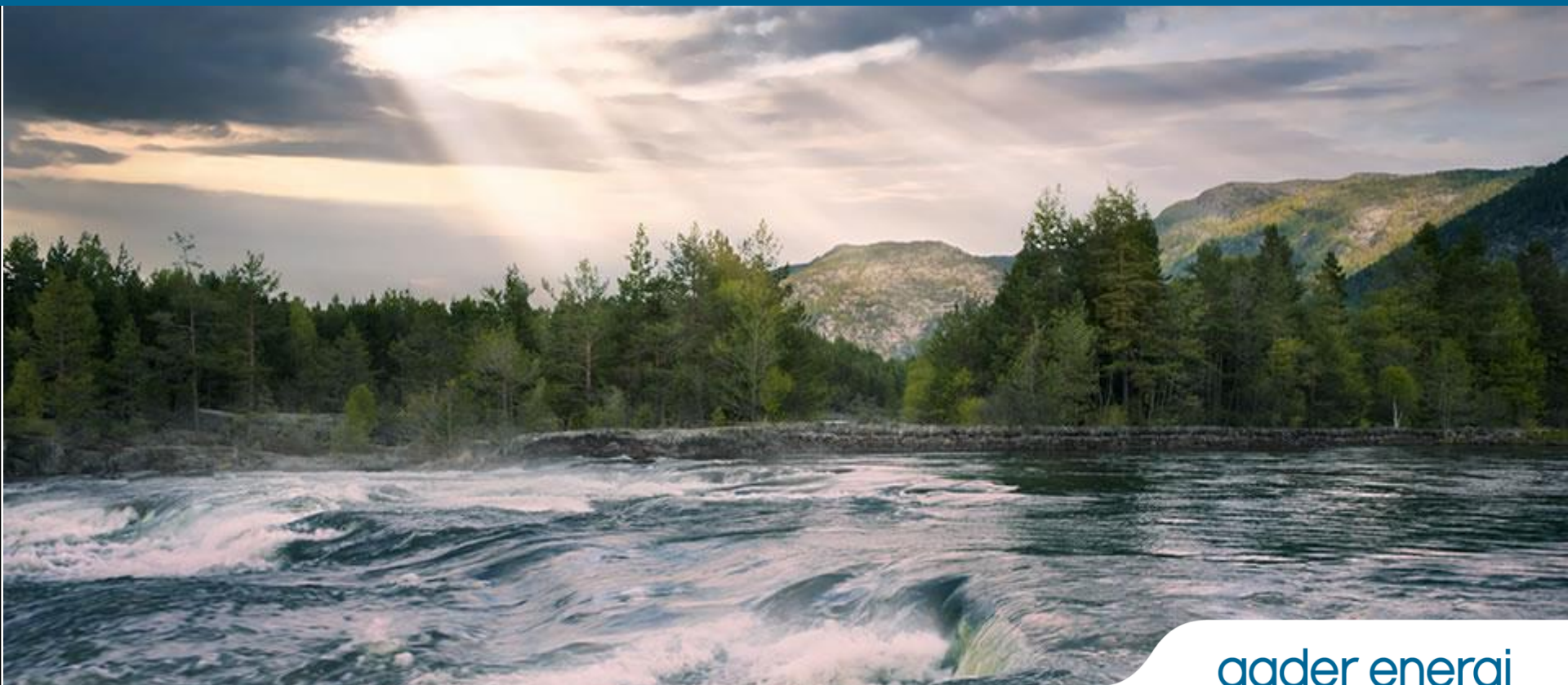


Effektkrevende elektrisk utstyr, utfordring for nettet

Informasjonsmøte installatører 29.1.2015

Rolf Erlend Grundt, AEN



agder energi

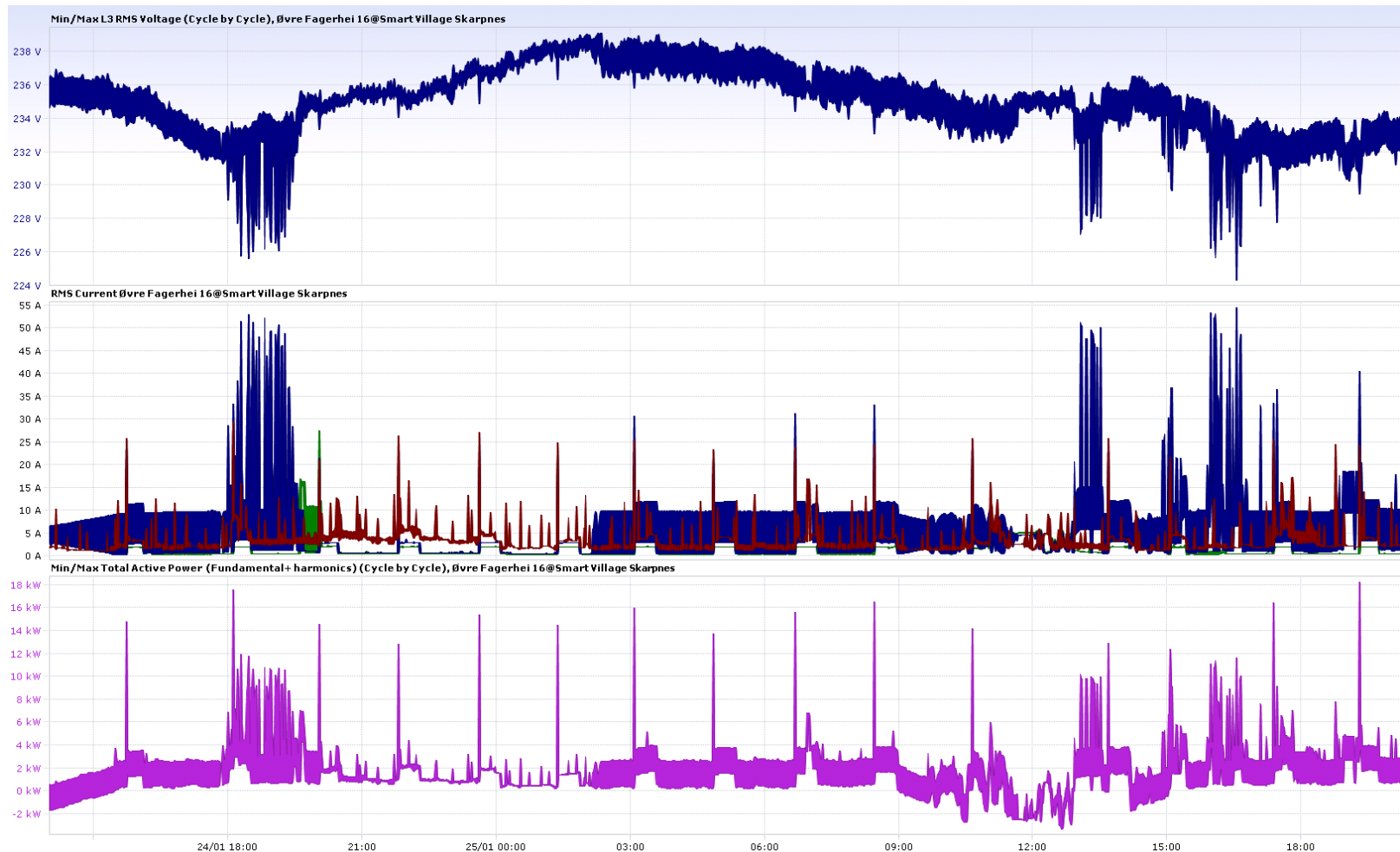
Tema

1. Tendenser mot mer effektkrevende utsyr og utfordringer
2. Hva er utfordrende elektriske apparater?
3. Spenningskvalitet og Forskrift
4. NVE, hva er normale apparater?
5. Hva er svakt nett og nettstyrke på Agder?
6. Elbil og påvirkning på spenningen
7. Mulige ladertømmer ved ulike kortslutningsstrømmer
8. Forhåndsmelding når ladning elbil over 10 A
9. Gode tiltak hos kunde

