtig reduksjon i spenningens effektivverdi til under 90%, men større enn 1% av avtalt spenningsnivå, med varighet fra 10 millisekunder til 60 sekunder.
20. *Langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi*: Endringer i spenningens stasjonære effektivverdi, målt over et gitt tidsintervall.
21. *Leveringskvalitet*: Kvalitet på levering av elektrisitet i henhold til gitte kriterier.
22. *Leveringspålitelighet*: Kraftsystemets evne til å levere elektrisk energi til sluttbruker.

Leveringspålitelighet er knyttet til hyppighet og varighet av avbrudd i forsyningsspenningen.

23. *Luftnett*: Nett som inneholder mer enn 90% luftledning (målt i antall km). Med nett menes i denne sammenheng anleggsdeler som beskyttes av samme effektbryter/sikring.
24. *Måleteknisk sporbarhet*: Et måleresultat eller verdien til en normal skal kunne relateres til kjente referanser, vanligvis til nasjonale eller internasjonale normaler, gjennom en ubrutt kjede av sammenligninger (kalibreringer) med angitte måleusikkerheter for alle trinn i kjeden.
25. *Nettkunde*: Den som driver eller eier anlegg eller utstyr for bruk eller produksjon av elektrisitet som er tilknyttet et nettselskaps anlegg. Nettselskap tilknyttet annet nettselskap, regnes også som nettkunde.
26. *Nettselskap*: Omsetningskonsesjonær som eier overføringsnett eller har ansvar for nettjenester.
27. *Nettjenester*: En eller flere av følgende:
 - a. Overføring av kraft, herunder drift, vedlikehold og investering i nettanlegg.
 - b. Tariffering.
 - c. Måling, avregning og kundehåndtering.
 - d. Tilsyn og sikkerhet.
 - e. Driftskoordinering.
 - f. Pålagte beredskapstiltak.
 - g. Pålagt kraftsystemutredning eller lokal energiutredning.
28. *Nominell spenning*: Spenningen som et system er betegnet eller identifisert ved, og som visse driftskaraktistikker er referert til.
29. *Overharmoniske spenninger*: Sinusformede spenninger med frekvens lik et multiplum av forsyningsspenningens grunnharmoniske frekvens. Total harmonisk forvrengning av spenningen uttrykkes ved:

$$\%THD_U = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{40} U_k^2}}{U_1} \cdot 100\%$$

Individuell harmonisk forvrengning for hvert multiplum av den grunnharmoniske frekvensen uttrykkes ved:

$$\%U_k = \frac{U_k}{U_1} \cdot 100\%$$

der U_1 er spenningens grunnharmoniske komponent, U_h er en gitt harmonisk spenningskomponent, og h er komponentens harmoniske orden.

30. *Rapporteringspunkt*: Leveringspunkt med krav om rapportering av avbrudd til Norges vassdrags- og energidirektorat. Rapporteringspunkt er lavspenningssiden av fordelingstransformatorer, samt høyspenningsspunkt med levering direkte til sluttbruker.
31. *Redusert leveringskapasitet*: Tilstand karakterisert ved at avtalt leveringskapasitet ikke

er tilgjengelig for sluttbrukerne på grunn av hendelser i kraftsystemet, uten at det er definert et avbrudd i tilhørende rapporteringspunkt.

32. $SAIDI_K$ (*System average interruption duration index*): Sum varighet av kortvarige avbrudd over året dividert på antall sluttbrukere siste dag i året.
33. $SAIDI_L$ (*System average interruption duration index*): Sum varighet av langvarige avbrudd over året dividert på antall sluttbrukere siste dag i året.
34. $SAIFI_K$ (*System average interruption frequency index*): Sum antall kortvarige avbrudd over året dividert på antall sluttbrukere siste dag i året.
35. $SAIFI_L$ (*System average interruption frequency index*): Sum antall langvarige avbrudd over året dividert på antall sluttbrukere siste dag i året.
36. *Signalspenning overlagret forsyningsspenningen*: Signaler som overlages forsyningsspenningen i den hensikt å overføre informasjon via det offentlige kraftledningsnettet. Signalene brukt i det offentlige kraftledningsnettet, kan klassifiseres i tre typer:
 - a. Rippelkontroll signaler: overlagret sinusformet signal i området 110 Hz til 3000 Hz.
 - b. Kraftledning bæresignal: overlagret sinusformet signal i området mellom 3 kHz og 148,5 kHz.
 - c. Merkesignaler på nettet: overlagrede korttids endringer (transienter) på utvalgte punkter av spenningens kurveform.
37. *Sluttbruker*: Kjøper av elektrisk energi som ikke selger denne videre.
38. *Spenningsendringsskarakteristikk*: Endring i spenningens effektivverdi evaluert pr. halvperiode som funksjon av tiden, mellom tidsperioder hvor spenningen har vært stabil i minimum ett sekund. Spenningen anses stabil når den ikke endres hurtigere enn 0,5% av avtalt spenningsnivå pr. sekund.
39. *Spenningskvalitet*: Kvalitet på spenning i henhold til gitte kriterier.
40. *Spenningsssprang*: En endring av spenningens effektivverdi innenfor $\pm 10\%$ av avtalt spenningsnivå, som skjer hurtigere enn 0,5% av avtalt spenningsnivå pr. sekund. Spenningsssprang uttrykkes ved stasjonær og maksimal spenningsendring som er gitt ved henholdsvis:

$$\%U_{stasj} = \frac{\Delta U_{stasj}}{U_{avtalt}} \cdot 100\%$$

og

$$\%U_{maks} = \frac{\Delta U_{maks}}{U_{avtalt}} \cdot 100\%$$

der ΔU_{stasj} er stasjonær spenningsendring som følge av en spenningsendringsskarakteristikk,

ΔU_{maks} er den maksimale spenningsdifferansen i løpet av en spenningsendringsskarakteristikk

og U_{avtalt} er avtalt spenningsnivå.

41. *Spenningsusymmetri*: Tilstand i et flerfaset system hvor linjespenningenes

effektivverdier (grunnharmonisk komponent), eller fasevinklene mellom etterfølgende linjespenninger, ikke er helt like. Grad av usymmetri beregnes ved forholdet mellom spenningens negative og positive sekvenskomponent, og kan uttrykkes ved:

$$\frac{U_-}{U_+} = \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6\beta}}{1 + \sqrt{3 - 6\beta}}} \cdot 100\%$$

der U_- er spenningens negative sekvenskomponent,

U_+ er spenningens positive sekvenskomponent,

$$\beta = \frac{U_{12}^4 + U_{23}^4 + U_{31}^4}{(U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2)^2}$$

og U_{ij} representerer linjespenningens grunnharmoniske komponent mellom de nummererte faser.

42. *Tilknytningspunkt*: Punkt i overføringsnett der det foregår innmating eller uttak av kraft, eller utveksling mellom nettselskap.

43. *Transiente overspenninger*: Høyfrekvente eller overfrekvente overspenninger med varighet normalt innenfor en halvperiode (10 ms). Stigetiden kan variere fra mindre enn ett mikrosekund til noen få millisekunder.

44. *Varslet avbrudd*: Avbrudd som skyldes planlagt utkobling der berørte sluttbrukere er informert på forhånd.

0 Endret ved forskrifter 5 des 2005 nr. 1436 (i kraft 1 jan 2006), 14 des 2006 nr. 1464 (i kraft 1 jan 2007).

Kapittel 2. Generelle bestemmelser

§ 2-1. Utbedring

De som omfattes av denne forskriften skal ved hendelser i egne anlegg, som medfører avbrudd eller redusert leveringskapasitet til sluttbrukere, gjenopprette full forsyning til de aktuelle sluttbrukerne uten ugrunnet opphold. Tilknytningspunkt av betydning for liv og helse skal prioriteres.

De som omfattes av denne forskriften skal, dersom deres anlegg er skyld i at bestemmelsene i denne forskriften ikke kan overholdes, utbedre forholdet uten ugrunnet opphold. Utbedringsplikten gjelder ikke for nettkunder, dersom grenseverdiene kun overskrides i eget tilknytningspunkt, og tilknyttet nettselskap ikke opplever problemer som følge av dette.

Det kan ikke kreves særskilt vederlag for plikter i henhold til første og annet ledd.

§ 2-2. Varsling fra nettkunde

Nettkunder skal varsle tilknyttet nettselskap om hendelser i egne anlegg eller utstyr uten ugrunnet opphold, dersom det antas at hendelsene vil føre til at nettselskapet får problemer med å kunne oppfylle sin plikt i henhold til denne forskriften.

0 Endret ved forskrift 5 des 2005 nr. 1436 (i kraft 1 jan 2006).

§ 2-3. Utkobling av nettkunder og varsling fra nettselskap

Nettselskap kan koble ut nettkunder for å gjennomføre vedlikehold, fornyelse, ombygging, feilsøking eller feilretting.

Nettselskap skal ved planlagte arbeider som medfører avbrudd eller redusert leveringskapasitet til sluttbrukere, varsle de berørte nettkundene om tidspunkt og varighet i rimelig tid før arbeidene igangsettes. Varsling skal skje på en hensiktsmessig måte.

Nettselskap skal under driftsforstyrrelser, så langt som mulig og på en hensiktsmessig måte, ha tilgjengelig informasjon for berørte nettkunder om årsak til driftsforstyrrelsen og forventet tidspunkt for gjenopprettet forsyning.

0 Endret ved forskrift 14 des 2006 nr. 1464 (i kraft 1 jan 2007).

§ 2-4. Koblinger i egne nettanlegg

Nettselskap skal så langt som mulig utføre koblinger i egne nettanlegg for å begrense omfanget av de forholdene som omfattes av § 2-1, § 2-2 og § 2-3.

§ 2-5. Nettselskapenes saksbehandling ved misnøye med leveringskvaliteten

Henvendelser om leveringskvalitet fra nettkunder skal skje til det nettselskapet kunden er tilknyttet. Åpenbare årsaker til brudd på bestemmelsene i denne forskriften, skal utbedres uten ugrunnet opphold, jf. § 2-1.

Nettselskapet skal ved henvendelser der det ikke er en åpenbar årsak, utføre nødvendige målinger og utredninger. Nettselskapet kan i slike tilfeller kreve skriftlig begrunnelse med angivelse av forhold av betydning.

Nettselskapet skal så snart som mulig og senest innen én måned, oversende nettkunden en foreløpig vurdering og fremdriftsplan. Målinger som utføres, skal som minimum ha én ukes varighet og skal så langt som mulig reflektere tilsvarende driftsforhold som henvendelsen refererer til.

Nettselskapet skal snarest mulig og senest innen fire måneder, finne frem til den som er ansvarlig for å iverksette eventuelle tiltak i henhold til § 2-1. Dersom forholdet antas å ha opprinnelse hos en tilknyttet nettkunde, herunder andre nettselskap, skal nettselskapet ta saken skriftlig opp med denne, og informere om utbedringsplikt i henhold til denne forskriften.

Tidsfrister angitt i tredje og fjerde ledd kan fravikes dersom tungtveiende grunner tilsier dette. Nettkunden skal informeres skriftlig med begrunnelse og ny fremdriftsplan med tidsangivelse.

Nettselskapet kan ikke kreve særskilt vederlag for saksbehandling etter første til femte ledd.

§ 2-6. Uenighet om overholdelse av denne forskriften

Uenighet om overholdelse av denne forskriften kan bringes inn til Norges vassdrags- og energidirektorat for avgjørelse. Avgjørelser som fattes av Norges vassdrags- og energidirektorat i medhold av dette ledd, er enkeltvedtak.

Nettselskap skal ved uenighet informere nettkunder om første ledd.

0 Endret ved forskrift 5 des 2005 nr. 1436 (i kraft 1 jan 2006).

§ 2-7. (Opphevet 1 jan 2007, jf. forskrift 14 des 2006 nr. 1464.)

Kapittel 2A. Registrering og rapportering

0 Kapitlet tilføyd ved forskrift 5 des 2005 nr. 1436 (i kraft 1 jan 2006).

§ 2A-1. Registrering og rapportering av leveringspålitelighet

Nettselskap skal registrere data om kortvarige og langvarige avbrudd i rapporteringspunkt i eget nett. Hendelser som medfører redusert leveringskapasitet for sluttbrukere som tariffes i regional- eller sentralnettet, skal registreres som kortvarige eller langvarige avbrudd.

Berørt konsesjonær skal innen 1. mars rapportere data etter første ledd for foregående år. Data skal rapporteres etter de krav Norges vassdrags- og energidirektorat setter.

Nettselskap skal benytte programvare som følger gjeldende kravspesifikasjon for FASIT, ved registrering og rapportering av data i henhold til første og annet ledd.

Nettselskap skal oppbevare registrerte data og underlagsmaterialet for innrapporterte data i ti år.

0 Tilføyd ved forskrift 5 des 2005 nr. 1436 (i kraft 1 jan 2006). Endret ved forskrift 14 des 2006 nr. 1464 (i kraft 1 jan 2007).

§ 2A-2. Registrering av spenningskvalitet

Nettselskap skal til enhver tid registrere kortvarige over- og underspenninger ved ett eller flere målepunkt i egne høyspenningsanlegg. Registreringen skal utføres i ulike

karakteristiske nettanlegg, og skal omfatte antall kortvarige over- og underspenninger, varighet av disse og spenningsavvik.

Nettselskap skal til enhver tid registrere spenningsprang større enn 3% ved ett eller flere målepunkt i egne høyspenningsanlegg. Registreringen skal utføres i ulike karakteristiske nettanlegg, og skal omfatte antall spenningsprang og maksimal spenningsendring.

Nettselskap skal lagre data fra registreringene i henhold til første og annet ledd i ti år.

0 Tilføyd ved forskrift 5 des 2005 nr. 1436 (i kraft 1 jan 2006).

§ 2A-3. Ansvarlig og berørt konsesjonær ved avbrutt effekt og ikke levert energi

Ansvarlig konsesjonær er nettselskap som har feil eller planlagt utkobling i egne nettanlegg med inntektsramme, dersom dette medfører avbrutt effekt eller ikke levert energi som skal rapporteres til Norges vassdrags- og energidirektorat. Dette gjelder også hendelser i nettselskapets anlegg forårsaket av sluttbruker eller annen tredjepart.

Berørt konsesjonær er nettselskap med sluttbrukere som opplever avbrutt effekt eller ikke levert energi som skal rapporteres til Norges vassdrags- og energidirektorat.

Berørt konsesjonær er ansvarlig konsesjonær dersom andre konsesjonærer ikke erkjenner å være ansvarlig, med mindre Norges vassdrags- og energidirektorat avgjør noe annet, jf. § 2A-5.

0 Tilføyd ved forskrift 5 des 2005 nr. 1436 (i kraft 1 jan 2006).

§ 2A-4. Prosedyrer og korrespondanse mellom ansvarlig og berørt konsesjonær

Berørt konsesjonær skal identifisere ansvarlig konsesjonær og uten ugrunnet opphold skriftlig informere denne om nødvendige avbruddsdata, jf. § 2A-6. Ansvarlig konsesjonær kan kreve at berørt konsesjonær dokumenterer beregningsgrunnlaget. Nettselskap som er identifisert som ansvarlig konsesjonær skal uten ugrunnet opphold varsle berørt konsesjonær, dersom selskapet ikke vedkjenner seg ansvaret.

Nettselskap skal uten ugrunnet opphold informere mulige berørte konsesjonærer om driftsforstyrrelser og planlagte utkoblinger i egne anlegg som kan ha forårsaket avbrudd eller redusert leveringskapasitet som skal rapporteres til Norges vassdrags- og energidirektorat. Nettselskapet skal informere om tidspunkt og varighet for hendelser som kan ha forårsaket avbrutt effekt eller ikke levert energi, samt gi en kort beskrivelse av hendelsen.

Operatør i fellesnett plikter å gi berørt og ansvarlig konsesjonær informasjon som er nødvendig for å kunne beregne avbrutt effekt eller ikke levert energi.

0 Tilføyd ved forskrift 5 des 2005 nr. 1436 (i kraft 1 jan 2006).

§ 2A-5. Uenighet om hvem som er ansvarlig konsesjonær

Uenighet om hvem som er ansvarlig konsesjonær jf. § 2A-3 kan bringes inn til Norges vassdrags- og energidirektorat for avgjørelse. Avgjørelser som fattes av Norges vassdrags- og energidirektorat i medhold av denne paragraf, er enkeltvedtak.

0 Tilføyd ved forskrift 5 des 2005 nr. 1436 (i kraft 1 jan 2006).

§ 2A-6. Spesifiserte data som skal rapporteres

Spesifiserte data som berørt konsesjonær årlig skal rapportere til Norges vassdrags- og energidirektorat, jf. § 2A-1:

- a) Tallkode for type nett: Sentralnett (1), regionalnett (2), distribusjonsnett - luft (3), distribusjonsnett - blandet (4), distribusjonsnett - kabel (5).
- b) Netto mengde energi eksklusiv tap i nettet levert til sluttbruker i rapporteringsåret [MWh].
- c) Antall rapporteringspunkt som nettselskapet rapporterer for.
- d) Antall avbrudd som skyldes hendelser i eget nett.
- e) Antall avbrudd som skyldes hendelser i andres nett.
- f) Varighet av avbrudd som skyldes hendelser i eget nett.
- g) Varighet av avbrudd som skyldes hendelser i andres nett.
- h) Avbrutt effekt ved avbrudd som skyldes hendelser i eget nett.
- i) Avbrutt effekt ved avbrudd som skyldes hendelser i andres nett.
- j) Ikke levert energi på grunn av avbrudd som skyldes hendelser i eget nett.
- k) Ikke levert energi på grunn av avbrudd som skyldes hendelser i andres nett.
- l) Antall sluttbrukere i rapporteringsområdet siste dag i rapporteringsperioden.
- m) Antall sluttbrukere i rapporteringsområdet som har opplevd avbrudd i rapporteringsperioden.
- n) Sum antall avbrudd i løpet av rapporteringsperioden for alle sluttbrukere i rapporteringsområdet.
- o) Sum varighet av alle avbrudd i rapporteringsperioden for alle sluttbrukere i rapporteringsområdet.
- p) Avbruddsindeksene $SAIFI_L$, $SAIFI_K$, $CAIFI_L$, $CAIFI_K$, $SAIDI_L$, $SAIDI_K$, $CTAIDI_L$, $CTAIDI_K$, $CAIDI_L$ og $CAIDI_K$.
- q) Årsak til, samt dato, varighet, avbrutt effekt og ikke levert energi for hver hendelse som har medført avbrudd.

Nettselskap skal ved rapportering til Norges vassdrags- og energidirektorat informere om vesentlige endringer i forhold til forrige rapportering, samt FASIT-programleverandør, -programnavn, -programversjon og -ansvarlig.

0 Tilføyd ved forskrift 5 des 2005 nr. 1436 (i kraft 1 jan 2006). Endret ved forskrift 14 des 2006 nr. 1464

(i kraft 1 jan 2007).

§ 2A-7. Fordeling av spesifiserte data ved rapportering

Data angitt i § 2A-6 første ledd bokstav b) skal ved rapportering til Norges vassdrags- og energidirektorat fordeles separat på:

- a) Nettnivå: Sentralnett, regionalnett, distribusjonsnett - luft, distribusjonsnett - blandet og distribusjonsnett - kabel (nettnivå der berørt sluttbruker er tilknyttet).
- b) Samme sluttbrukergrupper som i regnskapsrapporteringen til Norges vassdrags- og energidirektorat.

Data angitt i § 2A-6 første ledd bokstav c) skal ved rapportering til Norges vassdrags- og energidirektorat fordeles på nettnivå, jf. første ledd bokstav a).

Data angitt i § 2A-6 første ledd bokstav d) til k) skal ved rapportering til Norges vassdrags- og energidirektorat fordeles på:

- a) Kortvarige og langvarige avbrudd.
- b) Varslede og ikke varslede avbrudd.
- c) Nettnivå: Sentralnett, regionalnett, distribusjonsnett - luft, distribusjonsnett - blandet og distribusjonsnett - kabel (nettnivå der berørt sluttbruker er tilknyttet).
- d) Spenningsnivå: 1-22 kV, 33-110 kV, 132 kV, 220-300 kV og 420 kV (systemspenningen der driftsforstyrrelsen eller den planlagte utkoblingen inntraff).

Data angitt i § 2A-6 første ledd bokstav h) til k) skal ved rapportering til Norges vassdrags- og energidirektorat fordeles på samme sluttbrukergrupper som i regnskapsrapporteringen til Norges vassdrags- og energidirektorat.

Data angitt i § 2A-6 første ledd bokstav i) og k) skal ved rapportering til Norges vassdrags- og energidirektorat i tillegg angis pr. ansvarlig konsesjonær, fordelt på samme sluttbrukergrupper som i regnskapsrapporteringen til Norges vassdrags- og energidirektorat.

Data angitt i § 2A-6 første ledd bokstav l) skal ved rapportering til Norges vassdrags- og energidirektorat fordeles på samme sluttbrukergrupper som i regnskapsrapporteringen til Norges vassdrags- og energidirektorat.

Data angitt i § 2A-6 første ledd bokstav m) til o) skal ved rapportering til Norges vassdrags- og energidirektorat fordeles på kortvarige og langvarige avbrudd, varslede og ikke varslede avbrudd, samt på samme sluttbrukergrupper som i regnskapsrapporteringen til Norges vassdrags- og energidirektorat.

Data angitt i § 2A-6 første ledd bokstav q) skal ved rapportering til Norges vassdrags- og energidirektorat fordeles pr. hendelse, samt summeres pr. måned og pr. år for henholdsvis kortvarige og langvarige avbrudd.

0 Tilføyd ved forskrift 5 des 2005 nr. 1436 (i kraft 1 jan 2006). Endret ved forskrift 14 des 2006 nr. 1464 (i kraft 1 jan 2007).

§ 2A-8. Særlige bestemmelser om rapportering

Avbrudd som følge av at feil i lavspenningsanlegg medfører utkobling i høyspenningsanlegg, skal rapporteres til Norges vassdrags- og energidirektorat.

Avbrudd eller redusert leveringskapasitet som følge av feil i installasjon til sluttbruker, skal ikke rapporteres for denne sluttbrukeren.

Samtidig utkobling av alle lavspenningskurser på samme fordelingstransformator, skal rapporteres som avbrudd.

0 Tilføyd ved forskrift 5 des 2005 nr. 1436 (i kraft 1 jan 2006).

§ 2A-9. Beregning av avbrutt effekt og ikke levert energi

Berørt konsesjonær skal beregne avbrutt effekt og ikke levert energi per rapporteringspunkt tilknyttet eget nett basert på standardisert metode i gjeldende kravspesifikasjon for FASIT. Kundegrunnlaget skal oppdateres minimum én gang i kvartalet.

Metoden i henhold til første ledd skal baseres på egendefinerte lastprofiler for sluttbrukere i regional- og sentralnettet. For resterende sluttbrukere skal det benyttes egendefinerte eller generelle lastprofiler, jf. gjeldende kravspesifikasjon for FASIT. Egendefinerte lastprofiler skal ha basis i timemålinger tatt opp over en periode på minimum ett år. Egendefinert lastprofil for én sluttbruker kan benyttes også for en annen sluttbruker innenfor samme sluttbrukergruppe, forutsatt at det kan sannsynliggjøres at profilen for denne vil være tilsvarende. Underlaget som er lagt til grunn for profilene skal kunne dokumenteres.

Berørt konsesjonær skal ta hensyn til følgende forhold når avbrutt effekt og ikke levert energi beregnes:

- a) Oppdatert koblingsbilde for nett.
- b) Levert energi fordelt på sluttbrukergrupper i hvert rapporteringspunkt for siste år (kWh).
- c) Lokale klimadata i henhold til gjeldende kravspesifikasjon for FASIT.

Berørt konsesjonær kan ta hensyn til tilgjengelige timemålinger i nettet siste time(r) før avbrudd inntreffer. Dette gjelder ikke ved nedkjøring som følge av et varslet avbrudd eller endringer som følge av feil i nettanlegg. Målinger skal korrigeres for egenproduksjon hos sluttbruker, det vil si som om produksjonen ikke er tilstede. Berørt konsesjonær skal

være konsekvent overfor samme sluttbruker(e) dersom timemålinger brukes til kalibrering av lastprofilene.

Avbrutt effekt og ikke levert energi kan reduseres med lokal produksjon dersom denne ikke har medført økte utgifter for berørt(e) sluttbruker(e).

0 Tilføyd ved forskrift 5 des 2005 nr. 1436 (i kraft 1 jan 2006).

§ 2A-10. Sluttbrukergrupper

Nettselskap skal registrere tilknyttede sluttbrukere med korrekt sluttbrukergruppe.

0 Tilføyd ved forskrift 5 des 2005 nr. 1436 (i kraft 1 jan 2006).

Kapittel 3. Krav til leveringspålitelighet og spenningskvalitet

§ 3-1. Leveringspålitelighet

Norges vassdrags- og energidirektorat kan pålegge de som omfattes av denne forskriften å gjennomføre tiltak for å redusere omfanget eller konsekvensene av kortvarige og langvarige avbrudd.

§ 3-2. Spennings frekvens

Systemansvarlig skal sørge for at spennings frekvens- og tidsavvik normalt holdes innenfor bestemmelser i nordisk systemdriftsavtale.

Systemansvarlig skal i områder som midlertidig er uten fysisk tilknytning til tilgrensende overføringsnett, sørge for at spennings frekvens normalt holdes innenfor 50 Hz \pm 2%.

§ 3-3. Langsomme variasjoner i spennings effektivverdi

Nettselskap skal sørge for at langsomme variasjoner i spennings effektivverdi, er innenfor et intervall på \pm 10% av nominell spenning, målt som gjennomsnitt over ett minutt, i tilknytningspunkt i lavspenningsnettet.

§ 3-4. Kortvarige over- og underspenninger

Norges vassdrags- og energidirektorat kan pålegge de som omfattes av denne forskriften, å gjennomføre tiltak for å redusere omfanget eller konsekvensene av kortvarige over- og underspenninger.

Nettselskap skal sørge for at de maksimale spenningsendringer ved kortvarige over- og underspenninger, i antall og størrelse ikke overstiger grenseverdier for maksimal spenningsendring satt i § 3-5. Unntak gitt i § 3-5 annet ledd gjelder også for kortvarige over- og underspenninger.

0 Endret ved forskrift 14 des 2006 nr. 1464 (i kraft 1 jan 2007).

§ 3-5. Spenningsstrang

Nettselskap skal sørge for at spenningsstrang ikke overstiger følgende verdier i tilknytningspunkt med det respektive nominelle spenningsnivå, U_N [kV], for den respektive hyppighet:

<i>Spenningsstrang</i>	<i>Maksimalt antall tillatt pr. døgn</i>	
	$0,23 \leq U_N \leq 35$	$35 < U_N$
$\Delta U_{\text{stasjonær}} \geq 3\%$	24	12
$\Delta U_{\text{maks}} \geq 5\%$	24	12

Spenningsstrang som skyldes jord- eller kortslutninger i nettet, innkobling av transformatorer, gjeninnkobling etter feil, samt nødvendige driftskoblinger for å opprettholde en tilfredsstillende leveringskvalitet som helhet, omfattes ikke av grenseverdier gitt i første og annet ledd.

0 Endret ved forskrift 14 des 2006 nr. 1464 (i kraft 1 jan 2007).

§ 3-6. Flimmerintensitet

Nettselskap skal sørge for at flimmerintensitet ikke overstiger følgende verdier i tilknytningspunkt med det respektive nominelle spenningsnivå, U_N [kV], for det respektive tidsintervall:

	$0,23 \leq U_N \leq 35$	$35 < U_N$	<i>tidsintervall</i>
Korttidsintensitet av flimmer, P_{st} [pu]	1,2	1,0	95% av uken
Langtidsintensitet av flimmer, P_{lt} [pu]	1,0	0,8	100% av tiden

§ 3-7. Spenningsusymmetri

Nettselskap skal sørge for at grad av spenningsusymmetri ikke overstiger 2% i tilknytningspunkt, målt som gjennomsnitt over ti minutter.

§ 3-8. Overharmoniske spenninger

Nettselskap skal sørge for at total harmonisk forvrengning av spenningens kurveform ikke overstiger 8% og 5%, målt som gjennomsnitt over henholdsvis ti minutter og én uke, i tilknytningspunkt med nominell spenning fra og med 230 V til og med 35 kV.

Nettselskap skal sørge for at individuelle overharmoniske spenninger ikke overstiger følgende verdier, målt som gjennomsnitt over ti minutter, i tilknytningspunkt med nominell spenning fra og med 230 V til og med 35 kV:

<i>Odde harmoniske</i>				<i>Like harmoniske</i>	
<i>Ikke multiplum av 3</i>		<i>Multiplum av 3</i>			
Orden h	U_h	Orden h	U_h	Orden h	U_h
5	6,0%	3	5,0%	2	2,0%
7	5,0%	9	1,5%	4	1,0%
11	3,5%	> 9	0,5%	> 4	0,5%
13	3,0%				
17	2,0%				
19, 23, 25	1,5%				
> 25	1,0%				

Nettselskap skal sørge for at total harmonisk forvrengning av spenningens kurveform ikke overstiger 3%, målt som gjennomsnitt over ti minutter, i tilknytningspunkt med nominell spenning fra 35 kV til og med 245 kV.

Nettselskap skal sørge for at individuelle overharmoniske spenninger ikke overstiger følgende verdier, målt som gjennomsnitt over ti minutter, i tilknytningspunkt med nominell spenning fra 35 kV til og med 245 kV:

<i>Odde harmoniske</i>				<i>Like harmoniske</i>	
<i>Ikke multiplum av 3</i>		<i>Multiplum av 3</i>			
Orden h	U_h	Orden h	U_h	Orden h	U_h
5	3,0%	3	3,0%	2	1,5%
7, 11	2,5%	9	1,5%	4	1,0%
13, 17	2,0%	15, 21	0,5%	6	0,5%
19, 23	1,5%	> 21	0,3%	> 6	0,3%
25	1,0%				
> 25	0,5%				

Nettselskap skal sørge for at total harmonisk forvrengning av spenningens kurveform ikke overstiger 2%, målt som gjennomsnitt over ti minutter, i tilknytningspunkt med nominell spenning over 245 kV.

Nettselskap skal sørge for at individuelle overharmoniske spenninger ikke overstiger følgende verdier, målt som gjennomsnitt over ti minutter, i tilknytningspunkt med nominell spenning over 245 kV:

<i>Odde harmoniske</i>				<i>Like harmoniske</i>	
<i>Ikke multiplum av 3</i>		<i>Multiplum av 3</i>			
Orden h	U_h	Orden h	U_h	Orden h	U_h
5, 7	2,0%	3	2,0%	2	1,0%
11, 13, 17, 19	1,5%	9	1,0%	4, 6	0,5%
23, 25	1,0%	15, 21	0,5%	> 6	0,3%
> 25	0,5%	> 21	0,3%		

0 Endret ved forskrift 5 des 2005 nr. 1436 (i kraft 1 jan 2006).

§ 3-9. Interharmoniske spenninger

Norges vassdrags- og energidirektorat kan fastsette grenseverdier for interharmoniske spenninger i tilknytningspunkt.

§ 3-10. Signalspenning overlagret forsyningsspenningen

Norges vassdrags- og energidirektorat kan fastsette grenseverdier for signalspenning overlagret forsyningsspenningen i tilknytningspunkt.

§ 3-11. Transiente overspenninger

Norges vassdrags- og energidirektorat kan pålegge de som omfattes av denne forskriften, å gjennomføre tiltak for å redusere omfanget eller konsekvensene av transiente overspenninger.

Kapittel 4. Informasjon om leveringspålidelighet og spenningskvalitet

§ 4-1. Vilkår i avtale for tilknytning og bruk av nettanlegg

Nettselskap skal sørge for at det i nettavtaler, inngått i henhold til forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariff, fastsettes vilkår vedrørende leveringskvalitet. Vilkårene skal ikke medføre at nettkunder blir tilbudt en dårligere leveringskvalitet enn de minimumskrav, som er fastsatt i denne forskriften, dersom det ikke er inngått en privat avtale om fravikelighet i henhold til § 1-3.

§ 4-2. Informasjon om tekniske forhold ved leveringspålidelighet og spenningskvalitet

Nettselskap skal ved henvendelser fra nettkunder, informere om gjeldende relevant regulering av leveringskvalitet.

Nettselskap skal på forespørsel fra nåværende eller fremtidige nettkunder, senest innen én måned, informere om leveringspålidelighet og spenningskvalitet i egne anlegg. Følgende elementer skal det kunne informeres om:

- a) Nominell forsyningsspennning i tilknytningspunkt, og grenseverdier for spenningskvaliteten.
- b) Resultater fra feilanalyser utført i henhold til forskrift om systemansvaret.
- c) Resultater fra registreringer utført i henhold til § 2A-1 og § 2A-2.
- d) Estimerte antall nåværende og fremtidige kortvarige avbrudd i nettkundens tilknytningspunkt, på bakgrunn av registreringene av historiske data, utført i henhold til § 2A-1.
- e) Estimerte antall og varighet av nåværende og fremtidige langvarige avbrudd i nettkundens tilknytningspunkt, på bakgrunn av registreringene av historiske data, utført i henhold til § 2A-1.
- f) Estimerte antall nåværende og fremtidige kortvarige over- og underspenninger i egne forsyningsområder, på bakgrunn av registreringene av historiske data, utført i henhold til § 2A-2 første ledd.
- g) Beregnet minimal og maksimal kortslutningsytelse, for tilknytningspunkt i høyspenningsnettet. Ved vesentlige endringer i minimal og maksimal kortslutningsytelse, skal dette meddeles de berørte nettkunder som er tilknyttet i høyspenningsnettet.
- h) Spesielle forhold i nettet som kan ha innvirkning på leveringskvaliteten, for å forberede nettkunder på forhold som kan oppstå. Eksempler på dette kan være: spesiell risiko for fasebrudd i spolejordet nett eller koblingstransienter, bruk av gjeninnkoblingsautomatikk i egne nettanlegg, naturgitte forhold, med mer.

Nettselskap kan ikke kreve særskilt vederlag for informasjon som gis etter første og annet ledd.

Nettselskap skal, basert på faktiske målinger i et gitt punkt i nettet, informere om nivå av langsomme spenningsvariasjoner, flimmerintensitet, grad av spenningsusymmetri og overharmoniske spenninger, dersom nåværende eller fremtidige nettkunder skriftlig ber om dette.

Nettselskap kan kreve at nettkunden dekker nødvendige kostnader for å utføre plikter i henhold til fjerde ledd.

0 Endret ved forskrift 5 des 2005 nr. 1436 (i kraft 1 jan 2006).

§ 4-3. Metode for måling og kalibrering samt dokumentasjon av utstyrets nøyaktighet

Målinger av leveringskvalitet skal utføres i henhold til relevante normer utarbeidet av International Electrotechnical Commission - IEC eller European Committee for Electrotechnical Standardization - CENELEC.

Instrumenter som benyttes, skal kalibreres i henhold til instrumentleverandørens spesifikasjoner med hensyn til hyppighet og metode. Måleteknisk sporbarhet for de enkelte måleparametere skal dokumenteres.

Måleutstyrets nøyaktighet og begrensninger skal fremgå ved dokumentasjon av måleresultater. Måleresultat pluss usikkerhet skal være innenfor de grenseverdier som er angitt i denne forskriften.

Kapittel 5. Øvrige bestemmelser

§ 5-1. Tilsyn og kontroll

Norges vassdrags- og energidirektorat fører tilsyn og kontroll med at bestemmelsene gitt i denne forskriften overholdes. De som omfattes av denne forskriften, skal medvirke til gjennomføring av tilsyn og kontroll. Dette omfatter blant annet å fremskaffe dokumentasjon som er nødvendig, for å gjennomføre tilsyn og kontroll.

§ 5-2. Pålegg og tvangsmulkt

Norges vassdrags- og energidirektorat kan gi de pålegg som er nødvendige for gjennomføring av denne forskriften.

For overtredelse av pålegg gitt i medhold av første ledd, kan Norges vassdrags- og energidirektorat fastsette tvangsmulkt.

§ 5-2a. Overtredelsesgebyr

Ved overtredelse av bestemmelsene i § 2-1, § 2-2, § 2-5, § 2A-1, § 2A-2, § 2A-9 og § 4-2 kan det ilegges overtredelsesgebyr.

0 Tilføyd ved forskrift 14 des 2006 nr. 1464 (i kraft 1 jan 2007).

§ 5-3. Klage

Enkeltvedtak fattet av Norges vassdrags- og energidirektorat kan påklages til departementet. Klagen stiles til departementet, og sendes til Norges vassdrags- og energidirektorat til forberedende klagebehandling.

§ 5-4. Dispensasjon

Norges vassdrags- og energidirektorat kan i særlige tilfeller dispensere fra denne forskriften.

§ 5-5. Ikrafttreden

Denne forskriften trer i kraft 1. januar 2005.

§ 2-7 tredje og fjerde ledd, og § 4-2 annet ledd bokstav d) trer i kraft 1. januar 2006.

§ 4-2 annet ledd bokstav f) trer i kraft 1. januar 2007.

Databasen sist oppdatert 1. nov 2009

Vedlegg 2

Risikoanalyse for utføring av målinger

Det er utarbeidet i samarbeid med Karl Næs mal for arbeidsordre og HMS - plan (SJA) for arbeidet med oppkobling og frakobling av måleinstrumentet som skal måle spenningskvaliteten i de utvalgte nettstasjonene.

Det utarbeides en arbeidsordre og HMS - plan for hver av nettstasjonene det skal kobles opp måleinstrument for måling av spenningskvalitet.

Mal for arbeidsordre tar for seg:

- **Arbeidsbeskrivning:**
Her blir det å beskrive hva jobben går ut på, i denne oppgaven er arbeidsbeskrivningen at det skal registreres spenningskvalitet i utvalgte nettstasjoner i distribusjonsnettet hos SKL.
- **Hvilke vedlegg en skal ta hensyn til i vurdering av arbeidet.**
Her blir det lagt vekt på hvilke vedlegg en må ta hensyn til iht. planlegging og utføring av jobben. Her er det beskrevet at en må ta i betraktning normer/praksis FSE 2006, liste over nettstasjoner som de skal utføres målinger i, og prosedyre for tilkobling/ frakobling av måleinstrumentet som skal brukes.
- **Ansvars fordeling:**
Her tar en for seg ansvar fordelingen om hvem som er ansvarlig for arbeidet/ bas som skal syte for at HMS - plan hvert utfylt og at arbeidet hvert utført iht. FSE 2006.

Mal for HMS - plan (SJA):

- **Arbeidssted:**
Her beskriver en de nettstasjonene en skal lage HMS - plan for.
- **Skildring av tilhøvene og planlagt arbeid:**
Her blir det gitt en kort beskrivelse om hva jobben omhandler når en skal utføre risikovurdering iht. HMS - plan.
- **Generelle HMS - tiltak:**
Her tar en for seg de generelle HMS - tiltak en må ta hensyn til i risikovurdering.
- **Risikovurdering og faremoment:**
Her tar en for seg risikovurdering over de faremomenter som kan være reelle for den jobben en skal utføre.
- **Vernetiltak og prosedyrer:**
Her beskriver en de vernetiltak og prosedyrer som en må utføre jobben iht. risikovurdering over faremomentene.
- **Trygghetsutstyr som må framskaffes:**
Trygghetsutstyr som må framskaffes jfr. med FSE iht. de risikovurderinger som er tatt.
- **Rutiner for godkjenning og gjennomgang:**
Beskriver ansvarshold for godkjenning og gjennomgang for at HMS - plan er etablert og gjennomgått med arbeidslag.

SUNNHORDLAND KRAFTLAG

ARBEIDSORDRE

Jobbnr.:

Jobbtekst: Spenningskvalitetsmåling 2009

Dato: 2009-08-26

Kunde: SKL Nett

Frist for utførelse:

Anlegg:

SKL Kodeplan: N4-N43

Adresse for oppdraget:

Arbeidsbeskriving:

Det skal registrerast spenningskvalitet i utvalgte nettstasjonar i distribusjonsnett.

For utfylling av planansvarleg (Jobbansvarleg/Prosjektleder):

Fakturering:	Ja <input type="checkbox"/> Nei <input checked="" type="checkbox"/>		
Planlagt timeforbruk:		Antal personar:	
Vedlegg:			
Normer/praksis: FSE 2006	Anna: <input checked="" type="checkbox"/>	Liste over nettstasjonar og prosedyre for tilkobling av måleinstrument.	
Sjekkliste:		Kart: <input type="checkbox"/>	
Jobbansvarleg: Karl Næs	"Ansvarleg for arbeidet"/Bas: Morten Larsen		
Godkjent dato/sign.:			

For utfylling av utførande ("Ansvarleg for arbeidet"/Bas):

HMS-plan: Bas/"Ansvarleg for arbeidet" skal syte for at enkel HMS-plan vert ferdig utfylt og levert tilbake som ein del av dokumentasjonen, jfr. instruks for HMS-plan/SJA. Ved større prosjekt skal prosjektleder syta for utvida HMS-plan.	
Utførelse: Arbeidet skal utførast i samsvar med arbeidsordre, vedlagt dokumentasjon og FSE 2006. Eventuelle avvik skal noterast på baksida eller på eigen rapport.	
<input type="checkbox"/> Ferdigmelding	<input type="checkbox"/> Delferdigmelding, sjå merknad på baksida
Bas/"Ansvarleg for arbeidet":	Dokumentasjon levert:
Utført dato/sign:	Dato/sign:
Teiknekontor: Dokumentasjon oppretta:	Utført dato/sign:

Samsvarserklæring skal utferdast av Jobbansvarleg/prosjektleder:

Arbeid er utført iht. FEF 2006	<input type="checkbox"/> Dato/Underskrift:
Nødvendige sjekklister og prøveprotokollar skal liggje vedlagt. Hugs lagring i eDocs!	

Merknader frå montør: (bruk baksida)

Arbeidsordreskjema 080424

SUNNHORDLAND KRAFTLAG

HMS-plan (SJA) – forenkla utgåve		Ref. Arb.ordre:
Arbeidsstad (adr.) og tidsrom: NS 043 Øklandsmarka K1, NS 105-279 Notahaugen, NS 146 Heiane Storsenter, NS 274 Leirvik sveis K6, NS 286 Eldøyane K4		
Skildring av tilhøva og planlagt arbeid: Det skal setjast opp og takast ned måleinstrument for spenningskvalitet i utvalgte nettstasjonar. Måleinstrumentet skal alltid tilkoplast på forankopla sikring maks. 32 A.		
Generelle HMS-tiltak: <ul style="list-style-type: none"> - Instruks for Leiar for sikkerhet gjeld for høgspenarbeid - Instruks for leiar for kopling gjeld for kopling av høgspenlegg - Instruks for arbeid i og drift av lågspenlegg datert 26.4.2007 gjeld - Instruks for bruk av hjelm datert 21.11.1996 - Nødnummer og førstehjelpsutstyr skal vera tilgjengeleg - Hugs låsing av stasjonane! - Har du som arbeidstakar nødvendig opplæring i det aktuelle arbeidet? 		
Risikovurdering og fåremoment: <input checked="" type="checkbox"/> Høgspenarbeid Arbeidet kan innebere "Arbeid nær spenningsførande høgspenlegg" <input checked="" type="checkbox"/> Lågspenarbeid Arbeid på fråkopla anlegg, men nær spenningsførande. <input checked="" type="checkbox"/> Evt. Fare for transient overspenning	Vernetiltak og prosedyrar: Ved arbeid som kan definerast som arbeid nær HS må kandidatane ledsagast av utpeikt leiar for sikkerhet. Det må utvisast varsemnd. Arbeidsmetode jfr. FSE § 10 m.m.: <input checked="" type="checkbox"/> Arbeid nær ved spenningsførande Måleinstrument skal ikkje betjenast når det er spenningssett.	
Tryggleiksutstyr som må framskaffast / Merknader: Tryggleiksutstyr som må framskaffast jfr. med FSE § 10 om sikkerheitsbarriere 1 og 2 er: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Flammesikkert arbeidstøy, isolerende hansker, fottøy, hjelm og vesir, isolert verktoy og avskjerminger. 		
Rutinar for godkjenning og gjennomgang: Alle signerer for gjennomgått HMS-plan		
Bas (Ansvarleg for arbeidet) er ansvarleg for at HMS-plan er etablert og gjennomgått med arbeidslaget.	Dato/Sign.:	

Arbeidsordreskjema 080424

Vedlegg 3

Prosedyre for tilkobling og frakobling av måleutstyr for spenningskvalitet.

3.1 Tilkobling av måleinstrument:

1. Koble til prøveledninger i måleapparatet.
2. Koble prøveledninger til målepunkt på foran koblet sikring som er spenningslaus.
3. Koble til strømforsyning til apparat og deretter slå på apparatet.
4. Koble inn foran koblet sikring for prøveledninger.
5. Merking om spenning påsatt og måling pågår.

3.2 Frakobling av måleinstrument:

1. Fjerne merking.
2. Koble ut foran koblet sikring på prøveledninger.
3. Slå av strømforsyning til måleapparatet.
4. Koble fra prøveledninger på foran koblet sikring.
5. Koble fra prøveledninger i måleapparatet.

Vedlegg 4

Behandling måleresultater

4.1 Avlesning av måleresultater.

For å kunne lese av dataene fra MEDCAL NT må en laste dem ned ved hjelp av et program som heter MEDCALScope [6], som brukes til:

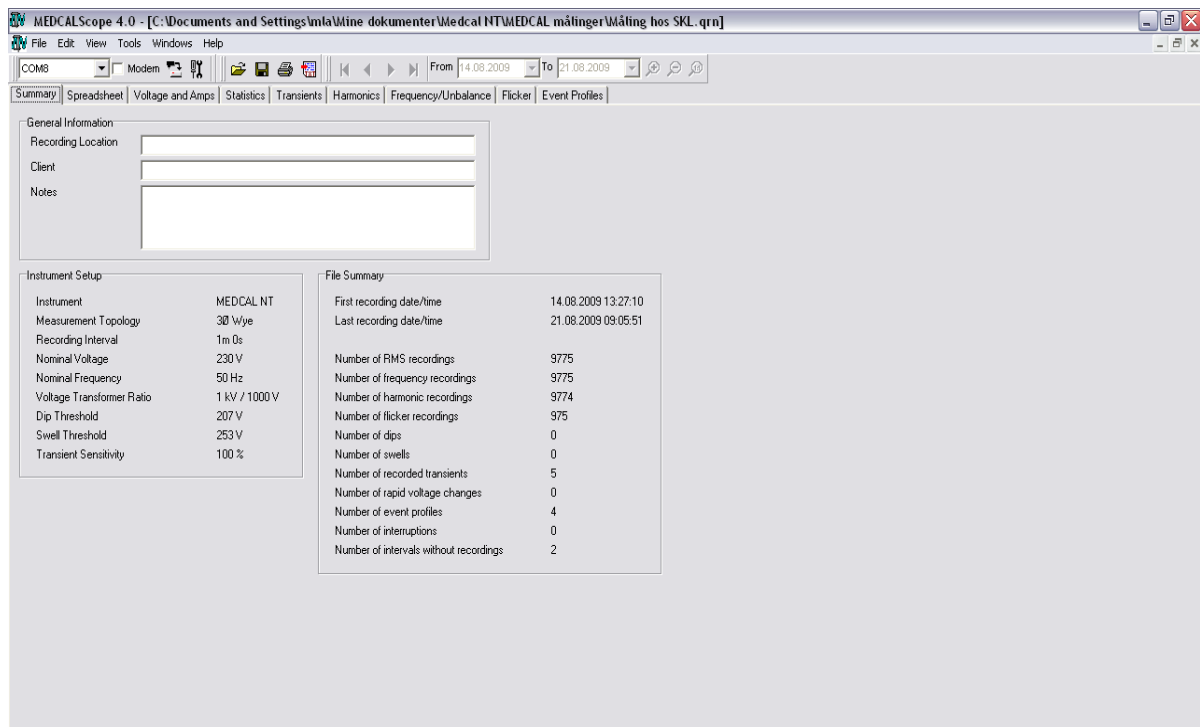
- Laste ned data fra instrumentet.
- Lagre data for senere bruk.
- Vise måleresultatene, både grafisk og på regnearkformat.
- Analysere data for å kunne finne ut om måleresultatene er iht. FoL [1].
- Skrive rapporter.

Dette programmet bruker en til å analysere utførte målinger i ved hjelp en rekke tabeller og skjema som er delt opp i 11 seksjoner, som tar for seg *Summary, Spreadsheet, Voltage and amps (RMS), Statistics, dips and surges, Transients, Harmonics og Frecuency/unbalance, Flicker, Event profiles og Fast voltage changes.*

De forskjellige seksjonene viser måledata på forskjellige måter og forskjellige formål [6].

4.1.2 Summary:

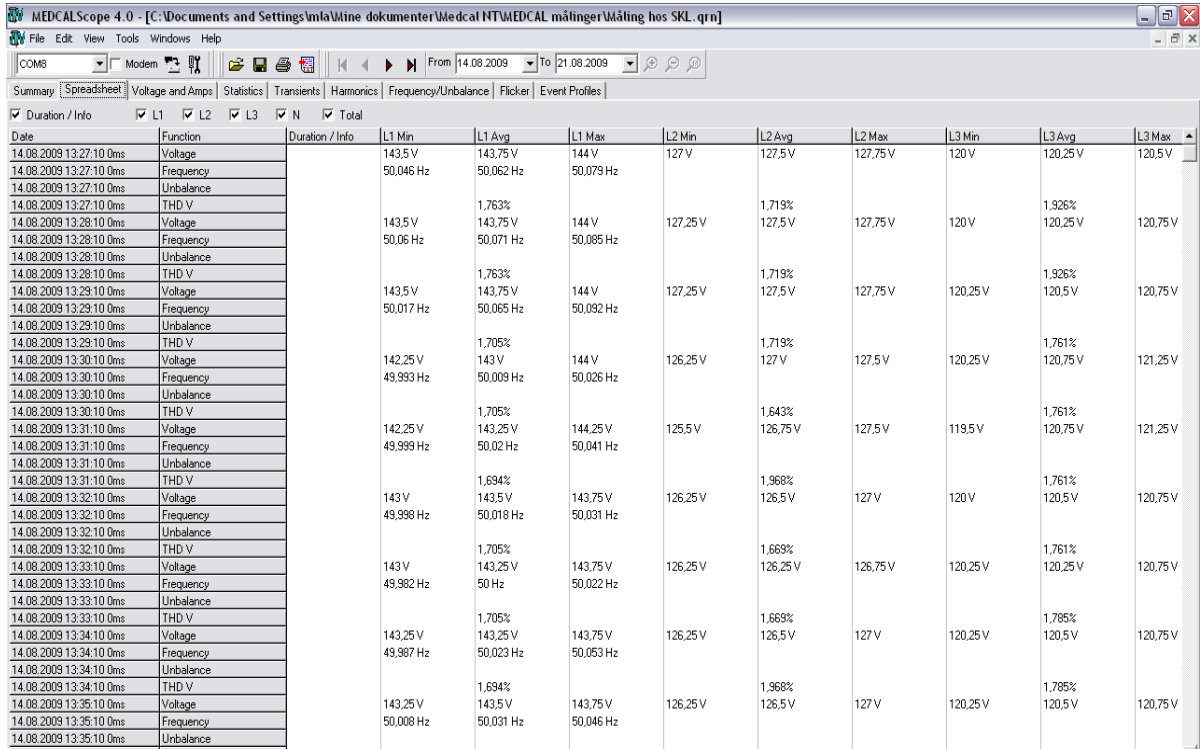
Inneholder generell informasjon om målingene som: hvor målingene er foretatt, om når målingene er foretatt, hvor stort måleintervall som er brukt og hvor mange hendelser av hver type som er registrert (figur 4.1.2) [6].



Figur: 4.1.2

4.1.3 Spreadsheet:

Lister opp måleresultater i regnearkformat. Alle målinger og hendelser blir listet opp med dato og tid i venstre kolonne. Den andre kolonnen inneholder informasjon om hvilken type hendelse som er oppstått. Det kan være en vanlig måling eller en type hendelse som har overskredet det satte trigge- terskler. Dersom hendelsen som oppstår er en dip, understrøm, overspenning, overstrøm eller et avbrudd, vil varigheten på hendelsen komme opp i kolonne 3 (figur 4.1.3) [6].