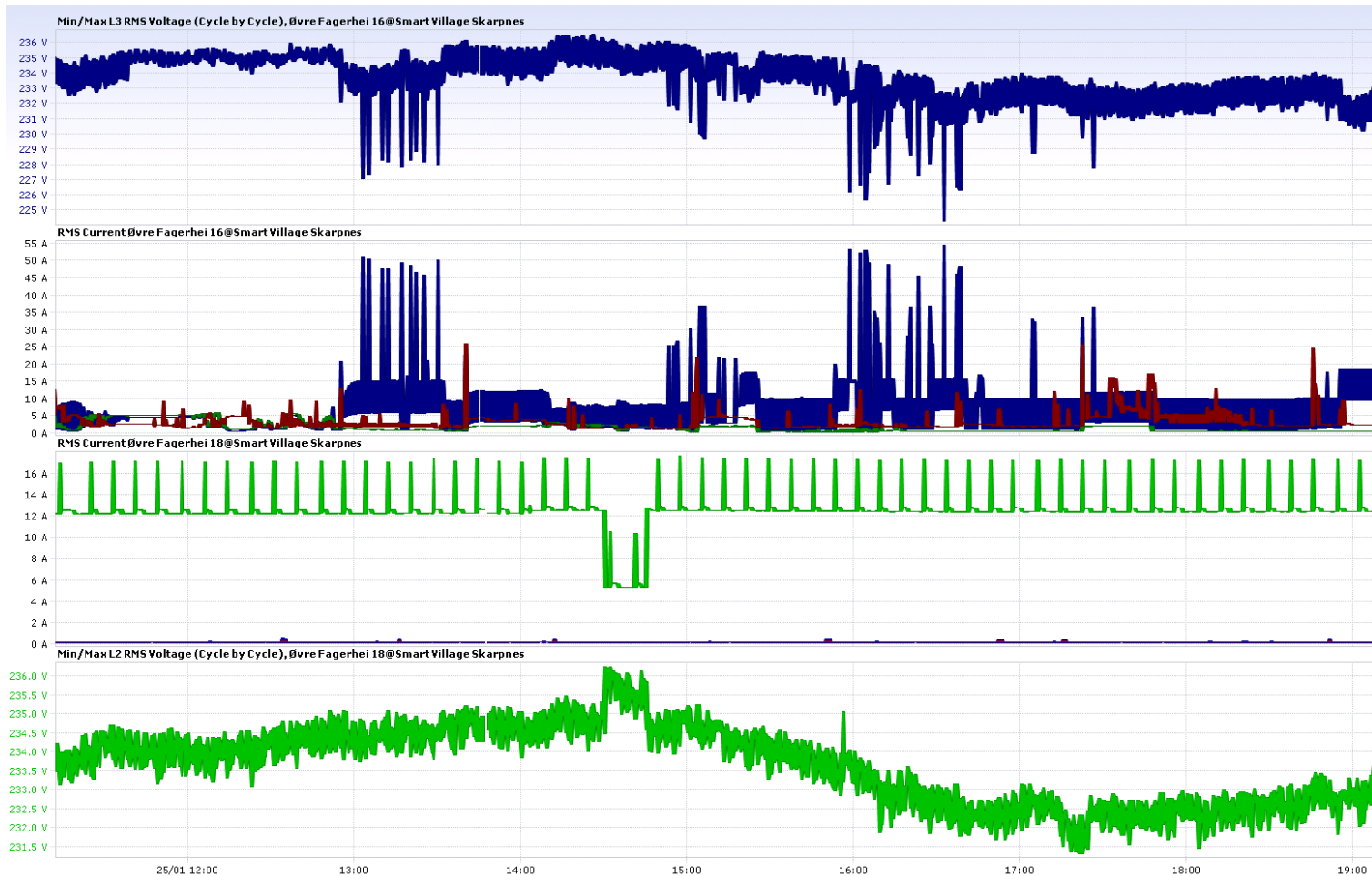
Hvem er jeg

- ✓ Fagansvarlig spenningskvalitet
- ✓ Fagansvarlig dimensjoneringskriterier for nye og gamle elnett
- ✓ Deltager i FoU prosjekter bl.a. på
 - ✓ Spenning i smarte nett med utfordrende elektriske apparater
 - ✓ Nettnytte med AMS
 - ✓ Skarpnes – måling av spenningskvalitet i nullhus

Utfordrende apparater - målinger i et nullhus



Nullhus og byggtørke hos naboen



Samfunnsoppgave - AEN

Leverer produktet spenning og kapasitet for effektforbruk

- Mellom spenning og strøm er det en sammenheng
 - Strøm gir spenningsfall i nettet til forbruker
 - Nye apparater trekker mer strøm - dermed mer utfordring for bestående nettet
 - Er da hele nettet sterkt nok til å tåle den slags apparater?

Nye produkter - utfordrende apparater

- Gjennomstrømmingsvannvarmer
- Høytrykkspyler
- Induksjonstopper
- Varmepumper vann/luft, vann/vann
- Elbiler

Manger ønske seg dette. Er dette normale apparat?

Hva er utfordringene og hvorfor?

Utfordringer

- Økt strømtrekk - enfase
 - Skjev belastning – usymmetriske spenninger
- Mer elektronisk styring og korte av og på koblinger
 - harmoniske strømmer – forvrenger sinusen, styringssvikt
 - spenningssprang – merker lyset blir svakere
 - flimmer – stadige blunk i lyset, svikt i utstyr
 - $\cos \phi$ – øker belastning
 - jordstrømmer

Dette utfordrer spenningskvaliteten hos nettkunde.
Hva er normale apparater?

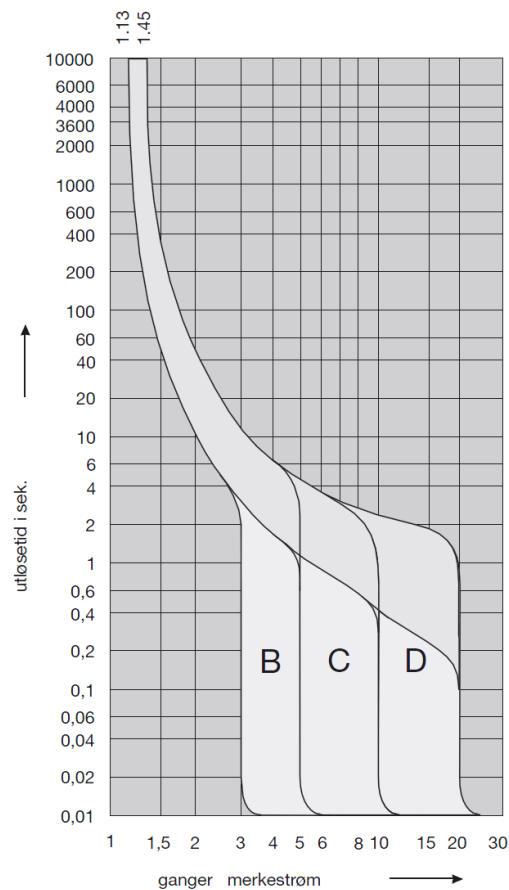
Hva er utfordrende elektrisk apparat

Et apparat som tilfredsstiller en eller flere av disse kriteriene (230 V nett):

- Pluggbart schuko enfaseapparat med sikringsstørrelse høyere enn 16 A (3,6 kW) og utløsekarakteristikk B.*
- Direktestartet asynkronmotor med ytelse høyere enn 2.3 kW enfase eller 4 kW trefase (10 A).*
- Apparater med start stopp syklus raskere enn en gang per minutt og effekt over 3,6 kW enfase eller 6 kW trefase.*
- Apparater med likerettere uten tilstrekkelig filtrering og ytelse over 2.3 kW enfase eller 4 kW trefase.*

Unngå C- og D-sikringer!