Date	Function	Duration / Info	L1 Min	L1 Avg	L1 Max	L2 Min	L2 Avg	L2 Max	L3 Min	L3 Avg	L3 Max
14.08.2009 13:27:10	0ms Voltage		143,5 V	143,75 V	144 V	127 V	127,5 V	127,75 V	120 V	120,25 V	120,5 V
14.08.2009 13:27:10	0ms Frequency		50,046 Hz	50,062 Hz	50,079 Hz						
14.08.2009 13:27:10	0ms Unbalance										
14.08.2009 13:27:10	0ms THD V			1,763%						1,926%	
14.08.2009 13:28:10	0ms Voltage		143,5 V	143,75 V	144 V	127,25 V	127,5 V	127,75 V	120 V	120,25 V	120,75 V
14.08.2009 13:28:10	0ms Frequency		50,06 Hz	50,071 Hz	50,085 Hz						
14.08.2009 13:28:10	0ms Unbalance										
14.08.2009 13:28:10	0ms THD V			1,763%			1,719%			1,926%	
14.08.2009 13:29:10	0ms Voltage		143,5 V	143,75 V	144 V	127,25 V	127,5 V	127,75 V	120,25 V	120,5 V	120,75 V
14.08.2009 13:29:10	0ms Frequency		50,017 Hz	50,065 Hz	50,092 Hz						
14.08.2009 13:29:10	0ms Unbalance										
14.08.2009 13:29:10	0ms THD V			1,705%			1,719%			1,761%	
14.08.2009 13:30:10	0ms Voltage		142,25 V	143 V	144 V	126,25 V	127 V	127,5 V	120,25 V	120,75 V	121,25 V
14.08.2009 13:30:10	0ms Frequency		49,993 Hz	50,009 Hz	50,026 Hz						
14.08.2009 13:30:10	0ms Unbalance										
14.08.2009 13:30:10	0ms THD V			1,705%			1,643%			1,761%	
14.08.2009 13:31:10	0ms Voltage		142,25 V	143,25 V	144,25 V	125,5 V	126,75 V	127,5 V	119,5 V	120,75 V	121,25 V
14.08.2009 13:31:10	0ms Frequency		49,999 Hz	50,02 Hz	50,041 Hz						
14.08.2009 13:31:10	0ms Unbalance										
14.08.2009 13:31:10	0ms THD V			1,694%			1,968%			1,761%	
14.08.2009 13:32:10	0ms Voltage		143 V	143,5 V	143,75 V	126,25 V	126,5 V	127 V	120 V	120,5 V	120,75 V
14.08.2009 13:32:10	0ms Frequency		49,998 Hz	50,018 Hz	50,031 Hz						
14.08.2009 13:32:10	0ms Unbalance										
14.08.2009 13:32:10	0ms THD V			1,705%			1,669%			1,761%	
14.08.2009 13:33:10	0ms Voltage		143 V	143,25 V	143,75 V	126,25 V	126,25 V	126,75 V	120,25 V	120,25 V	120,75 V
14.08.2009 13:33:10	0ms Frequency		49,982 Hz	50 Hz	50,022 Hz						
14.08.2009 13:33:10	0ms Unbalance										
14.08.2009 13:33:10	0ms THD V			1,705%			1,669%			1,785%	
14.08.2009 13:34:10	0ms Voltage		143,25 V	143,25 V	143,75 V	126,25 V	126,5 V	127 V	120,25 V	120,5 V	120,75 V
14.08.2009 13:34:10	0ms Frequency		49,987 Hz	50,023 Hz	50,053 Hz						
14.08.2009 13:34:10	0ms Unbalance										
14.08.2009 13:34:10	0ms THD V			1,694%			1,968%			1,785%	
14.08.2009 13:35:10	0ms Voltage		143,25 V	143,5 V	143,75 V	126,25 V	126,5 V	127 V	120,25 V	120,5 V	120,75 V
14.08.2009 13:35:10	0ms Frequency		50,008 Hz	50,031 Hz	50,046 Hz						
14.08.2009 13:35:10	0ms Unbalance										

Figur: 4.1.3

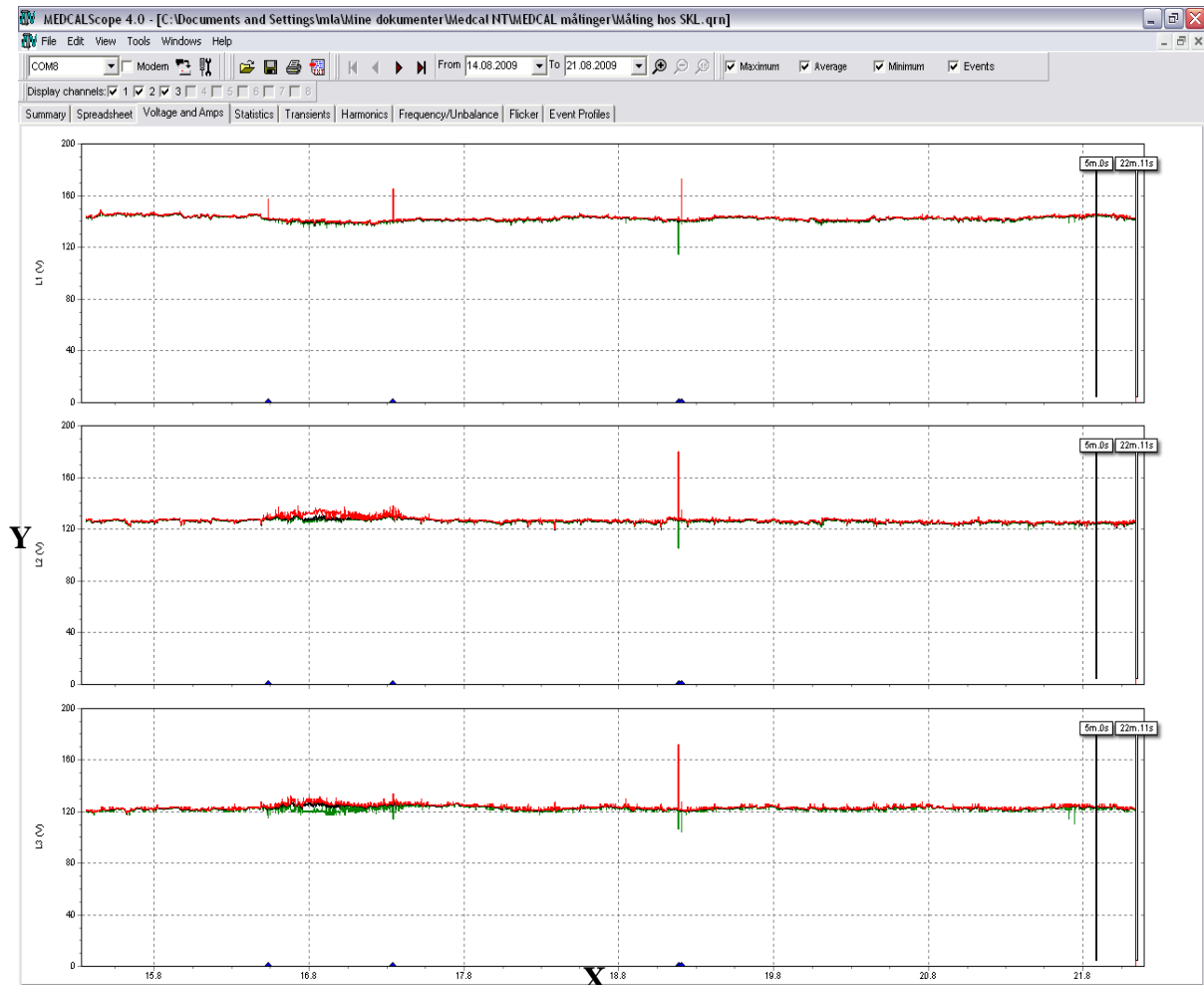
De ordinære målingene (satt av etter valgt Block Size) betegnes som Measurement i kolonne 2. For de respektive kanaler vises da minimum, gjennomsnitt og maksimum for hvert enkelt målepunkt.

MEDCAL NT registrerer over- og underspenninger, avbrudd, harmoniske, transienter, frekvens, flimrer og spenningsprang. I tillegg registreres og lagres spennings RMS forløp til bl.a. spenningsprang [6].

4.1.4 Voltage and amps (RMS):

I denne seksjonen vil alle målingene komme opp i et grafisk format for å vise hvordan RMS spenningen har variert over måleperioden.

Antall kanaler som er tilgjengelige for visning er avhengig av hvor mange kanaler som har vært aktivert under måling [6], se figur 4.1.4.



Figur 4.1.4

- Y i figur 4.1.4 viser nivået på spenningen for registrerte målinger.
- X i figur 4.1.4 viser tidspunkt for registrerte målinger for hele måleperioden.

For å skille mellom de forskjellige kurvene fra målingene er det brukt forskjellige fargekoder i programmet.

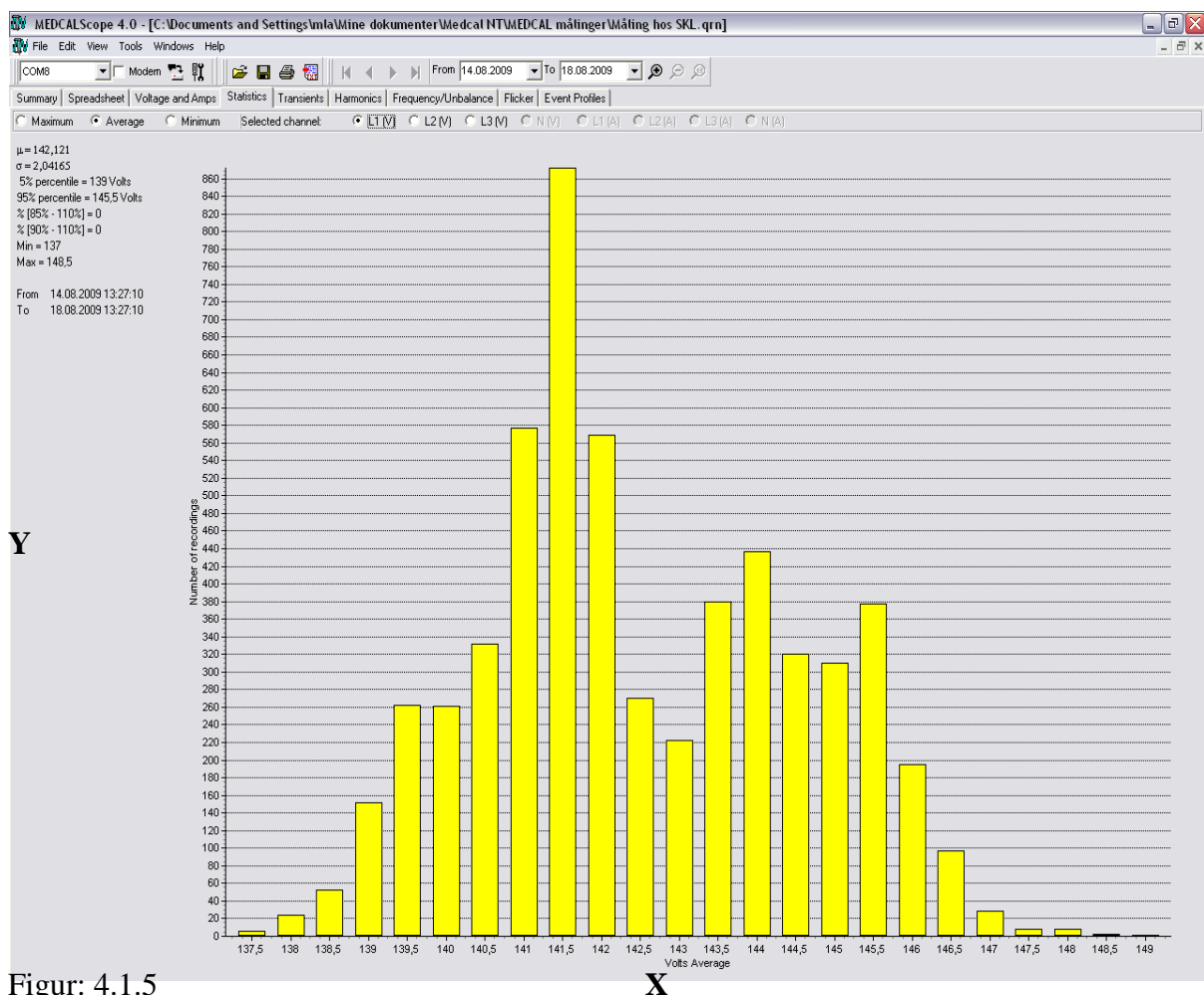
- Den **røde** kurven er maksimumsverdien
- Den **sorte** er gjennomsnittsverdien
- Den **grønne** er minimumsverdien

Registrerte hendelser blir avmerket i RMS bildet for å raskt avgjøre når hendelsen har inntruffet. Hver type hendelse har forskjellige symboler slik at det kan avgjøres hvilke type hendelser som har skjedd og når.

Hendelser er definert som lagrede RMS variasjoner, eller transienter [6].

- **Grønn** trekant som peker nedover symboliserer en dip. Den minimale verdien som ble oppnådd under hendelsen blir skrevet i en liten boks nede ved merket.
- **Rød** trekant som peker oppover symboliserer en overspenning. Den maksimale verdien som ble oppnådd under hendelsen blir skrevet i en liten boks nede ved merket.
- **Blå** diamant symboliserer en transient hendelse. Ved å holde musetasten over diamanten så vil tiden for hendelsen komme opp i en liten boks, som vist i bilde over.
- **Grå felt** symboliserer starten og slutten for avbrudd [6].

4.1.5 Statistics



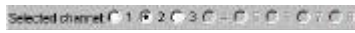
Figur: 4.1.5

Denne seksjonen viser måledata i et statistisk perspektiv og er en god målestokk på hvordan spenninger og strømmer har variert i måleperioden. På den høyre siden vil det vises et histogram der høyden av hver søyle viser målinger som er foretatt på det respektive spennings/strømnivå (figur 4.5.1) [6].

- Y i figur 4.1.5 viser antall registreringer for hvert spenningsnivå.
- X i figur 4.1.5 viser de forskjellige spenningsnivå som er registrerte.

Eksempelet over viser den statistiske delen for kanal 1.

For å se det samme bildet for kanal 2 må en velge

kanal 2 fra *selected channels* på knappemenyen 
På venstre side av seksjonen blir flere andre statistiske data vist.

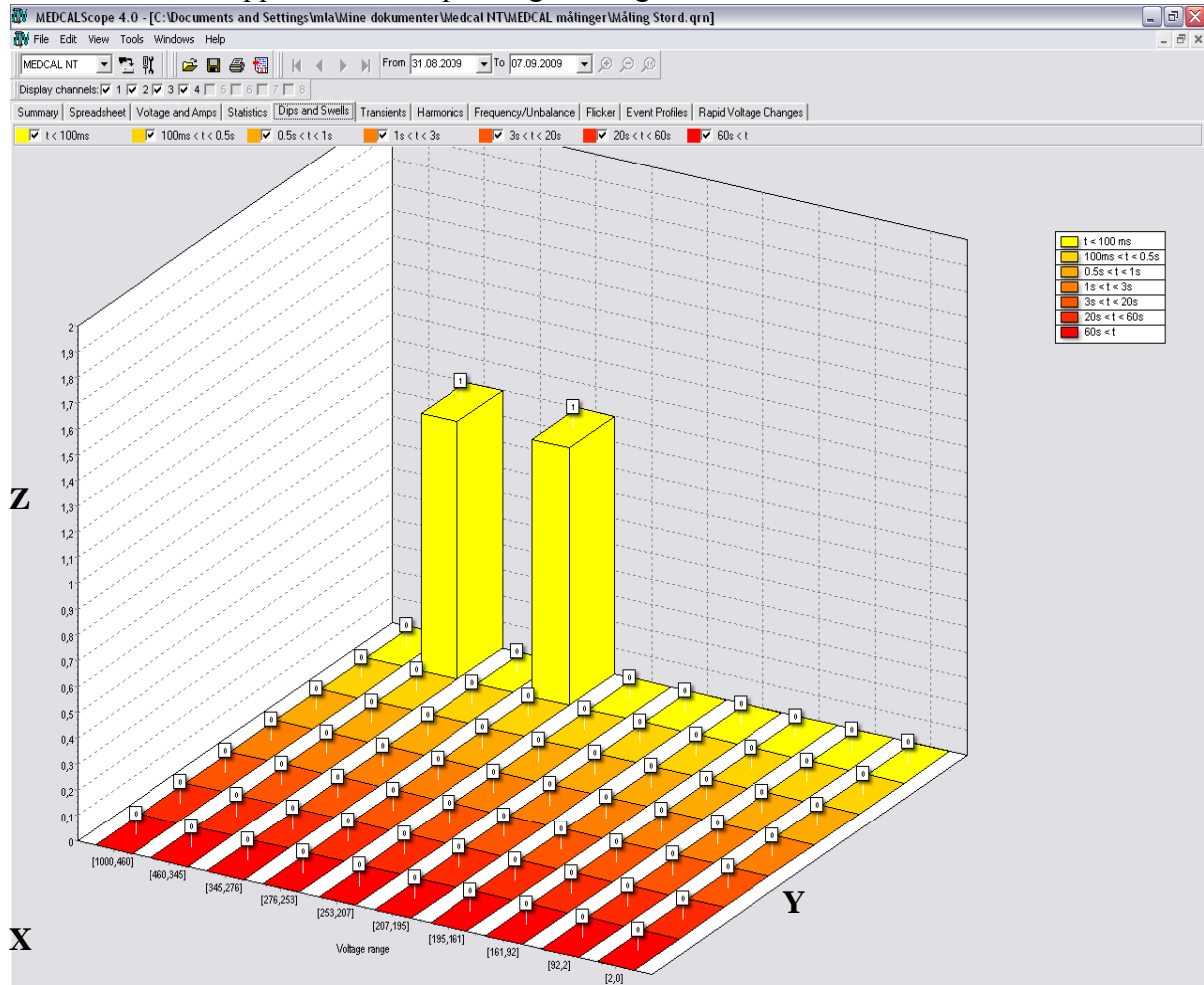
μ betegner gjennomsnittsverdien for min, maks eller middelverdiene for den valgte kanal.
 σ betegner dataens standardavvik.

- 5 % percentile:** 5% av målingene ligger under viste verdi
95 % percentile: 5% av målingene ligger over vist verdi.
% [85 % - 110 %]: Prosentandel målinger som ligger innenfor -15 % - +10 % av nom. verdi (230V RMS)
% [90 % - 110 %]: Prosentandel målinger som ligger innenfor -10 % - +10 % av nom. verdi (230V RMS)
Min: Minste målte RMS verdi (min, maks eller middel) i måleperioden for den aktive kanal.
Max: Største målte RMS verdi (min, maks eller middel) i måleperioden for den aktive kanal.

Det velges en kanal om gangen i Statistikkseksjonen. Det er også mulig å velge om man vil se statistiske data for minimum, maximum eller average [6]

4.1.6 Dips and swells.

”Vises kun hvis dipper eller overspenninger er registrert”



Figur: 4.1.6

Denne seksjonen viser et tredimensjonalt histogram for de dipper og overspenninger som er registrerte. X-aksen viser størrelsen på dippene og overspenningen. Y-aksen viser varigheten på dippene og overspenningene ved hjelp av fargekoder. Z-aksen viser antallet registrerte dipper og overspenninger med den dybde og varighet som tilsvarer søylens plassering [6]. (figur 4.1.6).

4.1.7 Transients

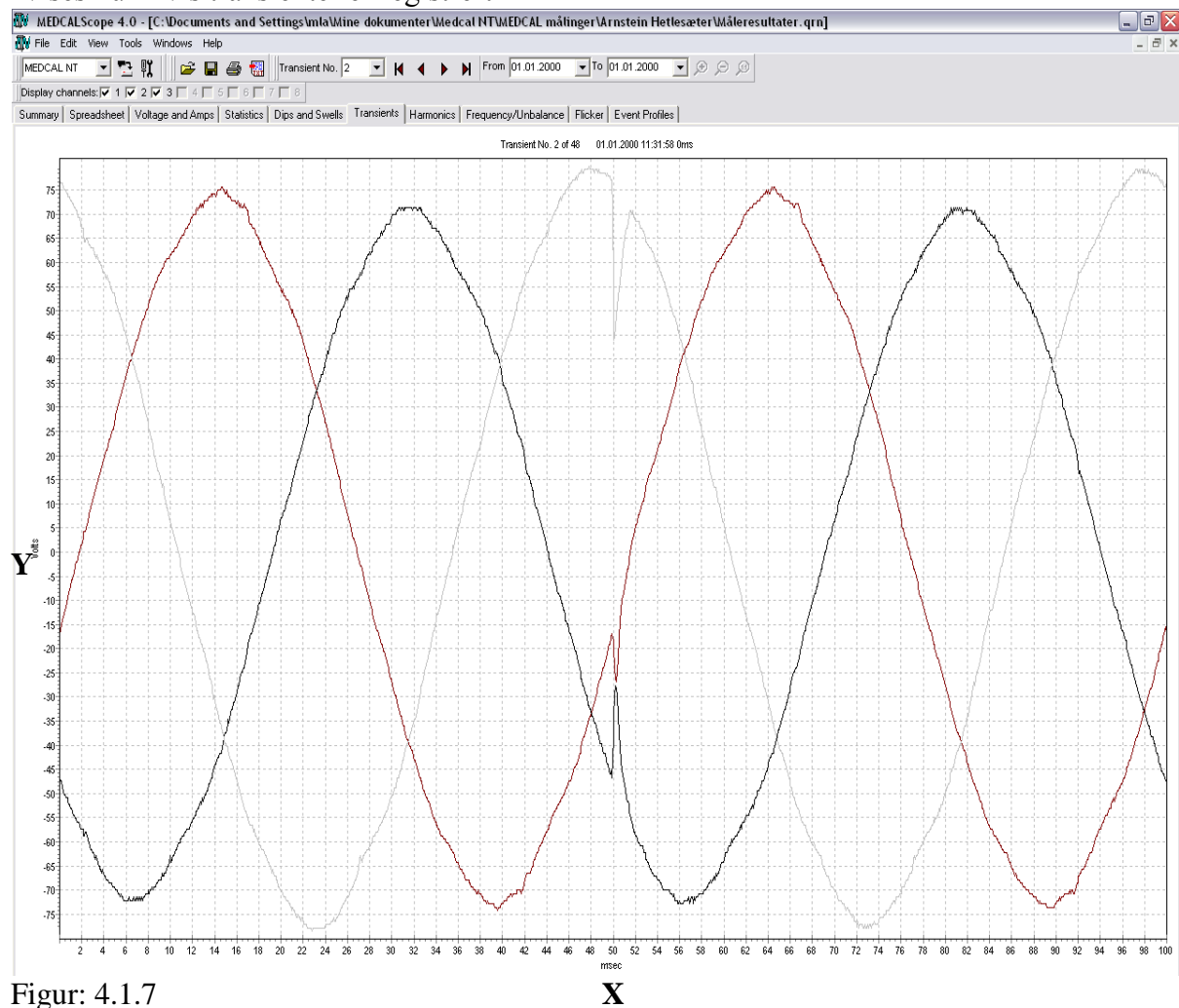
For hver transient som er registrert i MEDCAL NT, vises det en kurveform [6].

Det vil si at dersom en transient har større amplitude enn den terskelen man har satt i Transient sensitivity, vil transienten vises i denne funksjonen (figur 4.1.7).

Ved flere hendelser ”blar” man mellom de forskjellige hendelsene i programmet [6].

- Y i figur 11 viser spenningen for transienten.
- X i figur 11 viser varigheten for transienten.

”vises kun hvis transienter er registrert”



Figur: 4.1.7

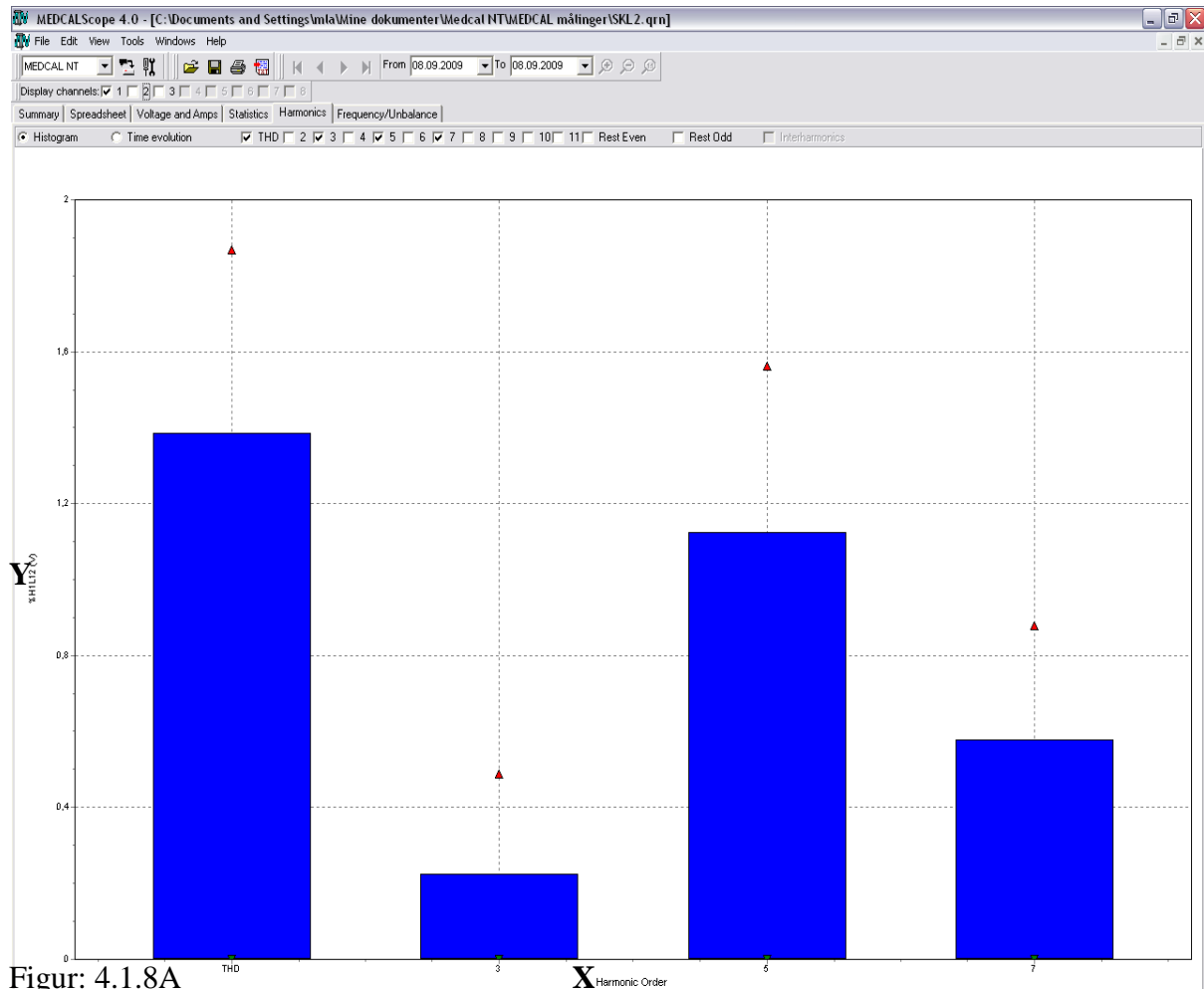
X

De forskjellige kanalene har forskjellige farger for og kunne skille kurvene lettere:

- Kurven for kanal 1 er rød
- Kurven for kanal 2 er svart
- Kurven for kanal 3 er grå
- Kurven for kanal 4 er blå

4.1.8 Harmonics

MEDCAL NT måler harmoniske i henhold til NVE's standard for leveringskvalitet [1].

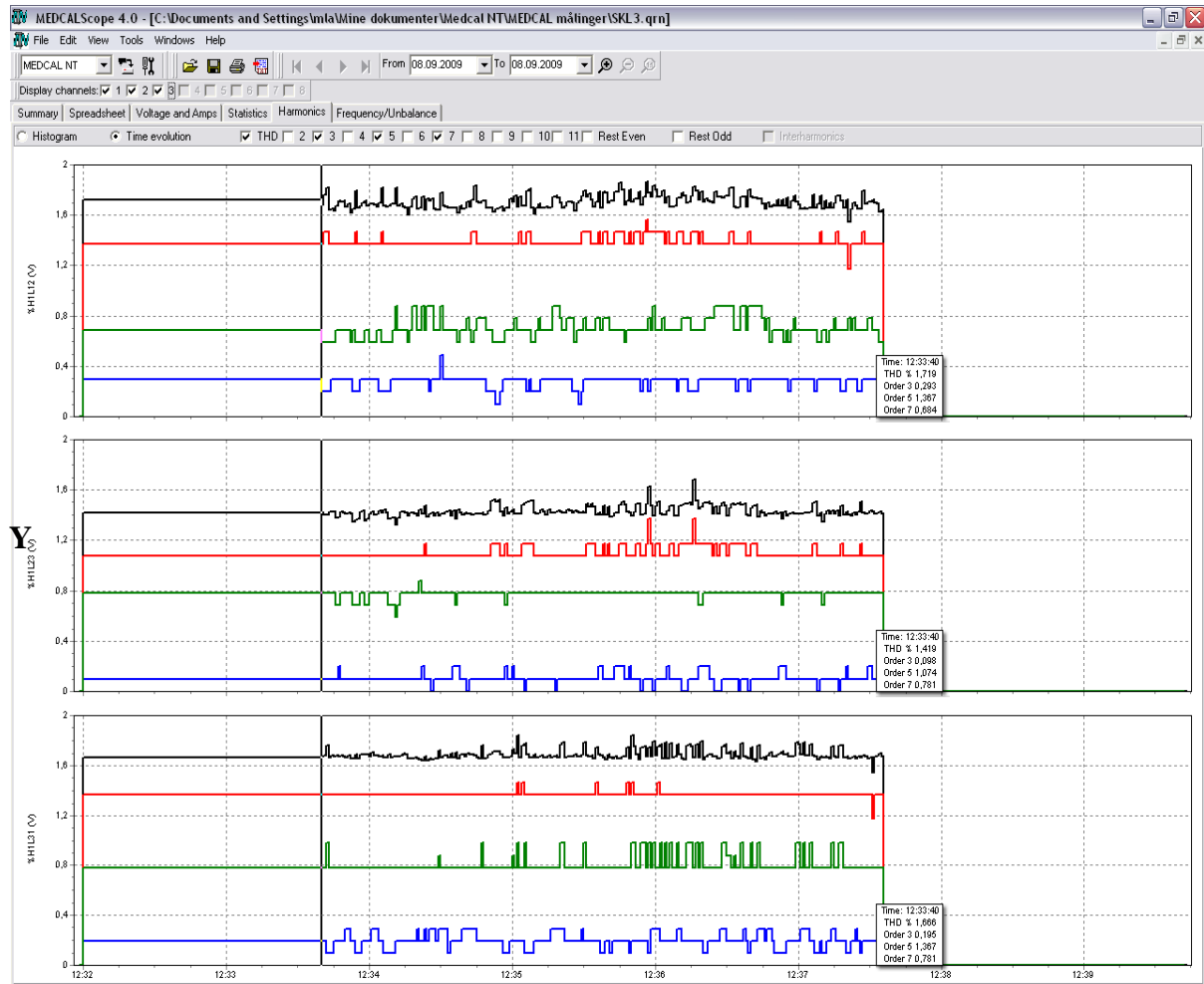


Figur: 4.1.8A

Histogrammet i Harmonics seksjonen viser maks, min og middelverdi for THD (totalt harmonisk avvik) og individuelle overharmoniske i hele perioden (figur 4.1.8.A). De røde pilene angir den høyeste verdien av den enkelte overharmoniske komponent som er registrert i måleperioden. Den grønne pilen angir den laveste verdien, mens den blå søylen angir gjennomsnittsverdien av de overharmoniske gjennom hele måleperioden [6].

- Y i figur 4.1.8A viser overharmoniske utslag i %
- X i figur 4.1.8A viser THD og individuelle overharmoniske.

En kan også se hvordan de overharmoniske har forandret seg over tid i Time Evolution View (figur 4.1.8B).



Figur: 4.1.8B

X

Dette bildet viser middelverdien av de overharmoniske i % av grunnharmonic. En kan velge hvilke kurver en ønsker å se for å kunne avgjør når de overharmoniske har hatt mest utslag og eventuelt hvilke individuelle overharmoniske som er gjeldende. Kurvene viser hvordan middelverdien av THD eller individuelle overharmoniske forandrer seg over tid. Dette kan f.eks. brukes til å spore opp hvilke laster som eventuelt produserer forstyrrelsene [6].

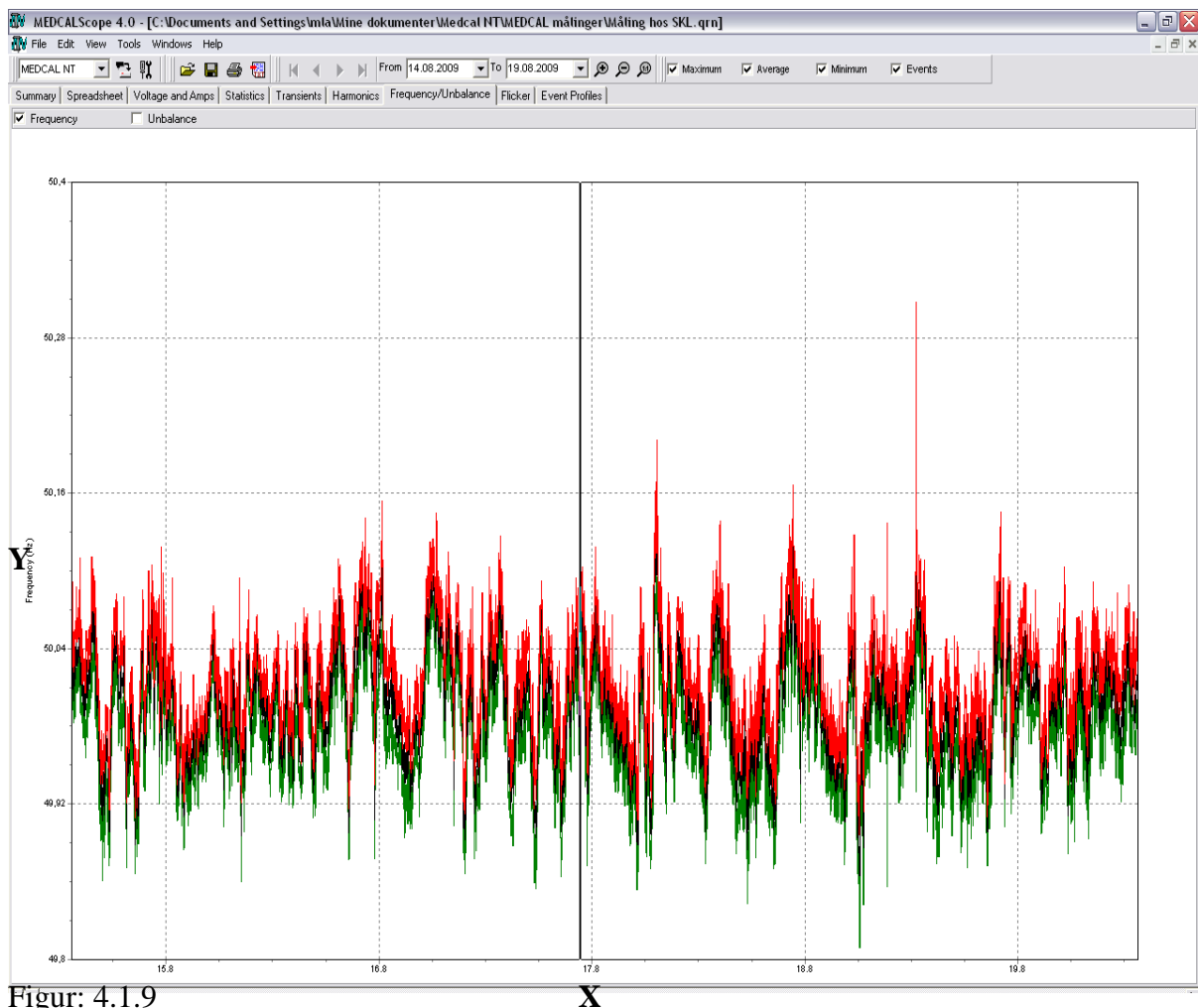
- Y viser overharmoniske utslag i %
- X viser når tiden for utslag over hele måleperioden.

4.1.9 Frequency/Unbalance

MEDCAL NT kan måle frekvens kontinuerlig for en kanal. MEDCAL NT fungerer ved frekvenser mellom 48,4 og 51,6 Hz. Instrumentet kan derfor brukes til å lese frekvensavvik i svake nett som følge av plutselige lastendringer [6].

For å skille mellom de forskjellige kurvene fra målingene er det brukt forskjellige fargekoder i programmet (figur 4.1.9).

- Den røde kurven er maksimumsverdien
- Den sorte er gjennomsnittsverdien
- Den grønne er minimumsverdien
- Y i figur 4.1.9 viser frekvensen sin reelle Hz.
- X i figur 4.1.9 viser tidspunkt for frekvensen sitt nivå i måleperioden



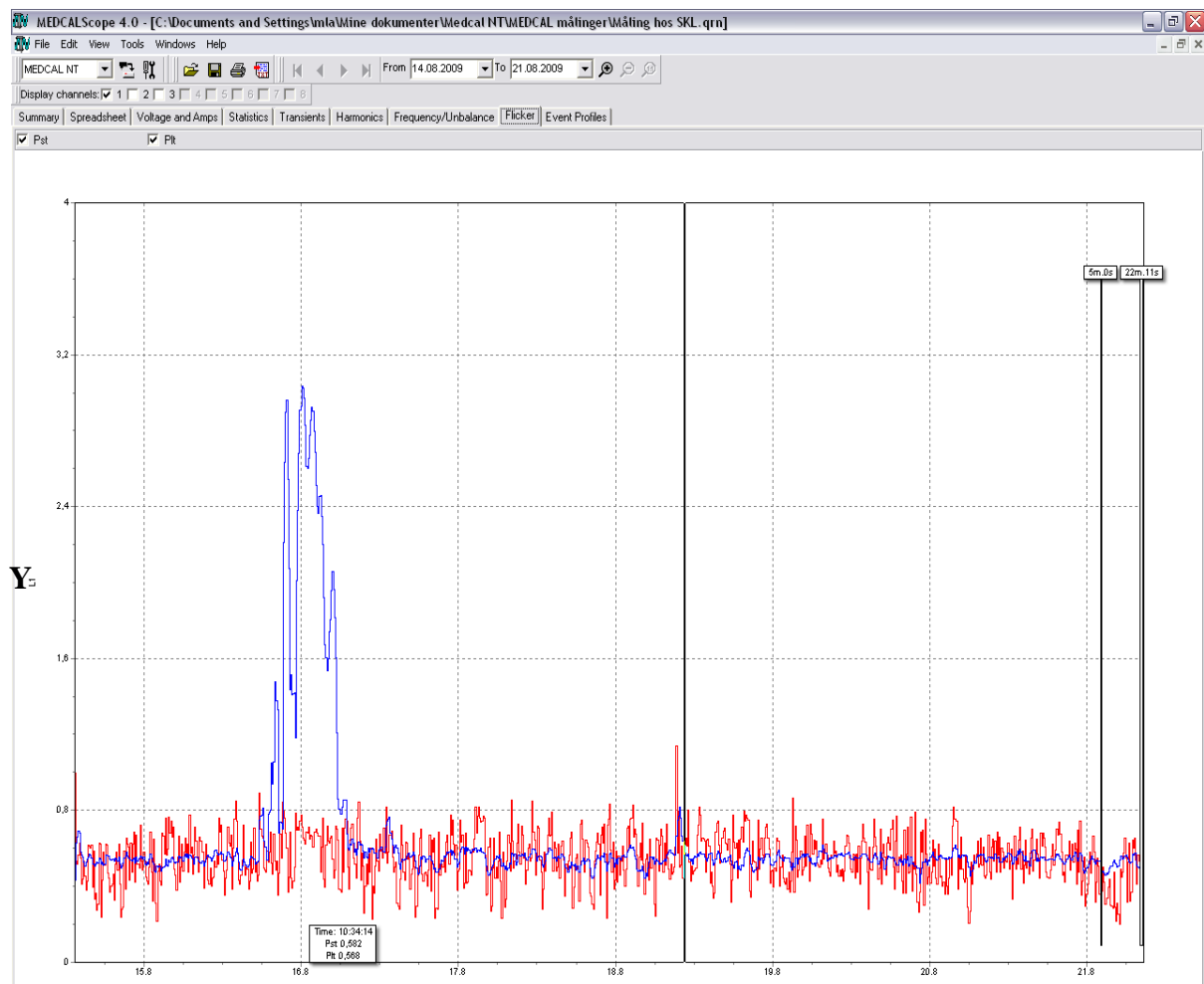
Figur: 4.1.9

X

4.1.10 Flikcer

Flicker (flimmer) er RMS spenningsvariasjoner (figur 4.1.10) som opptrer med frekvens på mellom 5 og 20 Hz. Statistisk er den verste frekvensen for det menneskelige øyet 8,4 Hz. En spenningsvariasjon på ca 0,2 % med denne frekvensen tilsvarer et flimmer nivå på 1,0 PU. Flicker fører blant annet til ubehag hos mennesker pga intensitetsvariasjoner i lys og måles i P_{st} og P_{lt} [6]:

- P_{st} er korttids flimmernivå, 10 minutter[6].
- P_{lt} er langtids flimmernivå, 2 timer[6].
- P_{st} er den røde kurven
- P_{lt} er den blå kurven
- Y i figur 4.1.10 viser PU (per unit value) for diagrammet.
- X i figur 4.1.10 viser når de forskjellige målingene inntraff under måleperioden.



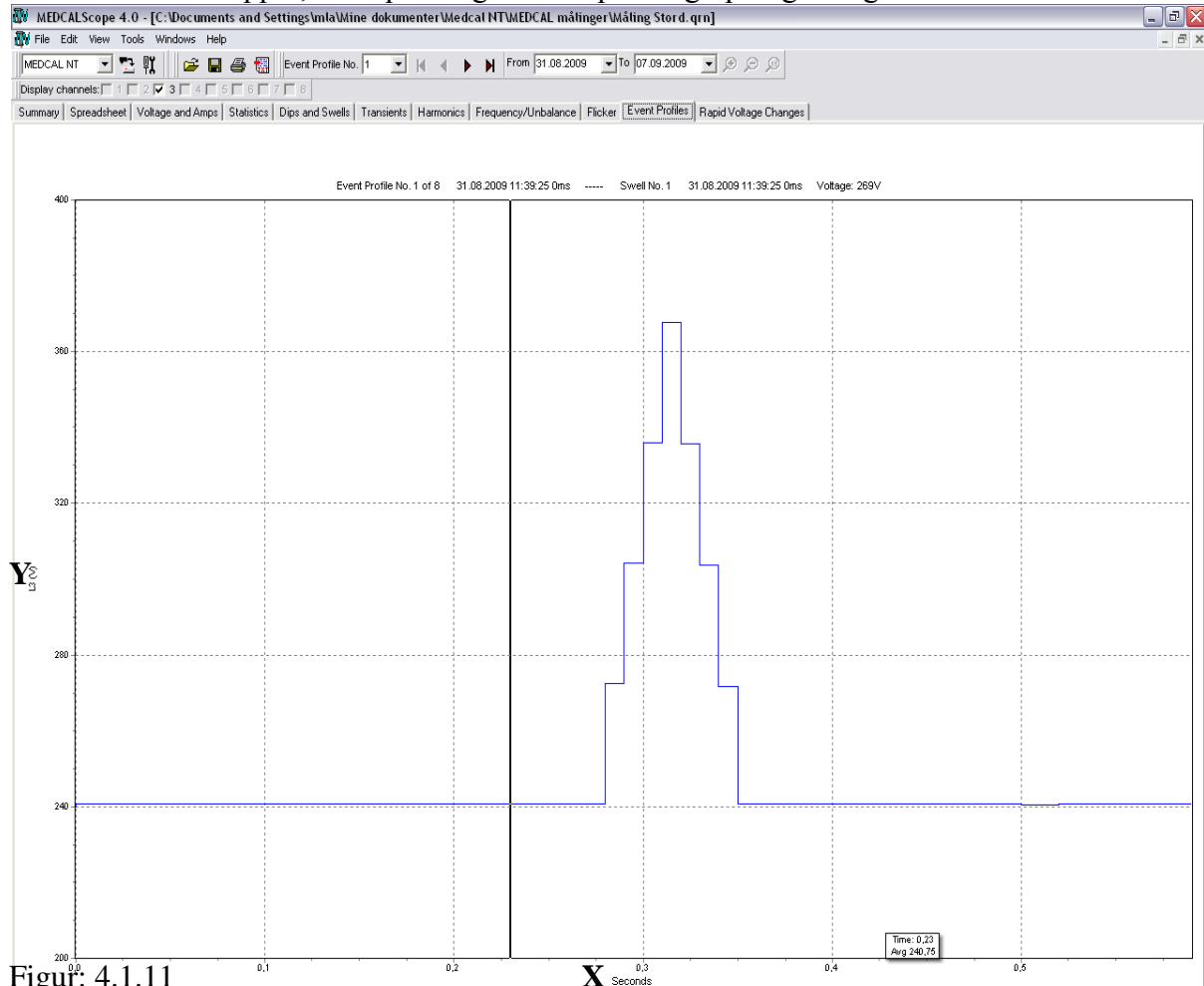
Figur: 4.1.10

X

4.1.11 Event profiles

For hver underspenning, overspenning og spenningsprang blir det lagret en RMS-profil av hendelsen. Denne blir tidsatt [6]. (figur 4.1.11).

”Vises kun hvis dipper, overspenninger eller spenningsprang er registrert”



Figur: 4.1.11

- Y i figur 4.1.11 viser spenningsnivå for registrerte hendelser
- X i figur 4.1.11 viser varighet for registrert hendelse.

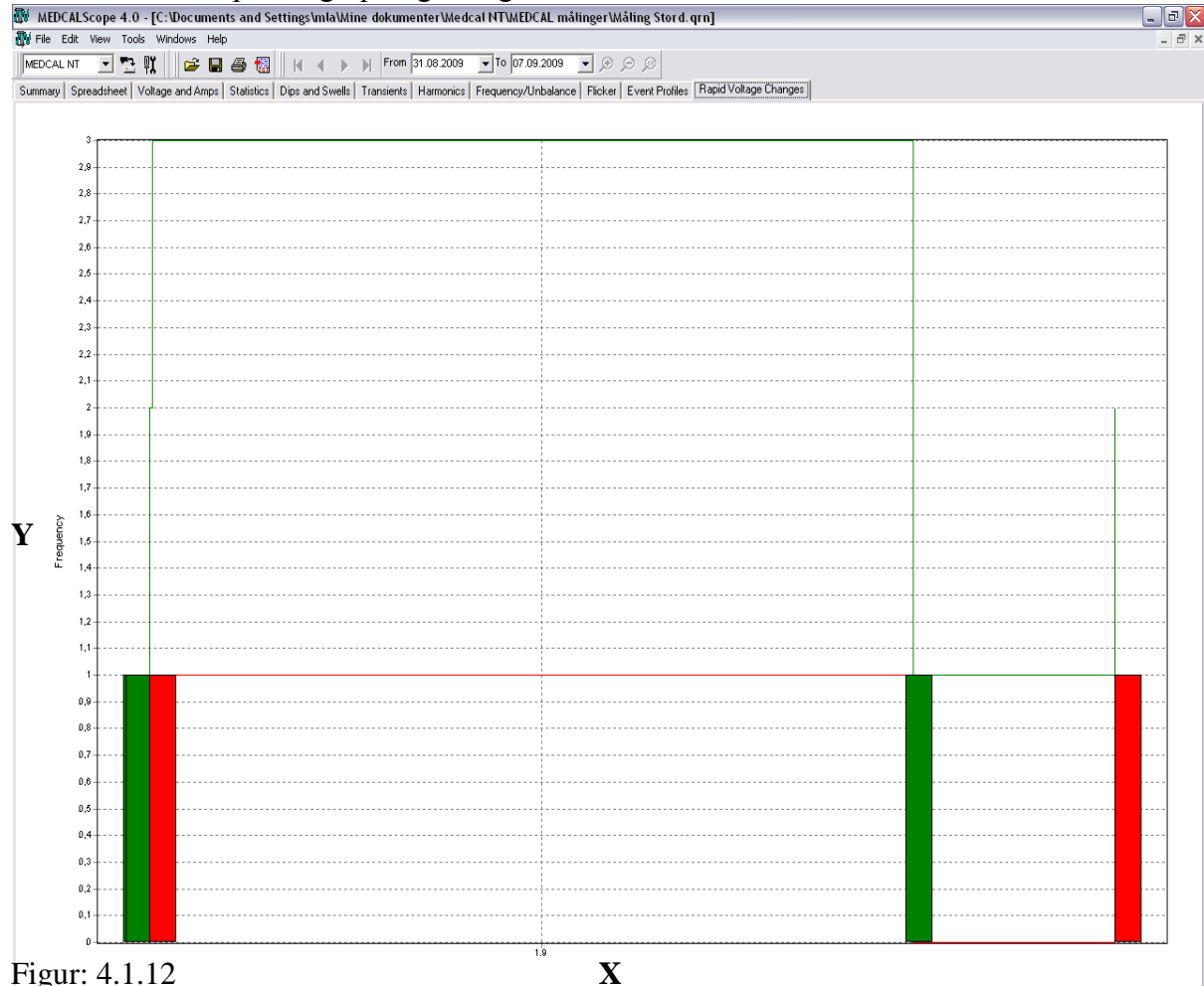
4.1.12 Rapid voltages changes

Rapid voltage changes (spenningsprang) er en hurtig forandring i spennings RMS verdi innenfor $\pm 10\%$ av nominell spenning (230V). Et spenningsprang blir ikke registrert før spenningen har vært stabil i minst ett sekund etter spranget. For MEDCAL NT vil det være to nivåer på spenningsprangene, 3 % og 5 % [6].

For hvert spenningsprang vil det avsettes en stolpe i tidsdiagrammet for Rapid voltage changes. På samme tidspunkt vil det tegnes en kurve fra det tidspunkt spenningspranget

inntraff. 2 kurver vil i praksis bli tegnet, en grønn (for sprang over 3 %) og en rød (for sprang over 5 %). Kurven viser den akkumulerte summen av antall sprang over et flytende 24 timers vindu (figur 4.1.12). Dette vil si at kurven stiger ett trinn når spenningspranget inntraff og senkes igjen med ett trinn 24 timer etter spranget inntraff [6].

”Vises kun hvis spenningsprang er registrert”



Figur: 4.1.12

- Y i figur 4.1.12 viser frekvensen for registrerte hendelse.
- X i figur 4.1.12 viser når registrerte hendelse inntraff.

Vedlegg 5: Måleresultat for NS 146 Heiane Storsenter

5.1 NVE rapport (NVE PQ Regulations FoL_230V-35kV)

Report title	Report date/time	Page
MEDCALScope 4.0	NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	29.10.2009 08:39:04
Filename:	Heiane Storsenter.qrn	1

General Information

Recording Location NS 146 Heiane Storsenter

Client

Notes Denne målingen ble utført i nettstasjon NS 146 hos Heiane Storsenter. Der en utførte målingen på sekundærsiden av trafoen i nettstasjonen.

Instrument Setup

Instrument MEDCAL NT

Measurement Topology 3Ø Wye

Recording Interval 1m 0s

Nominal Voltage 230 V

Nominal Frequency 50 Hz

Voltage Transformer Ratio 1 kV / 1000 V

Dip Threshold 207 V

Swell Threshold 253 V

Transient Sensitivity 100 %

Report Summary

Report's Initial Date/Time 22.09.2009 16:28:15

Report's Final Date/Time 29.09.2009 13:22:21

Number of RMS recordings 11873

Number of frequency recordings 11873

Number of harmonic recordings 11873

Number of flicker recordings 1186

Number of dips 0

Number of swells 0

Number of recorded transients 0

Number of rapid voltage changes 0

Number of event profiles 0

Number of short interruptions (<= 3 min) 0

Number of long interruptions (> 3 min) 0

Number of intervals without recordings 0

NVE Compliance Summary

Parameter	Result
RMS Voltage	Pass
Frequency	Pass
Voltage Unbalance	Fail
Pst	Pass
Plt	Pass
Voltage THD	Pass
Volts Harmonics	Pass
Rapid Voltage Change	Pass

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report date/time 29.10.2009 08:39:04	Page 2			
Filename Heiane Storsenter.qrn							
Detailed Report Information							
1. Steady State Voltage Variations							
Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm min (V)	Measured min (V)	Norm max (V)	Measured max (V)	Result
RMS Voltage	L1	100	207	233	253	239,5	Pass
RMS Voltage	L2	100	207	232	253	238	Pass
RMS Voltage	L3	100	207	232,25	253	238,5	Pass
2. Frequency							
Parameter	% of time	Norm min (Hz)	Measured min (Hz)	Norm max (Hz)	Measured max (Hz)	Result	
Frequency	100	49	49,844	51	50,122	Pass	
3. Voltage Unbalance							
Parameter	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result			
V Unbalance	100	2	99,976	Fail			
4. Flicker							
Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm max	Measured max	Result		
Pst	L1	95	1.2	0,203	Pass		
Plt	L1	100	1.0	0,16	Pass		
Pst	L2	95	1.2	0,207	Pass		
Plt	L2	100	1.0	0,161	Pass		
Pst	L3	95	1.2	0,188	Pass		
Plt	L3	100	1.0	0,163	Pass		
5. Voltage Harmonics							
Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result		
Voltage THD	L1 (10 min)	100	8	1,538	Pass		
	L1 (1 week)	100	5	0,912	Pass		
Voltage THD	L2 (10 min)	100	8	1,309	Pass		
	L2 (1 week)	100	5	0,68	Pass		
Voltage THD	L3 (10 min)	100	8	1,165	Pass		
	L3 (1 week)	100	5	0,67	Pass		

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)			Report date/time 29.10.2009 08:39:04		Page 3
		Filename Heiane Storsenter.qrn					
Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result	
Individual harmonics	L1	2	100	2	0,195	Pass	
		3	100	5	0,684	Pass	
		4	100	1	0,195	Pass	
		5	100	6	1,172	Pass	
		6	100	0,5	0,195	Pass	
		7	100	5	0,977	Pass	
		8	100	0,5	0	Pass	
		9	100	1,5	0	Pass	
		10	100	0,5	0	Pass	
		11	100	3,5	1,172	Pass	
		12	100	0,5	0	Pass	
		13	100	3	0,195	Pass	
		14	100	0,5	0	Pass	
		15	100	0,5	0	Pass	
		16	100	0,5	0	Pass	
		17	100	2	0,195	Pass	
		18	100	0,5	0	Pass	
		19	100	1,5	0	Pass	
		20	100	0,5	0	Pass	
		21	100	0,5	0	Pass	
		22	100	0,5	0	Pass	
		23	100	1,5	0	Pass	
		24	100	0,5	0	Pass	
		25	100	1,5	0	Pass	
		26	100	0,5	0	Pass	
		27	100	0,5	0	Pass	
		28	100	0,5	0	Pass	
		29	100	1	0	Pass	
		30	100	0,5	0	Pass	
		31	100	1	0	Pass	
		32	100	0,5	0	Pass	
		33	100	0,5	0	Pass	
		34	100	0,5	0	Pass	
		35	100	1	0	Pass	
		36	100	0,5	0	Pass	
		37	100	1	0	Pass	
		38	100	0,5	0	Pass	
		39	100	0,5	0	Pass	
		40	100	0,5	0	Pass	
		41	100	1	0	Pass	
		42	100	0,5	0	Pass	
		43	100	1	0	Pass	
		44	100	0,5	0	Pass	
		45	100	0,5	0	Pass	
		46	100	0,5	0	Pass	
		47	100	1	0	Pass	
		48	100	0,5	0	Pass	
		49	100	1	0	Pass	
		50	100	0,5	0	Pass	

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)			Report date/time 29.10.2009 08:39:04		Page 4
		Filename Heiane Storsenter.qrn					
Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result	
Individual harmonics	L2	2	100	2	0,195	Pass	
		3	100	5	0,195	Pass	
		4	100	1	0,195	Pass	
		5	100	6	1,172	Pass	
		6	100	0,5	0	Pass	
		7	100	5	0,977	Pass	
		8	100	0,5	0	Pass	
		9	100	1,5	0	Pass	
		10	100	0,5	0	Pass	
		11	100	3,5	0,879	Pass	
		12	100	0,5	0	Pass	
		13	100	3	0,195	Pass	
		14	100	0,5	0	Pass	
		15	100	0,5	0	Pass	
		16	100	0,5	0	Pass	
		17	100	2	0	Pass	
		18	100	0,5	0	Pass	
		19	100	1,5	0	Pass	
		20	100	0,5	0	Pass	
		21	100	0,5	0	Pass	
		22	100	0,5	0	Pass	
		23	100	1,5	0	Pass	
		24	100	0,5	0	Pass	
		25	100	1,5	0	Pass	
		26	100	0,5	0	Pass	
		27	100	0,5	0	Pass	
		28	100	0,5	0	Pass	
		29	100	1	0	Pass	
		30	100	0,5	0	Pass	
		31	100	1	0	Pass	
		32	100	0,5	0	Pass	
		33	100	0,5	0	Pass	
		34	100	0,5	0	Pass	
		35	100	1	0	Pass	
		36	100	0,5	0	Pass	
		37	100	1	0	Pass	
		38	100	0,5	0	Pass	
		39	100	0,5	0	Pass	
		40	100	0,5	0	Pass	
		41	100	1	0	Pass	
		42	100	0,5	0	Pass	
		43	100	1	0	Pass	
		44	100	0,5	0	Pass	
		45	100	0,5	0	Pass	
		46	100	0,5	0	Pass	
		47	100	1	0	Pass	
		48	100	0,5	0	Pass	
		49	100	1	0	Pass	
		50	100	0,5	0	Pass	

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)		Report date/time 29.10.2009 08:39:04		Page 5	
		Filename Heiane Storsenter.qrn					
Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result	
Individual harmonics	L3	2	100	2	0,195	Pass	
		3	100	5	0,195	Pass	
		4	100	1	0	Pass	
		5	100	6	0,977	Pass	
		6	100	0,5	0,195	Pass	
		7	100	5	0,977	Pass	
		8	100	0,5	0	Pass	
		9	100	1,5	0	Pass	
		10	100	0,5	0	Pass	
		11	100	3,5	0,879	Pass	
		12	100	0,5	0	Pass	
		13	100	3	0,195	Pass	
		14	100	0,5	0	Pass	
		15	100	0,5	0	Pass	
		16	100	0,5	0	Pass	
		17	100	2	0,195	Pass	
		18	100	0,5	0	Pass	
		19	100	1,5	0	Pass	
		20	100	0,5	0	Pass	
		21	100	0,5	0	Pass	
		22	100	0,5	0	Pass	
		23	100	1,5	0	Pass	
		24	100	0,5	0	Pass	
		25	100	1,5	0	Pass	
		26	100	0,5	0	Pass	
		27	100	0,5	0	Pass	
		28	100	0,5	0	Pass	
		29	100	1	0	Pass	
		30	100	0,5	0	Pass	
		31	100	1	0	Pass	
		32	100	0,5	0	Pass	
		33	100	0,5	0	Pass	
		34	100	0,5	0	Pass	
		35	100	1	0	Pass	
		36	100	0,5	0	Pass	
		37	100	1	0	Pass	
		38	100	0,5	0	Pass	
		39	100	0,5	0	Pass	
		40	100	0,5	0	Pass	
		41	100	1	0	Pass	
		42	100	0,5	0	Pass	
		43	100	1	0	Pass	
		44	100	0,5	0	Pass	
		45	100	0,5	0	Pass	
		46	100	0,5	0	Pass	
		47	100	1	0	Pass	
		48	100	0,5	0	Pass	
		49	100	1	0	Pass	
		50	100	0,5	0	Pass	

MEDCALScope 4.0	Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report date/time 29.10.2009 08:39:04	Page 6	
	Filename Heiane Storsenter.qrn			
6. Rapid Voltage Changes				
Date	Maximum number allowed per day	Number of changes ΔV stationary ($\geq 3\%$)	Number of changes ΔV max ($\geq 5\%$)	Result
22.09.2009	24	-	0	Pass
23.09.2009	24	-	0	Pass
24.09.2009	24	-	0	Pass
25.09.2009	24	-	0	Pass
26.09.2009	24	-	0	Pass
27.09.2009	24	-	0	Pass
28.09.2009	24	-	0	Pass
29.09.2009	24	-	0	Pass

Vedlegg 6: Måleresultat for NS 274 Leirvik Sveis

6.1 NVE rapport (NVE PQ Regulations FoL_230V-35kV)

Report title	Report date/time	Page
MEDCALScope 4.0 NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101) Filename: Lervik sveis måling nr 2.qrn	29.10.2009 09:07:38	1
General Information		
Recording Location	NS 274 Leirvik Sveis	
Client		
Notes	Denne målingen ble utført i nettstasjon NS 274 hos Leirvik Sveis. Der en utførte målingen på sekundærsiden av trafoen i nettstasjonen.	
Instrument Setup		
Instrument	MEDCAL NT	
Measurement Topology	3Ø Wye	
Recording Interval	1m 0s	
Nominal Voltage	230 V	
Nominal Frequency	50 Hz	
Voltage Transformer Ratio	1 kV / 1000 V	
Dip Threshold	207 V	
Swell Threshold	253 V	
Transient Sensitivity	100 %	
Report Summary		
Report's Initial Date/Time	29.09.2009 15:00:00	
Report's Final Date/Time	07.10.2009 09:59:59	
Number of RMS recordings	13463	
Number of frequency recordings	13463	
Number of harmonic recordings	13463	
Number of flicker recordings	1346	
Number of dips	0	
Number of swells	0	
Number of recorded transients	0	
Number of rapid voltage changes	0	
Number of event profiles	10	
Number of short interruptions (<= 3 min)	0	
Number of long interruptions (> 3 min)	0	
Number of intervals without recordings	0	
NVE Compliance Summary		
Parameter	Result	
RMS Voltage	Pass	
Frequency	Pass	
Voltage Unbalance	Fail	
Pst	Pass	
Plt	Pass	
Voltage THD	Pass	
Volts Harmonics	Pass	
Rapid Voltage Change	Pass	

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report date/time 29.10.2009 09:07:38	Page 2			
Filename Lervik sveis måling nr 2.qrn							
Detailed Report Information							
1. Steady State Voltage Variations							
Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm min (V)	Measured min (V)	Norm max (V)	Measured max (V)	Result
RMS Voltage	L1	100	207	237	253	244,75	Pass
RMS Voltage	L2	100	207	237	253	245,25	Pass
RMS Voltage	L3	100	207	236	253	243,5	Pass
2. Frequency							
Parameter	% of time	Norm min (Hz)	Measured min (Hz)	Norm max (Hz)	Measured max (Hz)	Result	
Frequency	100	49	49,765	51	50,131	Pass	
3. Voltage Unbalance							
Parameter	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result			
V Unbalance	100	2	99,976	Fail			
4. Flicker							
Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm max	Measured max	Result		
Pst	L1	95	1.2	0,402	Pass		
Plt	L1	100	1.0	0,258	Pass		
Pst	L2	95	1.2	0,391	Pass		
Plt	L2	100	1.0	0,258	Pass		
Pst	L3	95	1.2	0,391	Pass		
Plt	L3	100	1.0	0,26	Pass		
5. Voltage Harmonics							
Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result		
Voltage THD	L1 (10 min)	100	8	0,852	Pass		
	L1 (1 week)	100	5	0,471	Pass		
Voltage THD	L2 (10 min)	100	8	0,854	Pass		
	L2 (1 week)	100	5	0,466	Pass		
Voltage THD	L3 (10 min)	100	8	0,686	Pass		
	L3 (1 week)	100	5	0,315	Pass		

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report date/time 29.10.2009 09:07:38	Page 3		
		Filename Lervik sveis måling nr 2.qrn				
Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L1	2	100	2	0,391	Pass
		3	100	5	0,391	Pass
		4	100	1	0,195	Pass
		5	100	6	0,684	Pass
		6	100	0,5	0,195	Pass
		7	100	5	0,684	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0	Pass
		11	100	3,5	0,391	Pass
		12	100	0,5	0	Pass
		13	100	3	0	Pass
		14	100	0,5	0	Pass
		15	100	0,5	0	Pass
		16	100	0,5	0	Pass
		17	100	2	0	Pass
		18	100	0,5	0	Pass
		19	100	1,5	0	Pass
		20	100	0,5	0	Pass
		21	100	0,5	0	Pass
		22	100	0,5	0	Pass
		23	100	1,5	0	Pass
		24	100	0,5	0	Pass
		25	100	1,5	0	Pass
		26	100	0,5	0	Pass
		27	100	0,5	0	Pass
		28	100	0,5	0	Pass
		29	100	1	0	Pass
		30	100	0,5	0	Pass
		31	100	1	0	Pass
		32	100	0,5	0	Pass
		33	100	0,5	0	Pass
		34	100	0,5	0	Pass
		35	100	1	0	Pass
		36	100	0,5	0	Pass
		37	100	1	0	Pass
		38	100	0,5	0	Pass
		39	100	0,5	0	Pass
		40	100	0,5	0	Pass
		41	100	1	0	Pass
		42	100	0,5	0	Pass
		43	100	1	0	Pass
		44	100	0,5	0	Pass
		45	100	0,5	0	Pass
		46	100	0,5	0	Pass
		47	100	1	0	Pass
		48	100	0,5	0	Pass
		49	100	1	0	Pass
		50	100	0,5	0	Pass

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)		Report date/time 29.10.2009 09:07:38		Page 4
		Filename Lervik sveis måling nr 2.qrn				
Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L2	2	100	2	0,391	Pass
		3	100	5	0,684	Pass
		4	100	1	0	Pass
		5	100	6	0,684	Pass
		6	100	0,5	0,195	Pass
		7	100	5	0,684	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0	Pass
		11	100	3,5	0,391	Pass
		12	100	0,5	0	Pass
		13	100	3	0	Pass
		14	100	0,5	0	Pass
		15	100	0,5	0	Pass
		16	100	0,5	0	Pass
		17	100	2	0	Pass
		18	100	0,5	0	Pass
		19	100	1,5	0	Pass
		20	100	0,5	0	Pass
		21	100	0,5	0	Pass
		22	100	0,5	0	Pass
		23	100	1,5	0	Pass
		24	100	0,5	0	Pass
		25	100	1,5	0	Pass
		26	100	0,5	0	Pass
		27	100	0,5	0	Pass
		28	100	0,5	0	Pass
		29	100	1	0	Pass
		30	100	0,5	0	Pass
		31	100	1	0	Pass
		32	100	0,5	0	Pass
		33	100	0,5	0	Pass
		34	100	0,5	0	Pass
		35	100	1	0	Pass
		36	100	0,5	0	Pass
		37	100	1	0	Pass
		38	100	0,5	0	Pass
		39	100	0,5	0	Pass
		40	100	0,5	0	Pass
		41	100	1	0	Pass
		42	100	0,5	0	Pass
		43	100	1	0	Pass
		44	100	0,5	0	Pass
		45	100	0,5	0	Pass
		46	100	0,5	0	Pass
		47	100	1	0	Pass
		48	100	0,5	0	Pass
		49	100	1	0	Pass
		50	100	0,5	0	Pass

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report date/time 29.10.2009 09:07:38	Page 5		
Filename Lervik sveis måling nr 2.qrn						
Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L3	2	100	2	0,391	Pass
		3	100	5	0,195	Pass
		4	100	1	0	Pass
		5	100	6	0,684	Pass
		6	100	0,5	0	Pass
		7	100	5	0,391	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0	Pass
		11	100	3,5	0,391	Pass
		12	100	0,5	0	Pass
		13	100	3	0	Pass
		14	100	0,5	0	Pass
		15	100	0,5	0	Pass
		16	100	0,5	0	Pass
		17	100	2	0	Pass
		18	100	0,5	0	Pass
		19	100	1,5	0	Pass
		20	100	0,5	0	Pass
		21	100	0,5	0	Pass
		22	100	0,5	0	Pass
		23	100	1,5	0	Pass
		24	100	0,5	0	Pass
		25	100	1,5	0	Pass
		26	100	0,5	0	Pass
		27	100	0,5	0	Pass
		28	100	0,5	0	Pass
		29	100	1	0	Pass
		30	100	0,5	0	Pass
		31	100	1	0	Pass
		32	100	0,5	0	Pass
		33	100	0,5	0	Pass
		34	100	0,5	0	Pass
		35	100	1	0	Pass
		36	100	0,5	0	Pass
		37	100	1	0	Pass
		38	100	0,5	0	Pass
		39	100	0,5	0	Pass
		40	100	0,5	0	Pass
		41	100	1	0	Pass
		42	100	0,5	0	Pass
		43	100	1	0	Pass
		44	100	0,5	0	Pass
		45	100	0,5	0	Pass
		46	100	0,5	0	Pass
		47	100	1	0	Pass
		48	100	0,5	0	Pass
		49	100	1	0	Pass
		50	100	0,5	0	Pass

MEDCALScope 4.0	Report title	NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report date/time	29.10.2009 09:07:38	Page	6
	Filename	Lervik sveis måling nr 2.qrn				
6. Rapid Voltage Changes						
Date	Maximum number allowed per day	Number of changes ΔV stationary ($\geq 3\%$)	Number of changes ΔV max ($\geq 5\%$)	Result		
29.09.2009	24	-	0	Pass		
30.09.2009	24	-	0	Pass		
01.10.2009	24	-	0	Pass		
02.10.2009	24	-	0	Pass		
03.10.2009	24	-	0	Pass		
04.10.2009	24	-	0	Pass		
05.10.2009	24	-	0	Pass		
06.10.2009	24	-	0	Pass		
07.10.2009	24	-	0	Pass		

Vedlegg 7: Måleresultat for NS 286 Eldøyane K4

7.1 NVE rapport (NVE PQ Regulations FoL_230V-35kV)

MEDCALScope 4.0	Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report date/time 29.10.2009 09:22:34	Page 1
Filename Eldøyane.qrn			
General Information			
Recording Location	NS 286 Eldøyane K4		
Client			
Notes	Denne målingen ble utført i nettstasjon NS 286 Eldøyane K4. Der en utførte målingen på sekundærsiden av trafoen i nettstasjonen.		
Instrument Setup			
Instrument	MEDCAL NT		
Measurement Topology	3Ø Wye		
Recording Interval	1m 0s		
Nominal Voltage	230 V		
Nominal Frequency	50 Hz		
Voltage Transformer Ratio	1 kV / 1000 V		
Dip Threshold	207 V		
Swell Threshold	253 V		
Transient Sensitivity	100 %		
Report Summary			
Report's Initial Date/Time	16.10.2009 15:00:00		
Report's Final Date/Time	27.10.2009 15:59:59		
Number of RMS recordings	19081		
Number of frequency recordings	19081		
Number of harmonic recordings	19081		
Number of flicker recordings	1908		
Number of dips	0		
Number of swells	0		
Number of recorded transients	0		
Number of rapid voltage changes	1		
Number of event profiles	1		
Number of short interruptions (<= 3 min)	0		
Number of long interruptions (> 3 min)	0		
Number of intervals without recordings	0		
NVE Compliance Summary			
Parameter	Result		
RMS Voltage	Pass		
Frequency	Pass		
Voltage Unbalance	Pass		
Pst	Pass		
Plt	Pass		
Voltage THD	Pass		
Volts Harmonics	Fail		
Rapid Voltage Change	Pass		

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report date/time 29.10.2009 09:22:34	Page 2			
Filename Eldøyane.qrn							
Detailed Report Information							
1. Steady State Voltage Variations							
Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm min (V)	Measured min (V)	Norm max (V)	Measured max (V)	Result
RMS Voltage	L1	100	207	232,25	253	239,75	Pass
RMS Voltage	L2	100	207	233,25	253	240	Pass
RMS Voltage	L3	100	207	231,75	253	238,75	Pass
2. Frequency							
Parameter	% of time	Norm min (Hz)	Measured min (Hz)	Norm max (Hz)	Measured max (Hz)	Result	
Frequency	100	49	49,811	51	50,141	Pass	
3. Voltage Unbalance							
Parameter	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result			
V Unbalance	100	2	0,171	Pass			
4. Flicker							
Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm max	Measured max	Result		
Pst	L1	95	1.2	0,398	Pass		
Plt	L1	100	1.0	0,233	Pass		
Pst	L2	95	1.2	0,383	Pass		
Plt	L2	100	1.0	0,233	Pass		
Pst	L3	95	1.2	0,379	Pass		
Plt	L3	100	1.0	0,236	Pass		
5. Voltage Harmonics							
Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result		
Voltage THD	L1 (10 min)	100	8	0,787	Pass		
	L1 (1 week)	100	5	0,45	Pass		
Voltage THD	L2 (10 min)	100	8	0,811	Pass		
	L2 (1 week)	100	5	0,43	Pass		
Voltage THD	L3 (10 min)	100	8	0,742	Pass		
	L3 (1 week)	100	5	0,351	Pass		

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report date/time 29.10.2009 09:22:34	Page 3		
		Filename Eldøyane.qrn				
Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L1	2	100	2	0,879	Pass
		3	100	5	0,195	Pass
		4	100	1	1,172	Fail
		5	100	6	0,684	Pass
		6	100	0,5	0,195	Pass
		7	100	5	0,488	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	1,172	Pass
		10	100	0,5	0,391	Pass
		11	100	3,5	0,391	Pass
		12	100	0,5	0,391	Pass
		13	100	3	0,391	Pass
		14	100	0,5	0	Pass
		15	100	0,5	1,172	Fail
		16	100	0,5	0	Pass
		17	100	2	0,195	Pass
		18	100	0,5	0	Pass
		19	100	1,5	0	Pass
		20	100	0,5	0	Pass
		21	100	0,5	0	Pass
		22	100	0,5	0	Pass
		23	100	1,5	0	Pass
		24	100	0,5	0	Pass
		25	100	1,5	0	Pass
		26	100	0,5	0	Pass
		27	100	0,5	1,172	Fail
		28	100	0,5	0	Pass
		29	100	1	0	Pass
		30	100	0,5	0	Pass
		31	100	1	0	Pass
		32	100	0,5	0	Pass
		33	100	0,5	0	Pass
		34	100	0,5	1,172	Fail
		35	100	1	0	Pass
		36	100	0,5	0	Pass
		37	100	1	0	Pass
		38	100	0,5	0	Pass
		39	100	0,5	0	Pass
		40	100	0,5	0	Pass
		41	100	1	0	Pass
		42	100	0,5	0,391	Pass
		43	100	1	0	Pass
		44	100	0,5	0,391	Pass
		45	100	0,5	0,391	Pass
		46	100	0,5	0	Pass
		47	100	1	0,684	Pass
		48	100	0,5	0	Pass
		49	100	1	0,391	Pass
		50	100	0,5	0	Pass

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)		Report date/time 29.10.2009 09:22:34		Page 4
		Filename Eldøyane.qrn				
Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L2	2	100	2	0,195	Pass
		3	100	5	0,879	Pass
		4	100	1	0	Pass
		5	100	6	0,684	Pass
		6	100	0,5	0,195	Pass
		7	100	5	0,488	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0,391	Pass
		11	100	3,5	0,195	Pass
		12	100	0,5	0	Pass
		13	100	3	0,684	Pass
		14	100	0,5	0	Pass
		15	100	0,5	0	Pass
		16	100	0,5	0	Pass
		17	100	2	0	Pass
		18	100	0,5	0	Pass
		19	100	1,5	0	Pass
		20	100	0,5	0	Pass
		21	100	0,5	0	Pass
		22	100	0,5	0,195	Pass
		23	100	1,5	0,195	Pass
		24	100	0,5	0	Pass
		25	100	1,5	0	Pass
		26	100	0,5	0	Pass
		27	100	0,5	0	Pass
		28	100	0,5	0	Pass
		29	100	1	0	Pass
		30	100	0,5	0	Pass
		31	100	1	0	Pass
		32	100	0,5	0	Pass
		33	100	0,5	0	Pass
		34	100	0,5	0	Pass
		35	100	1	0	Pass
		36	100	0,5	0	Pass
		37	100	1	0	Pass
		38	100	0,5	0	Pass
		39	100	0,5	0,195	Pass
		40	100	0,5	0	Pass
		41	100	1	1,172	Fail
		42	100	0,5	1,172	Fail
		43	100	1	0	Pass
		44	100	0,5	0	Pass
		45	100	0,5	0,684	Fail
		46	100	0,5	0	Pass
		47	100	1	0	Pass
		48	100	0,5	0	Pass
		49	100	1	0	Pass
		50	100	0,5	0	Pass

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report date/time 29.10.2009 09:22:34	Page 5		
		Filename Eldøyane.qrn				
Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L3	2	100	2	0,195	Pass
		3	100	5	0,488	Pass
		4	100	1	0,879	Pass
		5	100	6	0,879	Pass
		6	100	0,5	0,195	Pass
		7	100	5	1,172	Pass
		8	100	0,5	1,172	Fail
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0,195	Pass
		11	100	3,5	0,195	Pass
		12	100	0,5	0,391	Pass
		13	100	3	1,172	Pass
		14	100	0,5	0	Pass
		15	100	0,5	0	Pass
		16	100	0,5	0	Pass
		17	100	2	0	Pass
		18	100	0,5	0	Pass
		19	100	1,5	0	Pass
		20	100	0,5	0	Pass
		21	100	0,5	0	Pass
		22	100	0,5	0,195	Pass
		23	100	1,5	0	Pass
		24	100	0,5	0,195	Pass
		25	100	1,5	0	Pass
		26	100	0,5	0,195	Pass
		27	100	0,5	0	Pass
		28	100	0,5	0	Pass
		29	100	1	0	Pass
		30	100	0,5	0	Pass
		31	100	1	0	Pass
		32	100	0,5	0	Pass
		33	100	0,5	0	Pass
		34	100	0,5	0	Pass
		35	100	1	0	Pass
		36	100	0,5	0,195	Pass
		37	100	1	0,195	Pass
		38	100	0,5	0,195	Pass
		39	100	0,5	0	Pass
		40	100	0,5	0,488	Pass
		41	100	1	0	Pass
		42	100	0,5	0,195	Pass
		43	100	1	0	Pass
		44	100	0,5	0,391	Pass
		45	100	0,5	0	Pass
		46	100	0,5	0	Pass
		47	100	1	0	Pass
		48	100	0,5	0	Pass
		49	100	1	0	Pass
		50	100	0,5	0	Pass

MEDCALScope 4.0	Report title	NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report date/time	29.10.2009 09:22:34	Page	6
	Filename	Eldøyane.qrn				

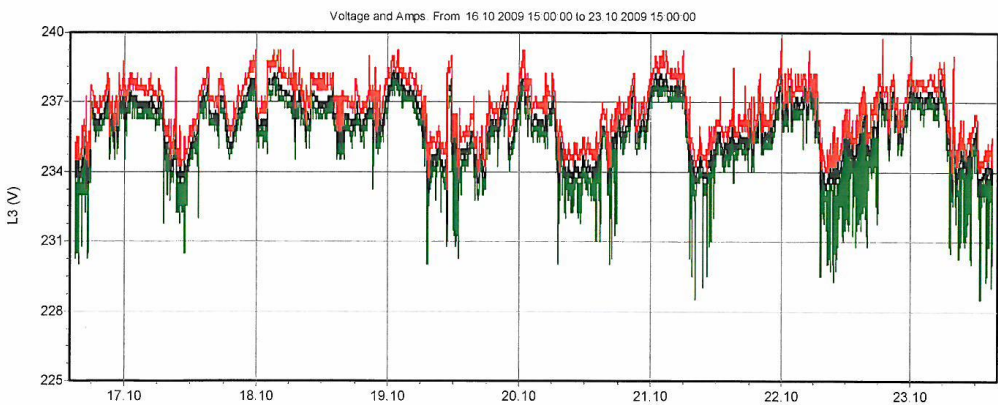
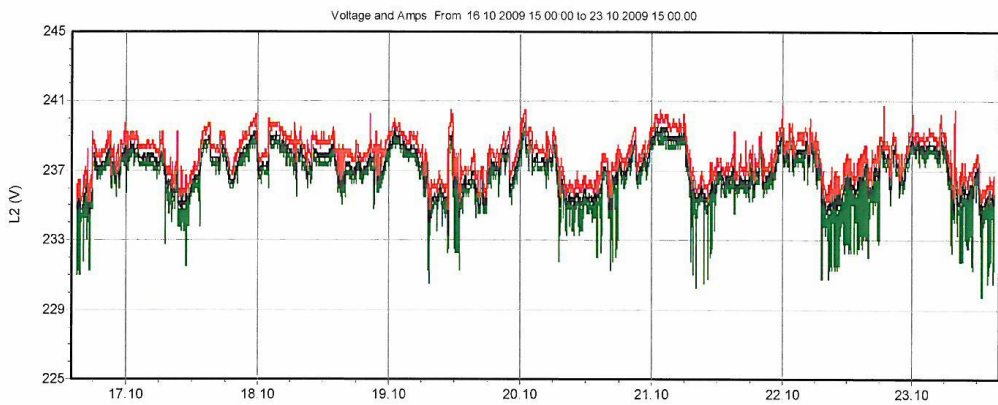
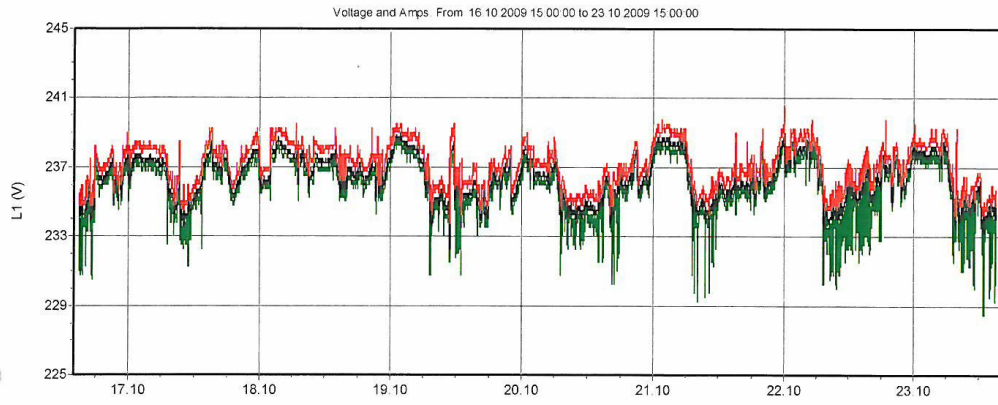
6. Rapid Voltage Changes

Date	Maximum number allowed per day	Number of changes ΔV stationary ($\geq 3\%$)	Number of changes ΔV max ($\geq 5\%$)	Result
16.10.2009	24	-	0	Pass
17.10.2009	24	-	0	Pass
18.10.2009	24	-	0	Pass
19.10.2009	24	-	0	Pass
20.10.2009	24	-	0	Pass
21.10.2009	24	-	0	Pass
22.10.2009	24	-	0	Pass
23.10.2009	24	-	1	Pass
24.10.2009	24	-	0	Pass
25.10.2009	24	-	0	Pass
26.10.2009	24	-	0	Pass
27.10.2009	24	-	0	Pass

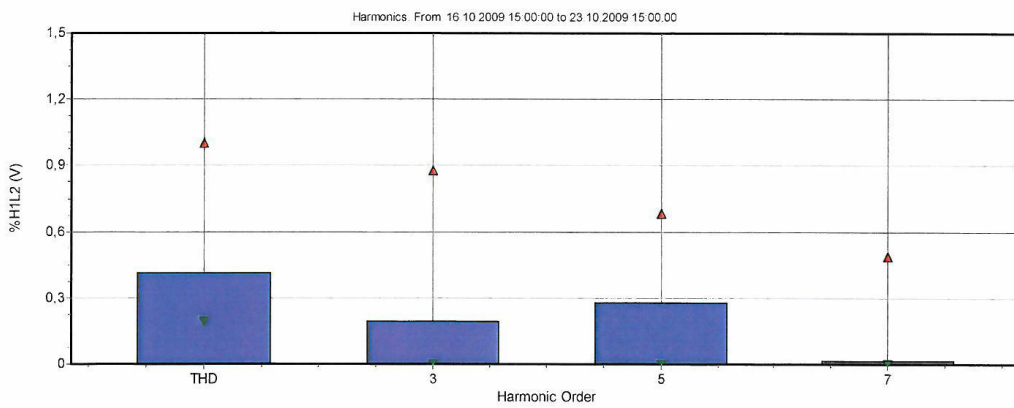
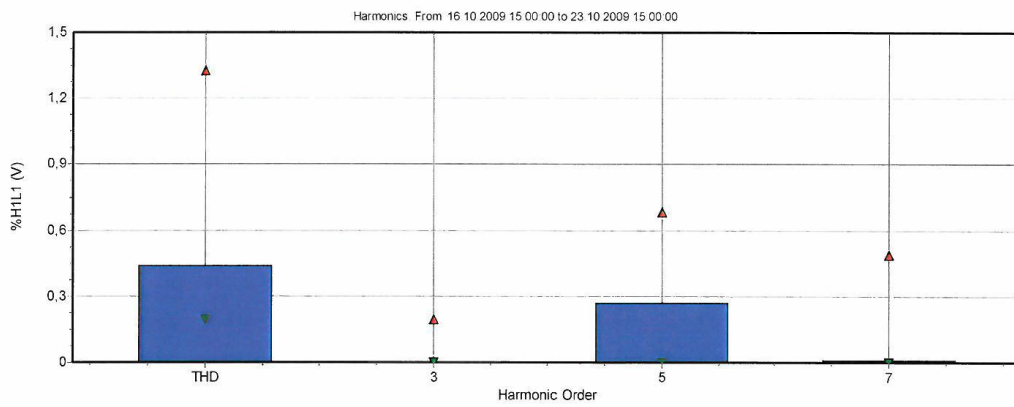
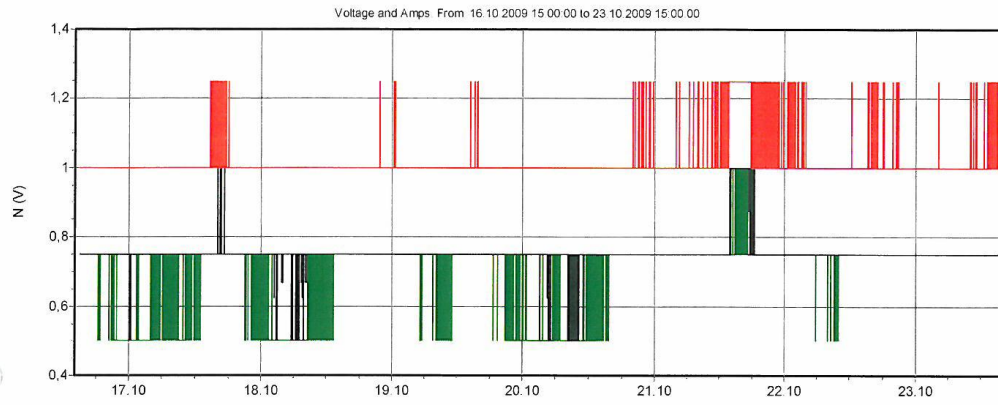
7.2 MEDCALScope Power Quality Report

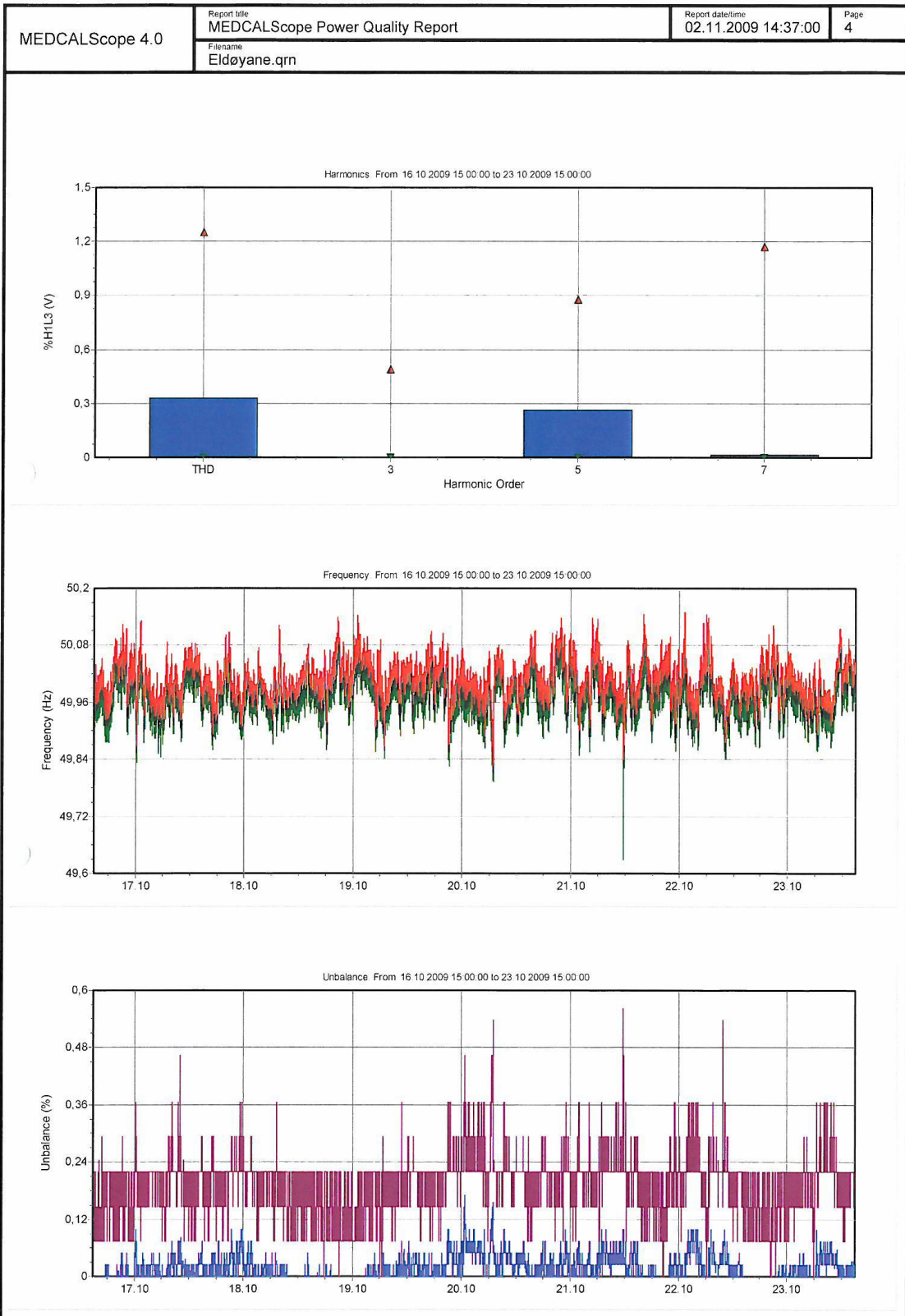
MEDCALScope 4.0	Report title MEDCALScope Power Quality Report	Report date/time 02.11.2009 14:36:54	Page 1
Filename Eldøyane.qrn			
General Information			
Recording Location	NS 286 Eldøyane K4		
Client			
Notes	Denne målingen ble utført i nettstasjon NS 286 Eldøyane K4. Der en utførte målingen på sekundærsiden av trafoen i nettstasjonen.		
Instrument Setup			
Instrument	MEDCAL NT		
Measurement Topology	3Ø Wye		
Recording Interval	1m 0s		
Nominal Voltage	230 V		
Nominal Frequency	50 Hz		
Voltage Transformer Ratio	1 kV / 1000 V		
Dip Threshold	207 V		
Swell Threshold	253 V		
Transient Sensitivity	100 %		
Report Summary			
Report's Initial Date/Time	16.10.2009 15:00:00		
Report's Final Date/Time	27.10.2009 15:59:59		
Number of RMS recordings	19081		
Number of frequency recordings	19081		
Number of harmonic recordings	19081		
Number of flicker recordings	1908		
Number of dips	0		
Number of swells	0		
Number of recorded transients	0		
Number of rapid voltage changes	1		
Number of event profiles	1		
Number of interruptions	0		
Number of intervals without recordings	0		

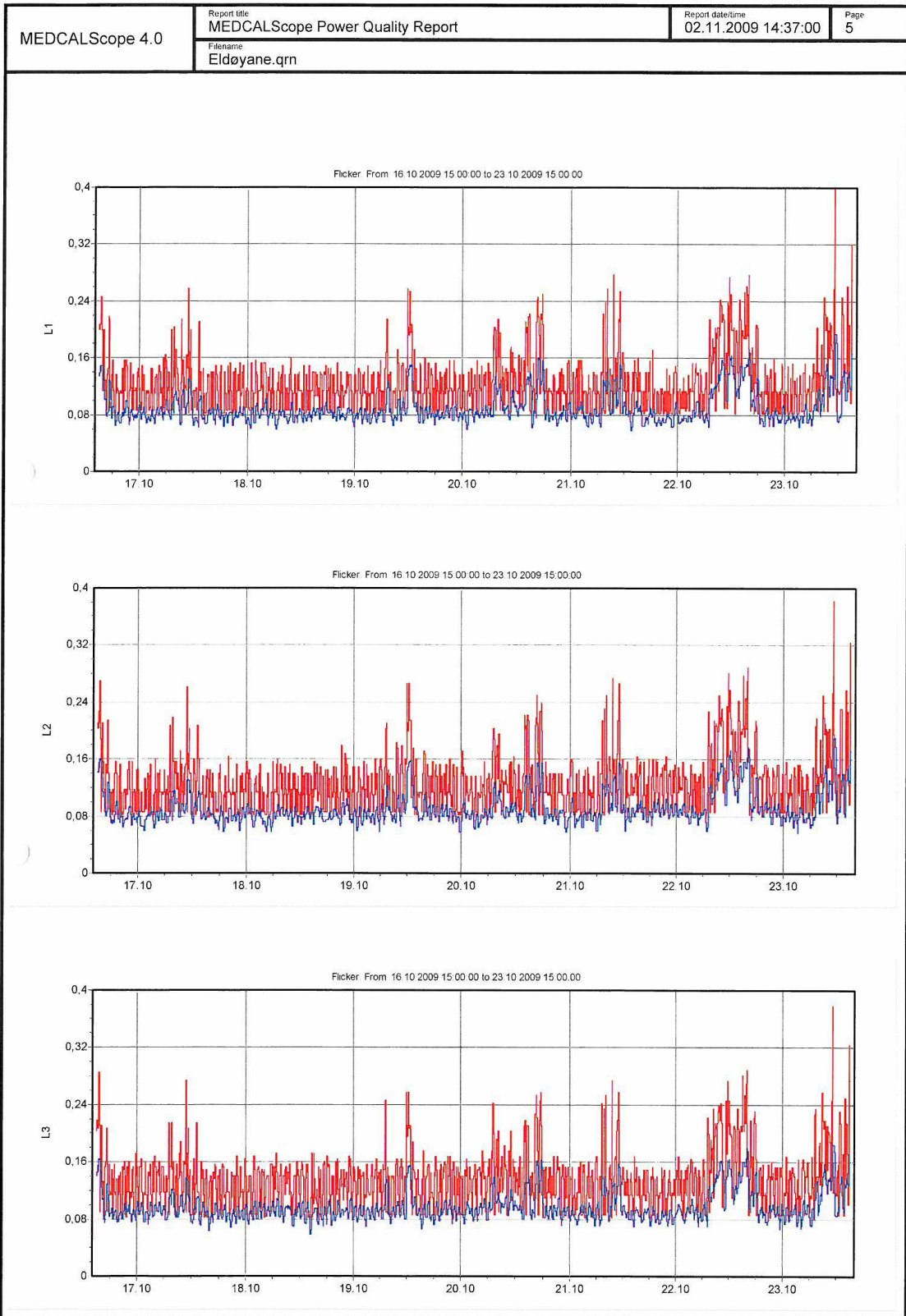
MEDCALScope 4.0	Report title MEDCALScope Power Quality Report	Report date/time 02.11.2009 14:36:57	Page 2
	Filename Eldøyane.qrn		

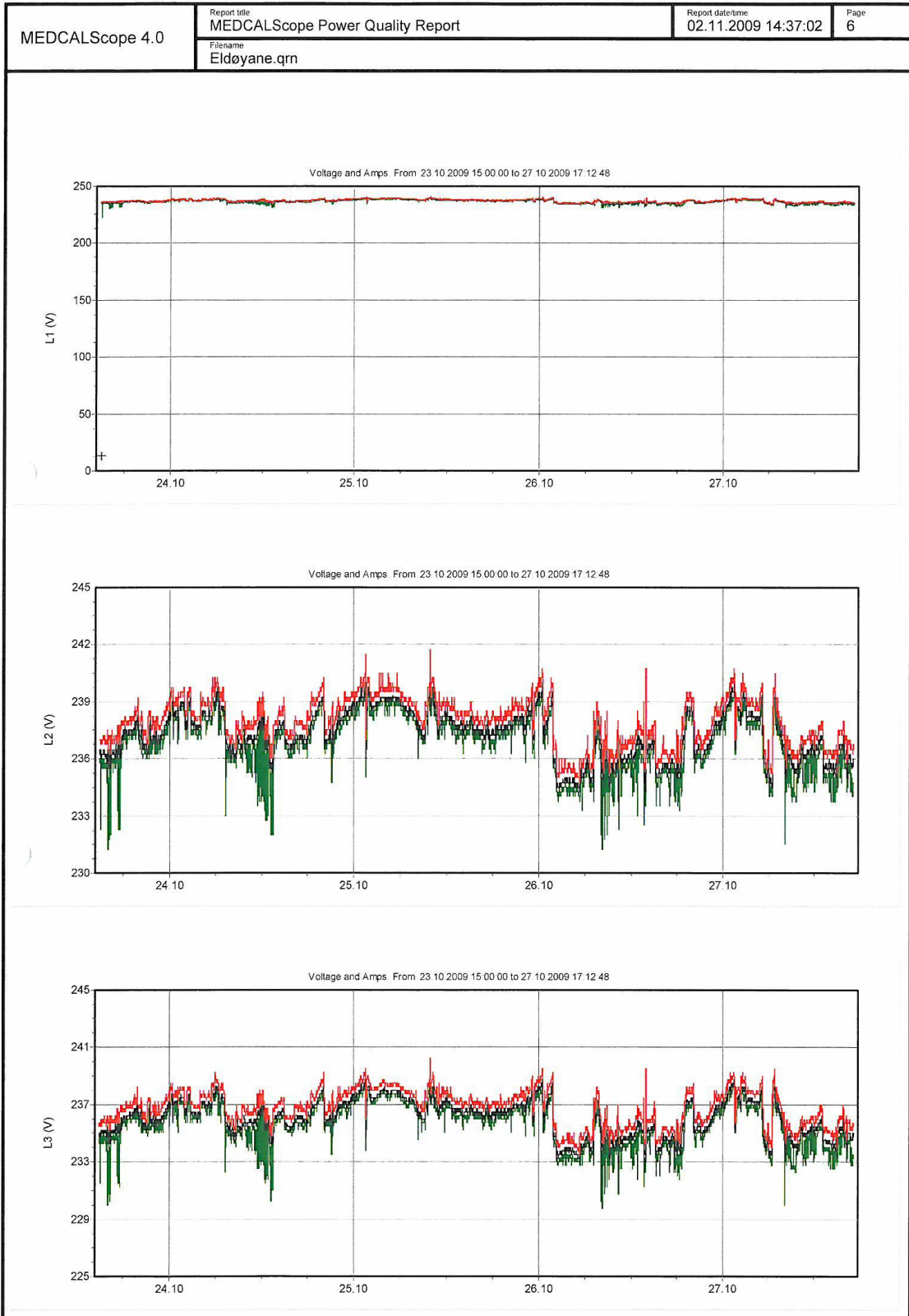


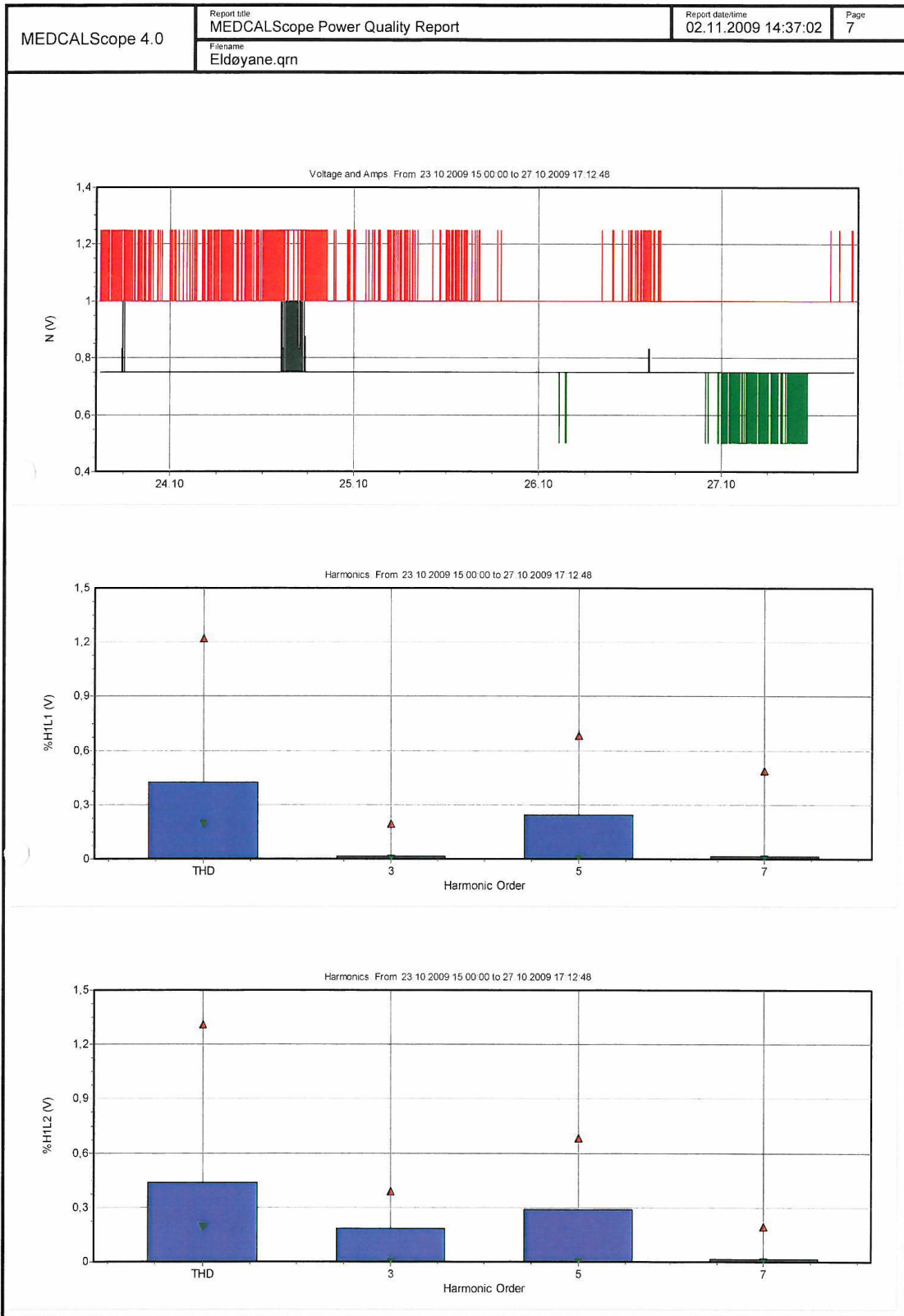
MEDCALScope 4.0	Report title MEDCALScope Power Quality Report	Report date/time 02.11.2009 14:36:58	Page 3
	Filename Eldøyane.qrn		

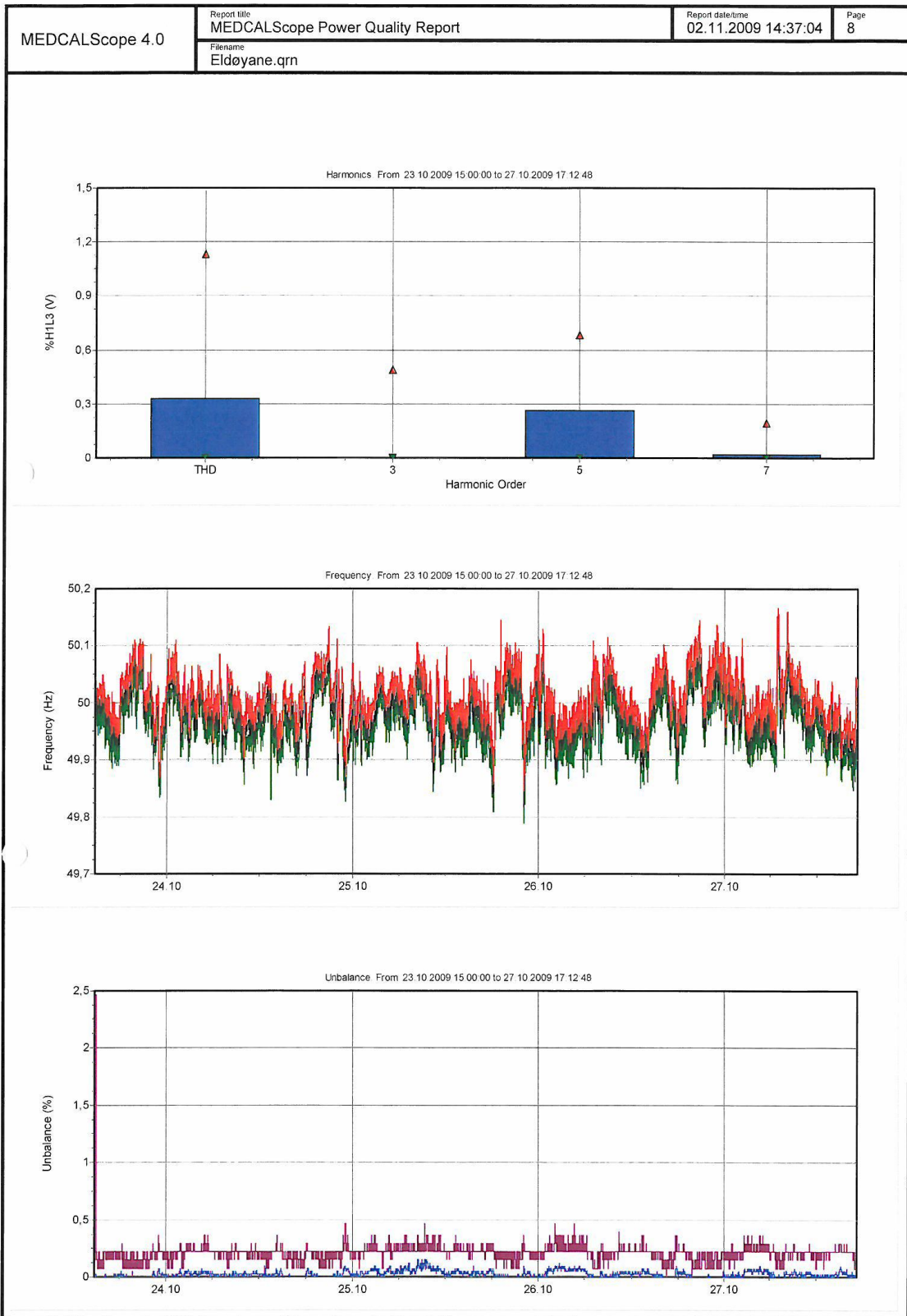




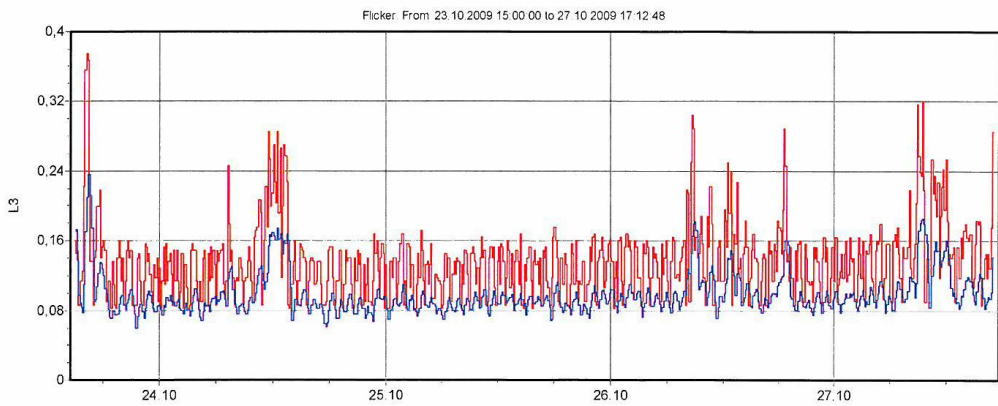
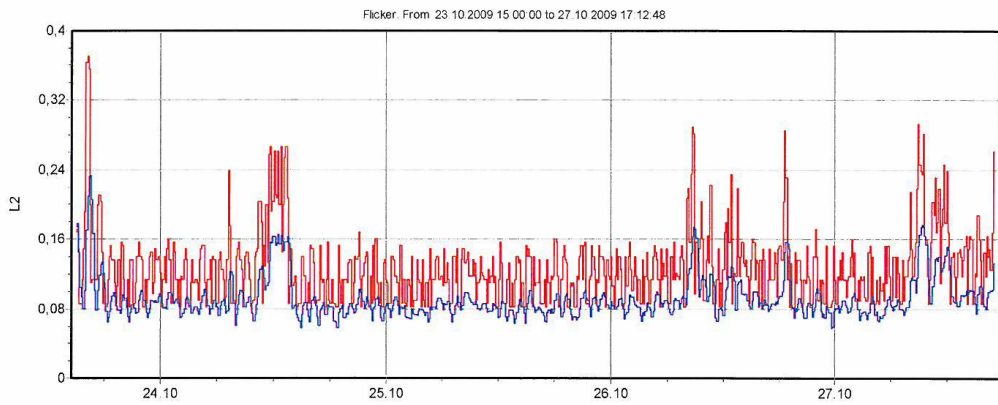
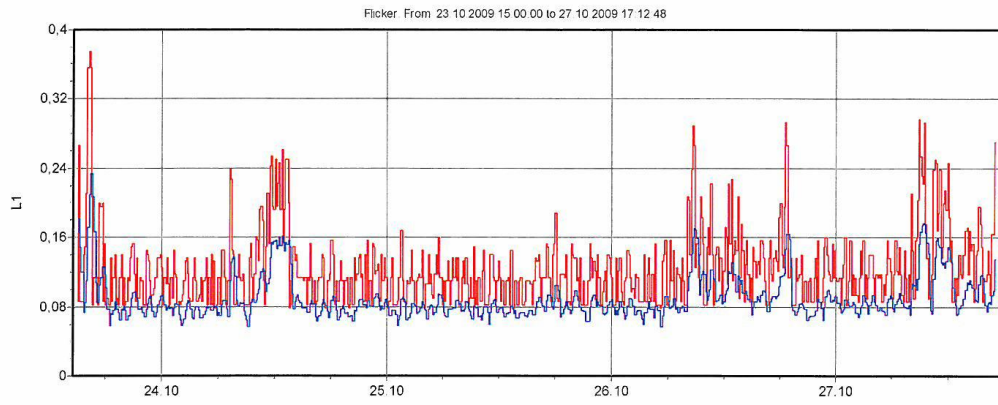








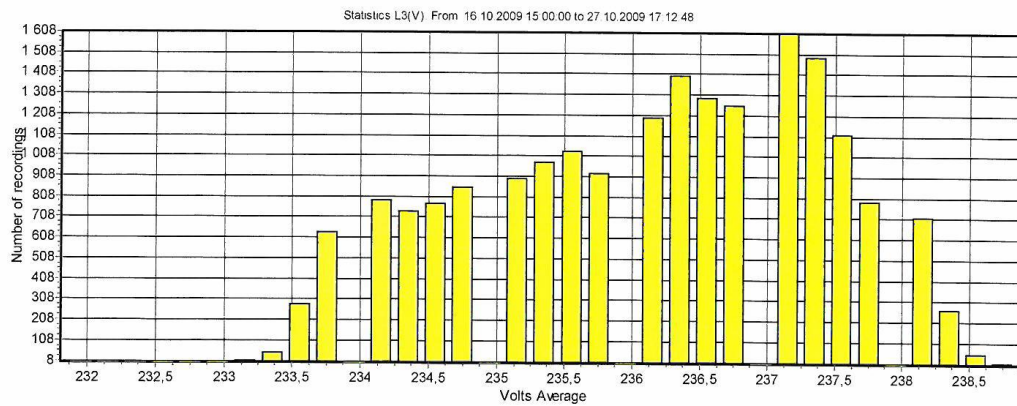
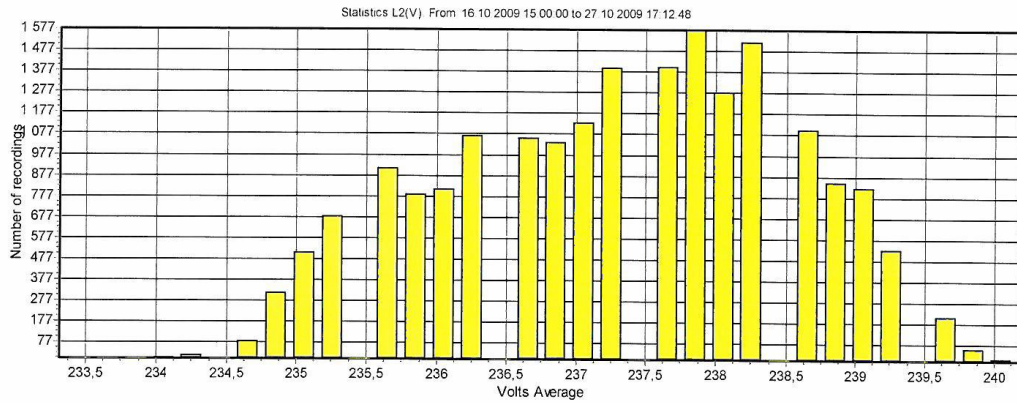
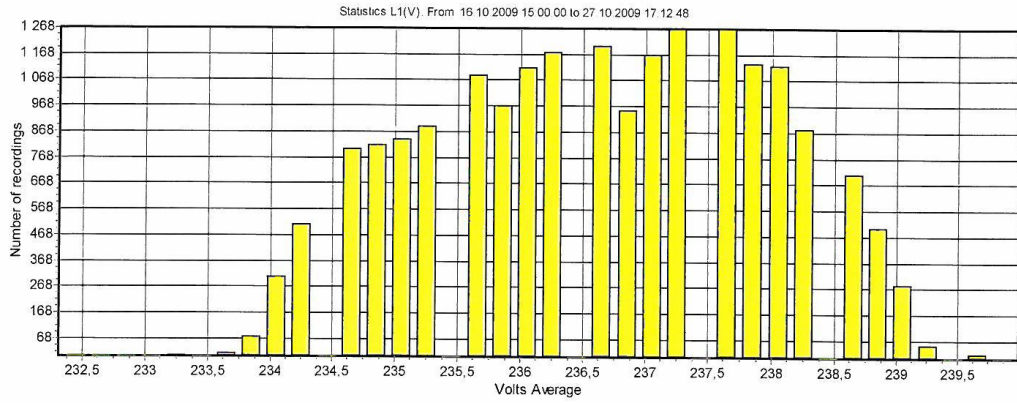
MEDCALScope 4.0	Report title MEDCALScope Power Quality Report	Report date/time 02.11.2009 14:37:04	Page 9
	Filename Eldøyane.qrn		

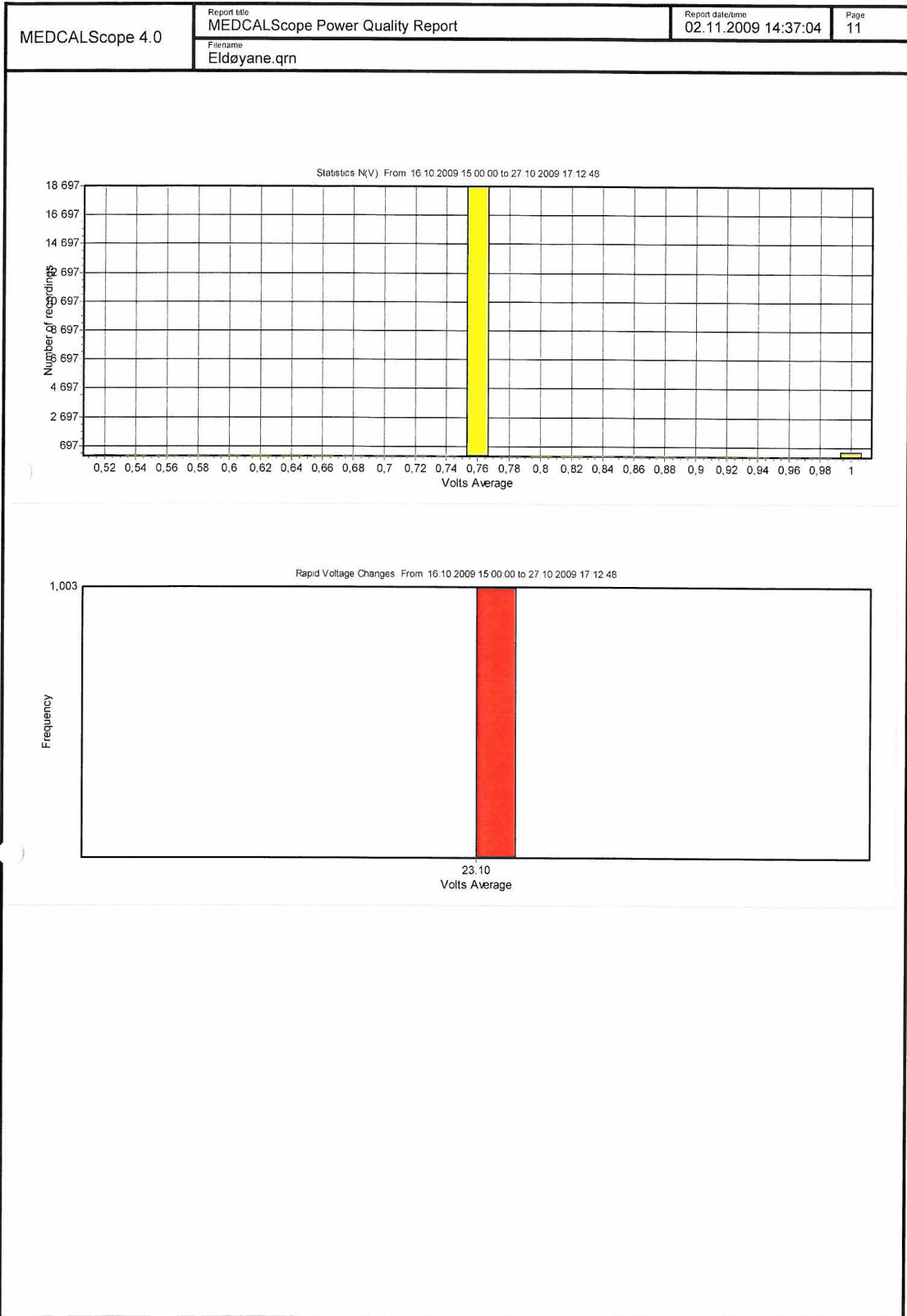


MEDCALScope 4.0

Report title
MEDCALScope Power Quality Report
Filename
Eldøyane.qrn

Report date/time
02.11.2009 14:37:04
Page
10





Vedlegg 8: Måleresultat for Lundseter kraftstasjon

8.1 NVE rapport (NVE PQ Regulations FoL_230V-35kV)

MEDCALScope 4.0	Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report datetime 29.10.2009 09:01:28	Page 1
Filename Lundseter.qrn			
General Information			
Recording Location	Lundsæter Kraftstasjon		
Client			
Notes	Denne målingen ble utført i Lundsæter kraftstasjon. Der ern utførte målingen på sekundærsiden på trafo i stasjonen.		
Instrument Setup			
Instrument	MEDCAL NT		
Measurement Topology	3Ø Delta		
Recording Interval	1m 0s		
Nominal Voltage	230 V		
Nominal Frequency	50 Hz		
Voltage Transformer Ratio	1 kV / 1000 V		
Dip Threshold	207 V		
Swell Threshold	253 V		
Transient Sensitivity	100 %		
Report Summary			
Report's Initial Date/Time	08.10.2009 13:00:00		
Report's Final Date/Time	16.10.2009 09:59:59		
Number of RMS recordings	13608		
Number of frequency recordings	13608		
Number of harmonic recordings	13608		
Number of flicker recordings	1360		
Number of dips	0		
Number of swells	0		
Number of recorded transients	0		
Number of rapid voltage changes	0		
Number of event profiles	0		
Number of short interruptions (<= 3 min)	0		
Number of long interruptions (> 3 min)	0		
Number of intervals without recordings	0		
NVE Compliance Summary			
Parameter	Result		
RMS Voltage	Pass		
Frequency	Pass		
Voltage Unbalance	Pass		
Pst	Pass		
Plt	Pass		
Voltage THD	Pass		
Volts Harmonics	Pass		
Rapid Voltage Change	Pass		

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report date/time 29.10.2009 09:01:28	Page 2			
		Filename Lundseter.qrn					
Detailed Report Information							
1. Steady State Voltage Variations							
Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm min (V)	Measured min (V)	Norm max (V)	Measured max (V)	Result
RMS Voltage	L1	100	207	236,75	253	243	Pass
RMS Voltage	L2	100	207	237,25	253	243,25	Pass
RMS Voltage	L3	100	207	237,5	253	242,75	Pass
2. Frequency							
Parameter	% of time	Norm min (Hz)	Measured min (Hz)	Norm max (Hz)	Measured max (Hz)	Result	
Frequency	100	49	49,818	51	50,138	Pass	
3. Voltage Unbalance							
Parameter	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result			
V Unbalance	100	2	0,342	Pass			
4. Flicker							
Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm max	Measured max	Result		
Pst	L1	95	1.2	0,203	Pass		
Plt	L1	100	1.0	0,123	Pass		
Pst	L2	95	1.2	0,199	Pass		
Plt	L2	100	1.0	0,112	Pass		
Pst	L3	95	1.2	0,223	Pass		
Plt	L3	100	1.0	0,125	Pass		
5. Voltage Harmonics							
Parameter	Channel/Phase	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result		
Voltage THD	L1 (10 min)	100	8	0,921	Pass		
	L1 (1 week)	100	5	0,651	Pass		
Voltage THD	L2 (10 min)	100	8	1,006	Pass		
	L2 (1 week)	100	5	0,705	Pass		
Voltage THD	L3 (10 min)	100	8	0,991	Pass		
	L3 (1 week)	100	5	0,665	Pass		

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report date/time 29.10.2009 09:01:28	Page 3		
		Filename Lundseter.qrn				
Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L1	2	100	2	0,195	Pass
		3	100	5	0,195	Pass
		4	100	1	0	Pass
		5	100	6	0,684	Pass
		6	100	0,5	0	Pass
		7	100	5	1,367	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0	Pass
		11	100	3,5	0,195	Pass
		12	100	0,5	0	Pass
		13	100	3	0	Pass
		14	100	0,5	0	Pass
		15	100	0,5	0	Pass
		16	100	0,5	0	Pass
		17	100	2	0	Pass
		18	100	0,5	0	Pass
		19	100	1,5	0	Pass
		20	100	0,5	0	Pass
		21	100	0,5	0	Pass
		22	100	0,5	0	Pass
		23	100	1,5	0	Pass
		24	100	0,5	0	Pass
		25	100	1,5	0	Pass
		26	100	0,5	0	Pass
		27	100	0,5	0	Pass
		28	100	0,5	0	Pass
		29	100	1	0	Pass
		30	100	0,5	0	Pass
		31	100	1	0	Pass
		32	100	0,5	0	Pass
		33	100	0,5	0	Pass
		34	100	0,5	0	Pass
		35	100	1	0	Pass
		36	100	0,5	0	Pass
		37	100	1	0	Pass
		38	100	0,5	0	Pass
		39	100	0,5	0	Pass
		40	100	0,5	0	Pass
		41	100	1	0	Pass
		42	100	0,5	0	Pass
		43	100	1	0	Pass
		44	100	0,5	0	Pass
		45	100	0,5	0	Pass
		46	100	0,5	0	Pass
		47	100	1	0	Pass
		48	100	0,5	0	Pass
		49	100	1	0	Pass
		50	100	0,5	0	Pass

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)		Report date/time 29.10.2009 09:01:28		Page 4
		Filename Lundseter.qrn				
Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L2	2	100	2	0,195	Pass
		3	100	5	0,195	Pass
		4	100	1	0,195	Pass
		5	100	6	0,879	Pass
		6	100	0,5	0,195	Pass
		7	100	5	1,563	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0	Pass
		11	100	3,5	0,195	Pass
		12	100	0,5	0	Pass
		13	100	3	0	Pass
		14	100	0,5	0	Pass
		15	100	0,5	0	Pass
		16	100	0,5	0	Pass
		17	100	2	0	Pass
		18	100	0,5	0	Pass
		19	100	1,5	0	Pass
		20	100	0,5	0	Pass
		21	100	0,5	0	Pass
		22	100	0,5	0	Pass
		23	100	1,5	0	Pass
		24	100	0,5	0	Pass
		25	100	1,5	0	Pass
		26	100	0,5	0	Pass
		27	100	0,5	0	Pass
		28	100	0,5	0	Pass
		29	100	1	0	Pass
		30	100	0,5	0	Pass
		31	100	1	0	Pass
		32	100	0,5	0	Pass
		33	100	0,5	0	Pass
		34	100	0,5	0	Pass
		35	100	1	0	Pass
		36	100	0,5	0	Pass
		37	100	1	0	Pass
		38	100	0,5	0	Pass
		39	100	0,5	0	Pass
		40	100	0,5	0	Pass
		41	100	1	0	Pass
		42	100	0,5	0	Pass
		43	100	1	0	Pass
		44	100	0,5	0	Pass
		45	100	0,5	0	Pass
		46	100	0,5	0	Pass
		47	100	1	0	Pass
		48	100	0,5	0	Pass
		49	100	1	0	Pass
		50	100	0,5	0	Pass

MEDCALScope 4.0		Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report date/time 29.10.2009 09:01:28	Page 5		
		Filename Lundseter.qrn				
Parameter	Channel/Phase	Harm #	% of time	Norm max (%)	Measured max (%)	Result
Individual harmonics	L3	2	100	2	0,195	Pass
		3	100	5	0,195	Pass
		4	100	1	0,195	Pass
		5	100	6	0,879	Pass
		6	100	0,5	0,195	Pass
		7	100	5	1,563	Pass
		8	100	0,5	0	Pass
		9	100	1,5	0	Pass
		10	100	0,5	0	Pass
		11	100	3,5	0,195	Pass
		12	100	0,5	0	Pass
		13	100	3	0	Pass
		14	100	0,5	0	Pass
		15	100	0,5	0	Pass
		16	100	0,5	0	Pass
		17	100	2	0	Pass
		18	100	0,5	0	Pass
		19	100	1,5	0	Pass
		20	100	0,5	0	Pass
		21	100	0,5	0	Pass
		22	100	0,5	0	Pass
		23	100	1,5	0	Pass
		24	100	0,5	0	Pass
		25	100	1,5	0	Pass
		26	100	0,5	0	Pass
		27	100	0,5	0	Pass
		28	100	0,5	0	Pass
		29	100	1	0	Pass
		30	100	0,5	0	Pass
		31	100	1	0	Pass
		32	100	0,5	0	Pass
		33	100	0,5	0	Pass
		34	100	0,5	0	Pass
		35	100	1	0	Pass
		36	100	0,5	0	Pass
		37	100	1	0	Pass
		38	100	0,5	0	Pass
		39	100	0,5	0	Pass
		40	100	0,5	0	Pass
		41	100	1	0	Pass
		42	100	0,5	0	Pass
		43	100	1	0	Pass
		44	100	0,5	0	Pass
		45	100	0,5	0	Pass
		46	100	0,5	0	Pass
		47	100	1	0	Pass
		48	100	0,5	0	Pass
		49	100	1	0	Pass
		50	100	0,5	0	Pass

MEDCALScope 4.0	Report title	NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101)	Report date/time	29.10.2009 09:01:28	Page	6
	Filename	Lundseter.qrn				

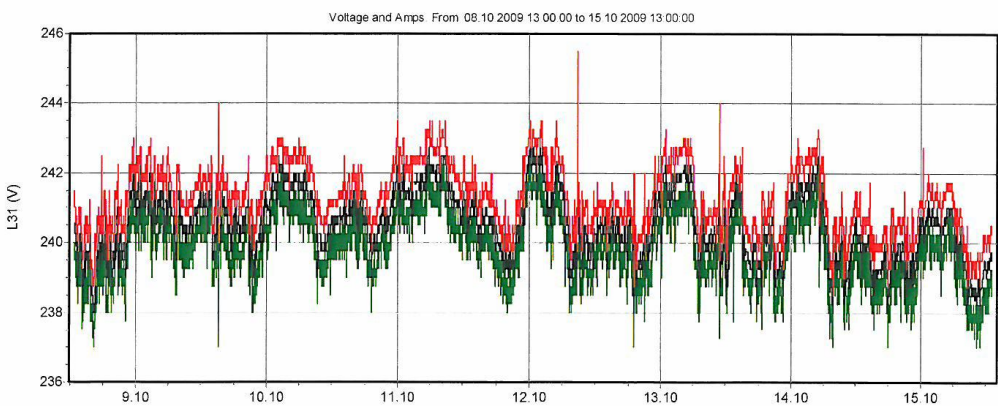
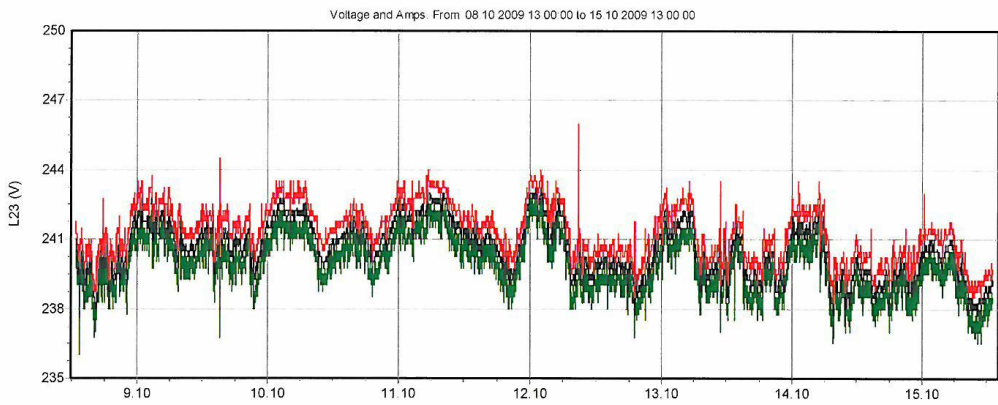
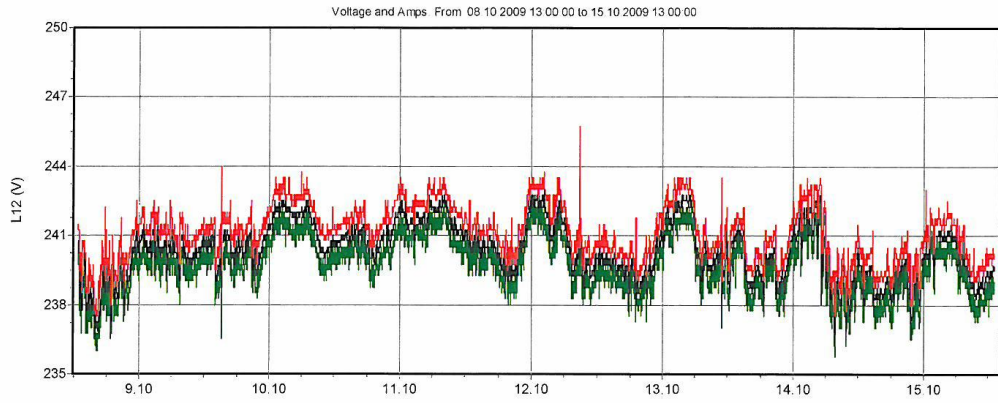
6. Rapid Voltage Changes

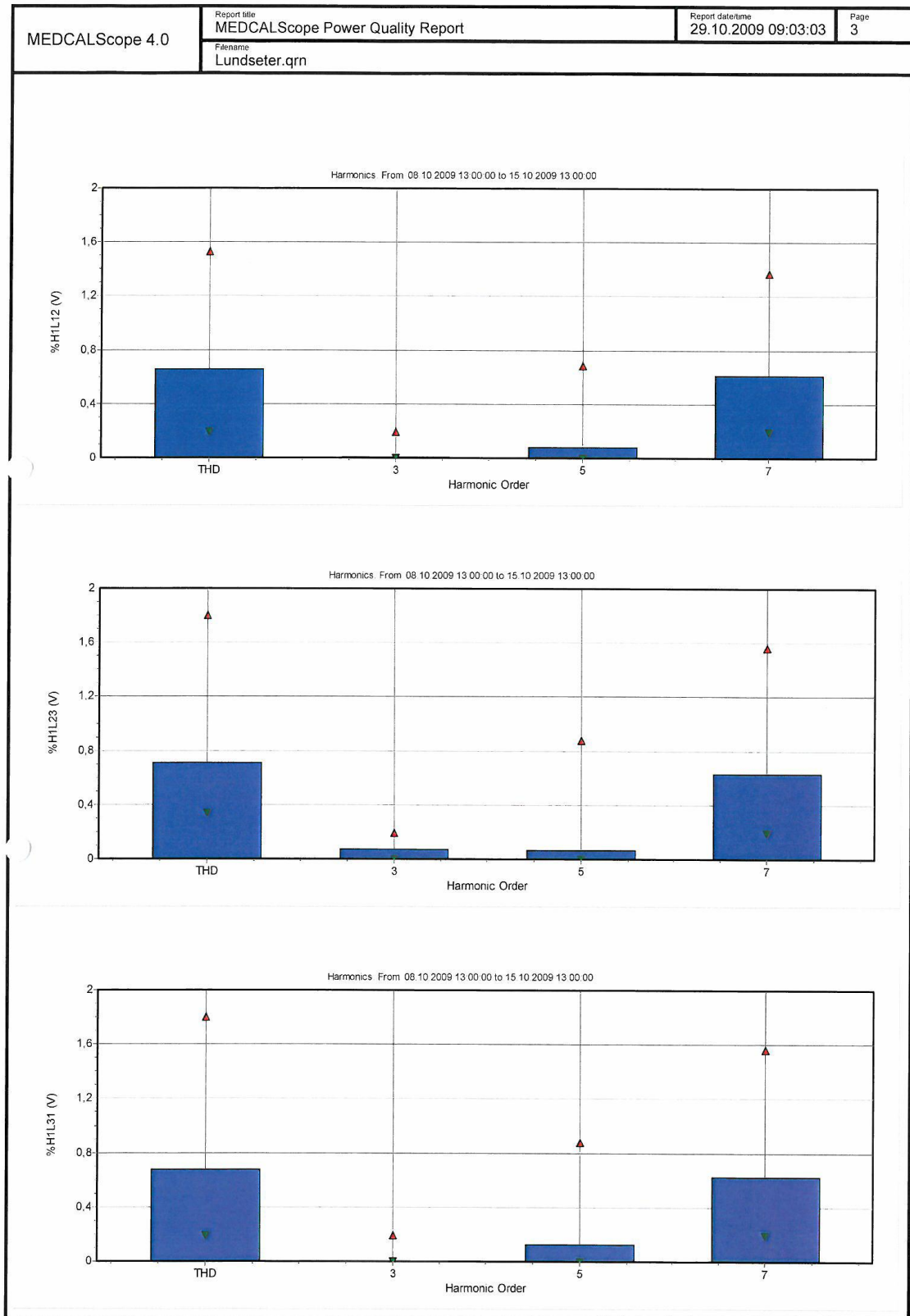
Date	Maximum number allowed per day	Number of changes ΔV stationary ($\geq 3\%$)	Number of changes ΔV max ($\geq 5\%$)	Result
08.10.2009	24	-	0	Pass
09.10.2009	24	-	0	Pass
10.10.2009	24	-	0	Pass
11.10.2009	24	-	0	Pass
12.10.2009	24	-	0	Pass
13.10.2009	24	-	0	Pass
14.10.2009	24	-	0	Pass
15.10.2009	24	-	0	Pass
16.10.2009	24	-	0	Pass

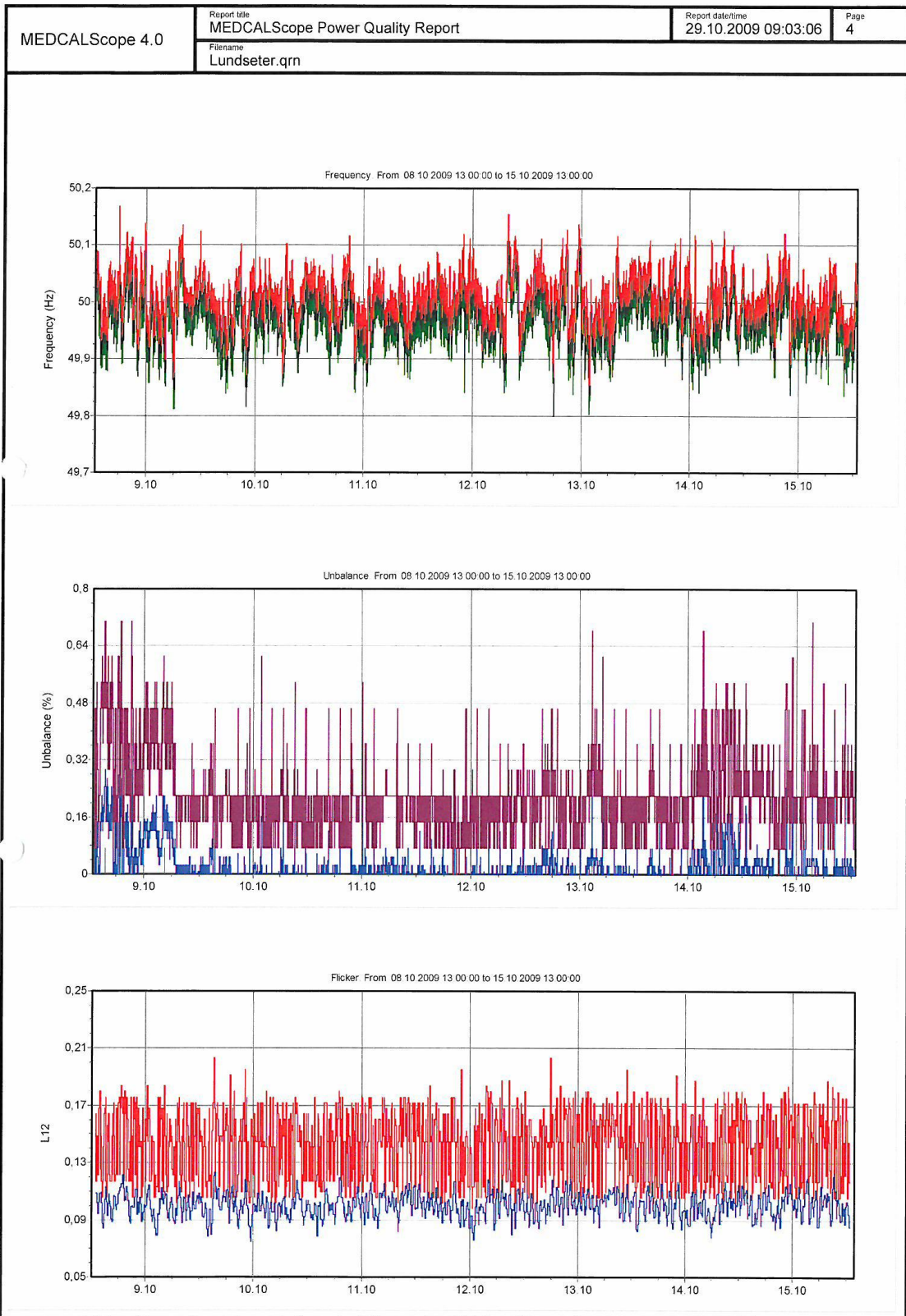
8.2 MEDCALScope Power Quality Report

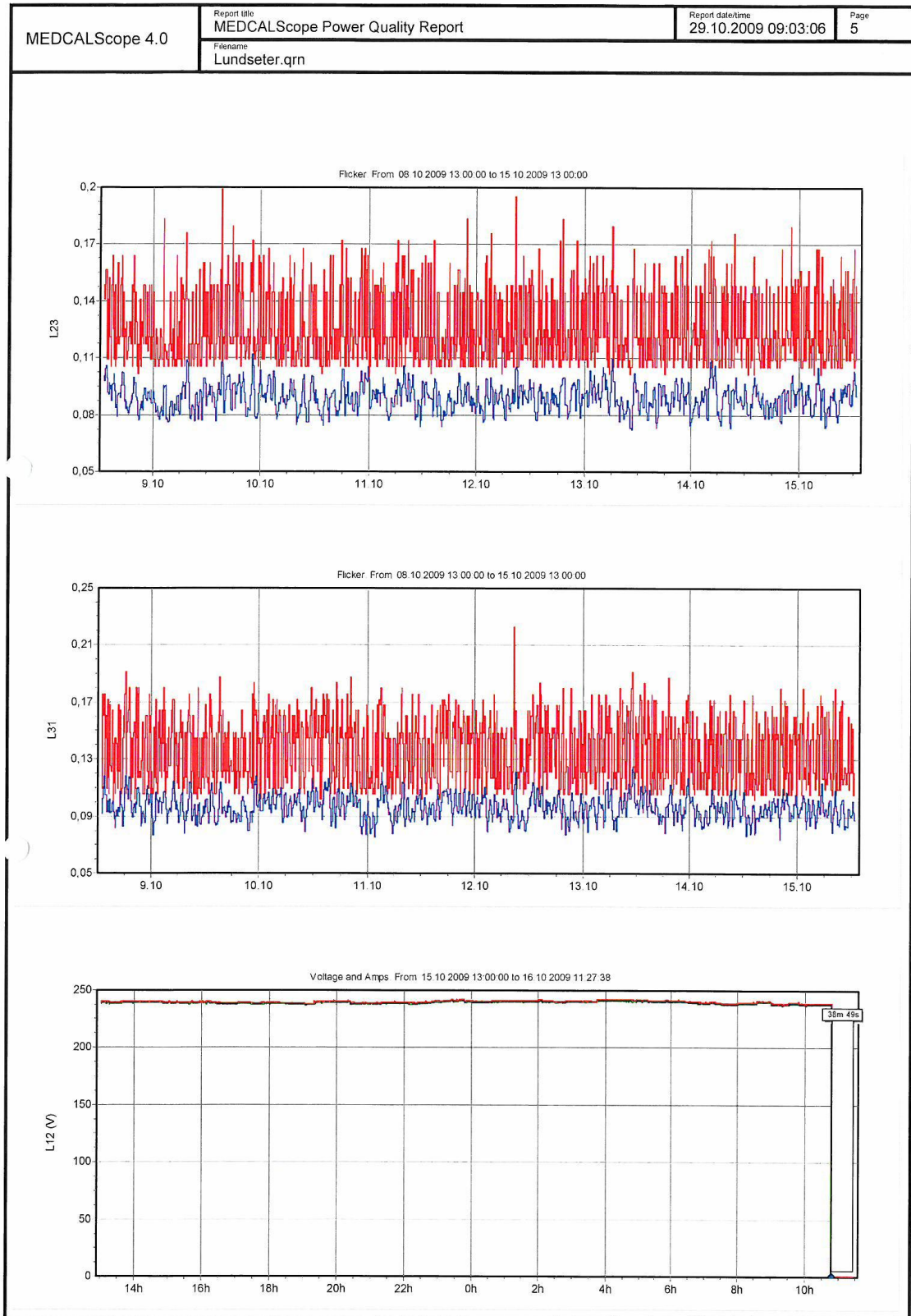
MEDCALScope 4.0		Report title MEDCALScope Power Quality Report	Report date/time 29.10.2009 09:03:00	Page 1
		Filename Lundsæter.qrn		
General Information				
Recording Location	Lundsæter Kraftstasjon			
Client				
Notes	Denne målingen ble utført i Lundsæter kraftstasjon. Der ern utførte målingen på sekundærsiden på trafo i stasjonen.			
Instrument Setup				
Instrument	MEDCAL NT			
Measurement Topology	3Ø Delta			
Recording Interval	1m 0s			
Nominal Voltage	230 V			
Nominal Frequency	50 Hz			
Voltage Transformer Ratio	1 kV / 1000 V			
Dip Threshold	207 V			
Swell Threshold	253 V			
Transient Sensitivity	100 %			
Report Summary				
Report's Initial Date/Time	08.10.2009 13:00:00			
Report's Final Date/Time	16.10.2009 09:59:59			
Number of RMS recordings	13608			
Number of frequency recordings	13608			
Number of harmonic recordings	13608			
Number of flicker recordings	1360			
Number of dips	0			
Number of swells	0			
Number of recorded transients	0			
Number of rapid voltage changes	0			
Number of event profiles	0			
Number of interruptions	0			
Number of intervals without recordings	0			

MEDCALScope 4.0	Report title MEDCALScope Power Quality Report	Report date/time 29.10.2009 09:03:03	Page 2
	Filename Lundseter.qrn		

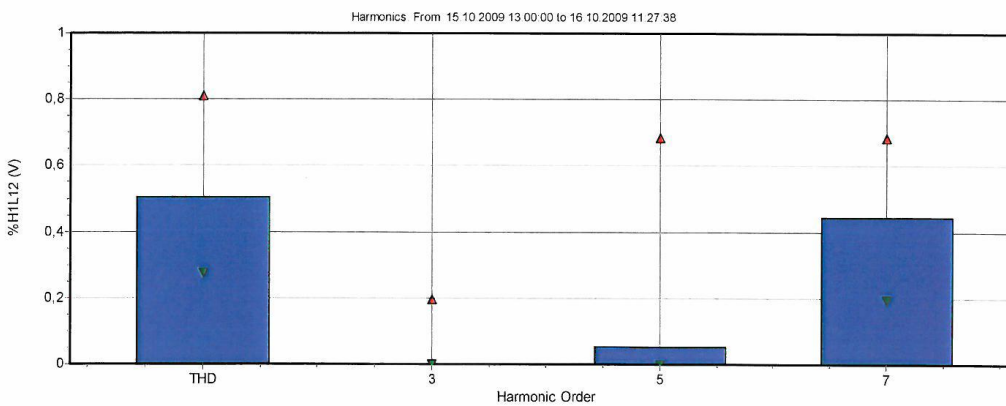
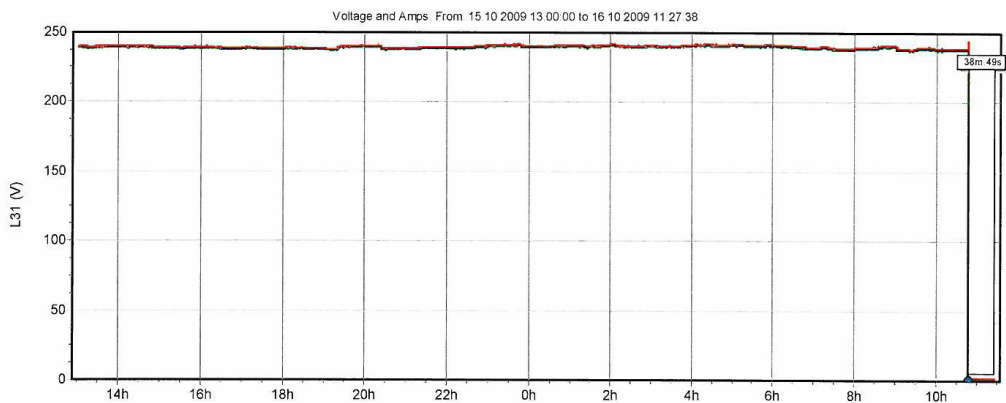
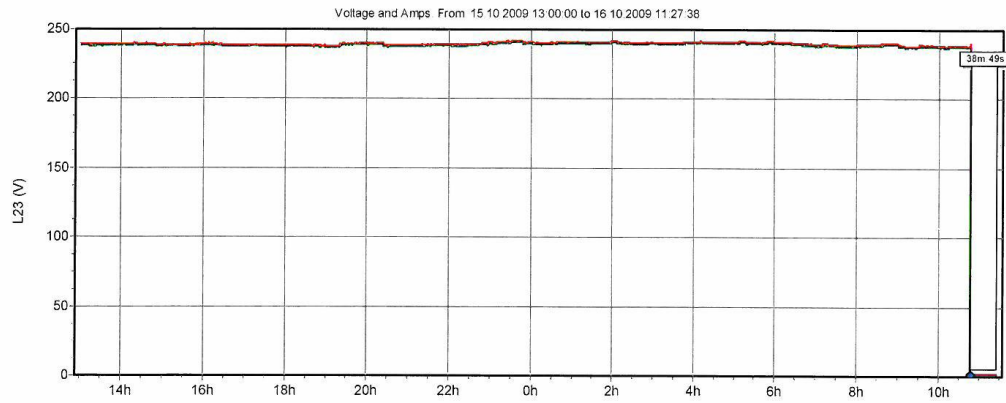




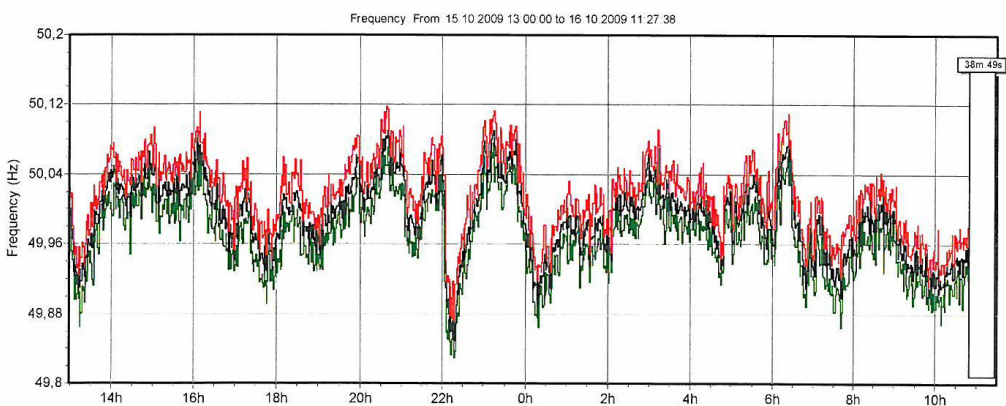
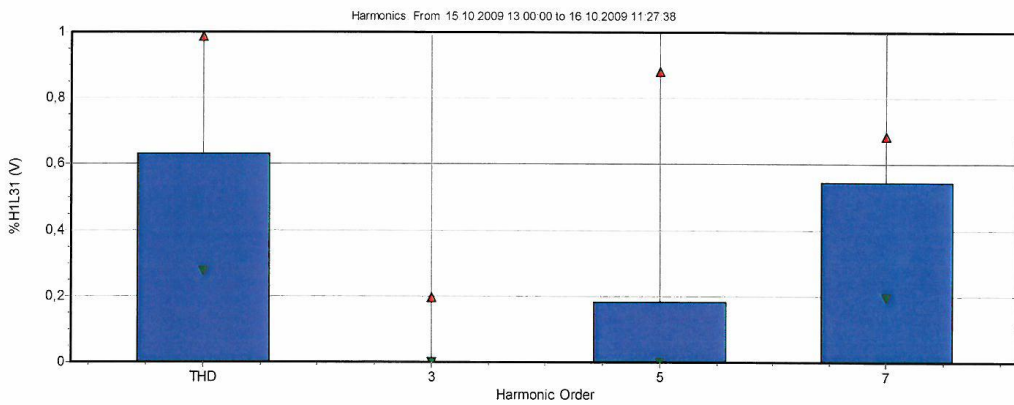
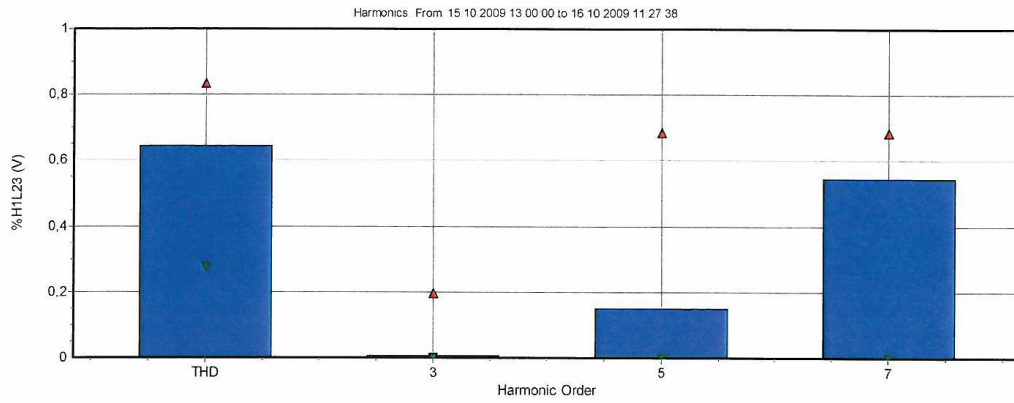




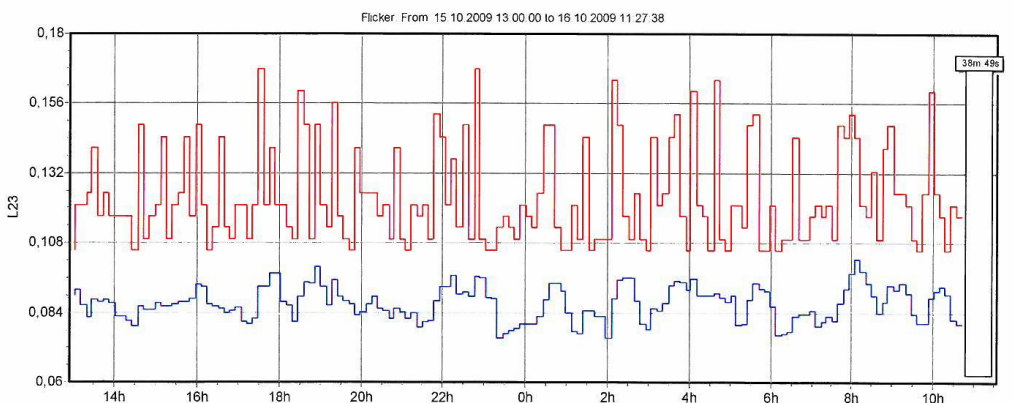
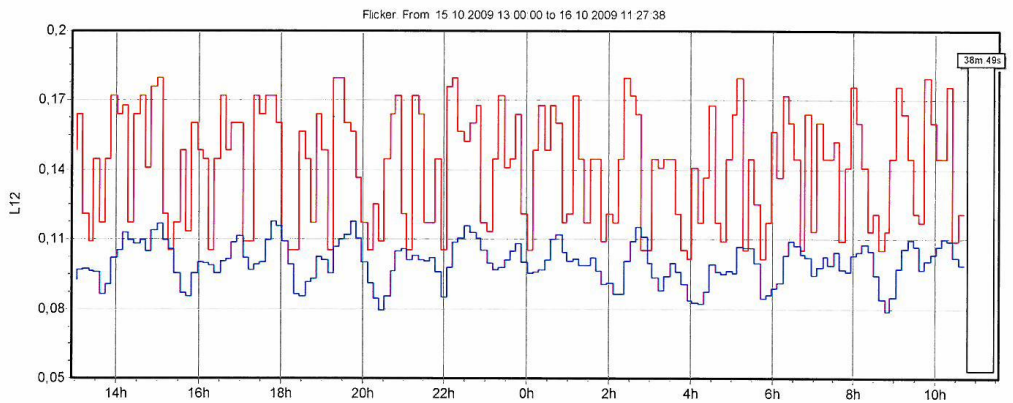
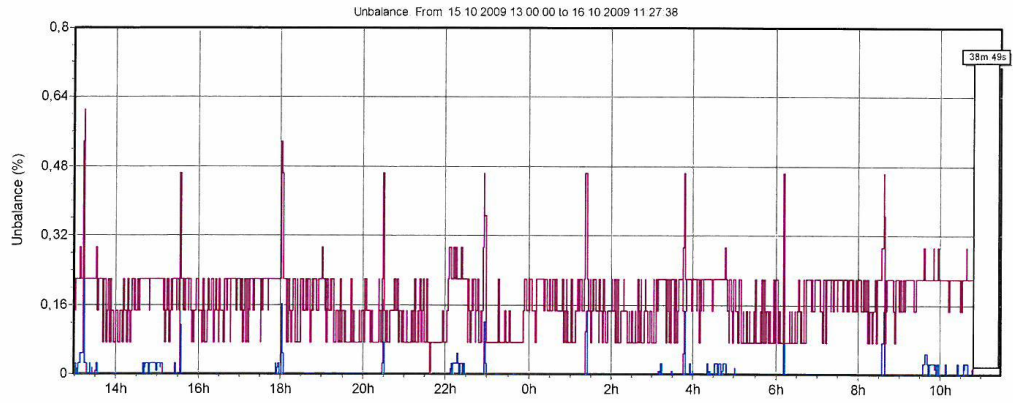
MEDCALScope 4.0	Report title MEDCALScope Power Quality Report	Report date/time 29.10.2009 09:03:07	Page 6
	Filename Lundseter.qrn		



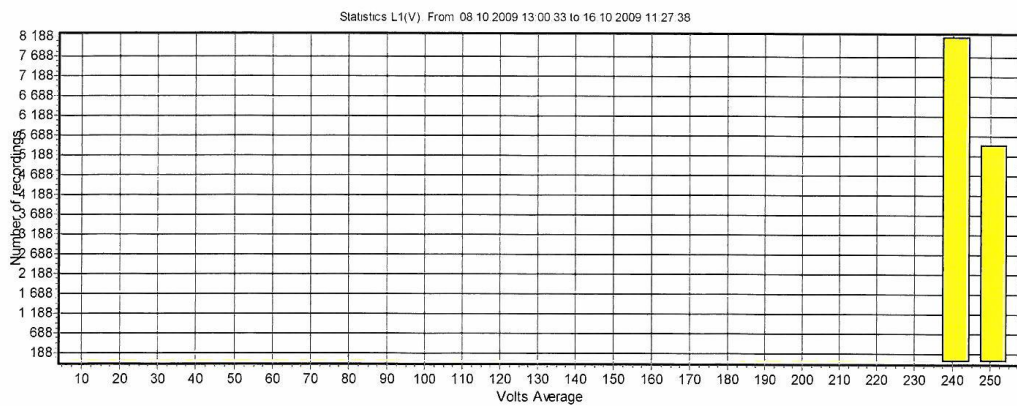
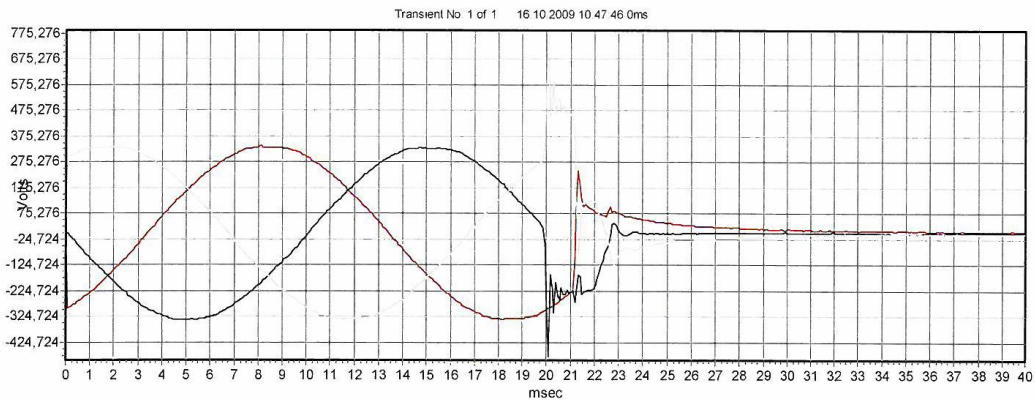
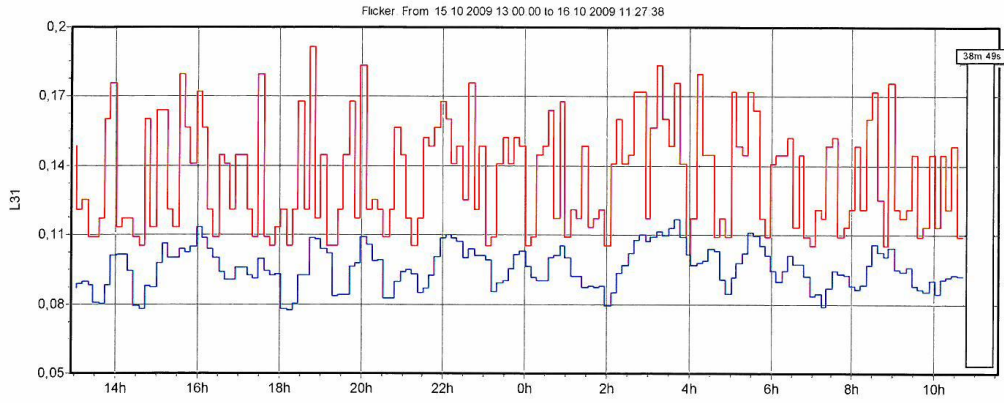
MEDCALScope 4.0	Report title MEDCALScope Power Quality Report	Report date/time 29.10.2009 09:03:07	Page 7
	Filename Lundseter.qrn		



MEDCALScope 4.0	Report title MEDCALScope Power Quality Report	Report date/time 29.10.2009 09:03:07	Page 8
	Filename Lundseter.qrn		



MEDCALScope 4.0	Report title MEDCALScope Power Quality Report	Report date/time 29.10.2009 09:03:07	Page 9
	Filename Lundseter.qrn		



MEDCALScope 4.0	Report title MEDCALScope Power Quality Report	Report date/time 29.10.2009 09:03:08	Page 10
	Filename Lundseter.qrn		