Utløsekarakteristikk B / C ih.t. DIN VDE 0641 Teil 11 / 8.92
D ih.t. IEC 947 - 2



Laster per bolig – maks kald dag

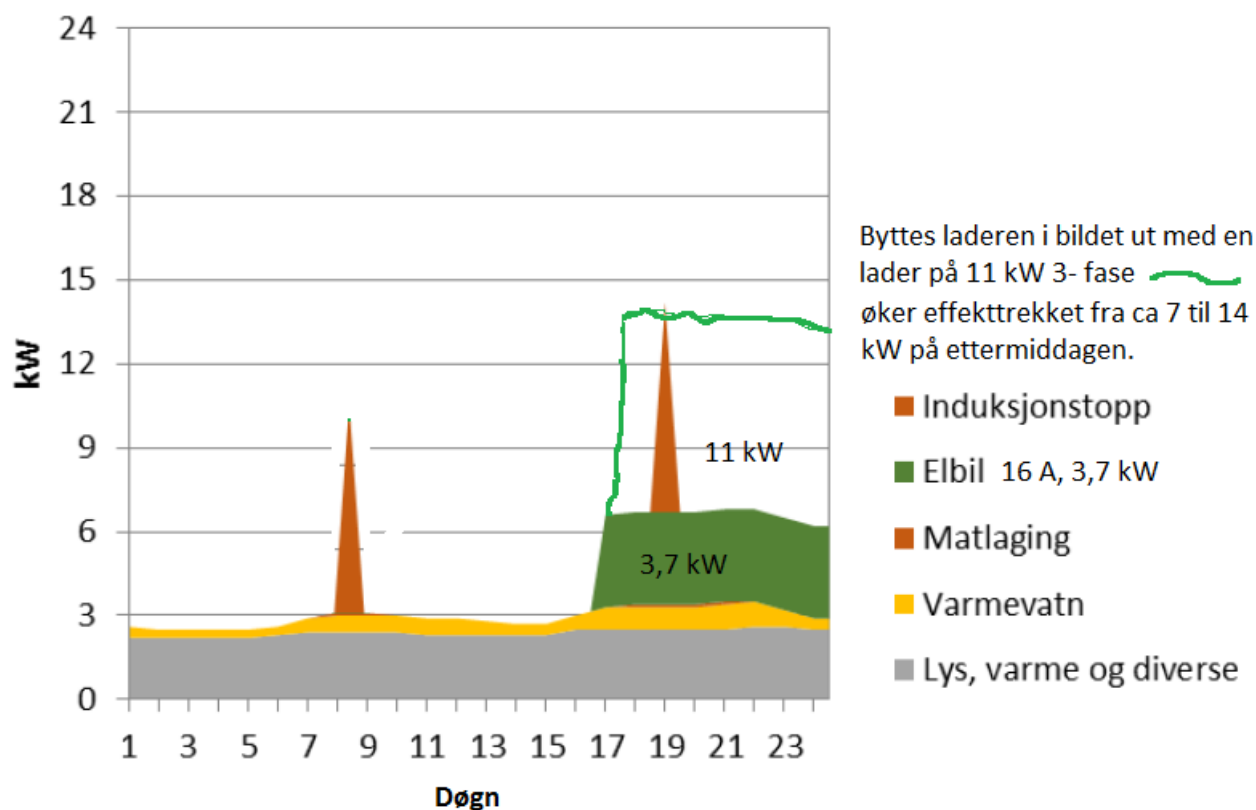
Husholdning 12-25 000 kWh – samtidig bruk

Bolig	Varme vann	Ovner	Koking	Annet	Sum [kW]	E [kWh]
Uten v- pumpe	2	4	4	2	12	25 000
Med v- pumpe	2	1	4	2	9	12 000
Stor	2	6	4	3	15	

Gjennomstrømsvannvarmer og elbil kommer i tillegg
2 til 26 kW

Effekt over døgnet

Med ny induksjonskoketopp og elbil



Utvikling av elnettet fram til i dag

- Først bygd til lys
- Så for matlaging og romoppvarming – krevde mer kapasitet/kvadrat
- Komfort - strøm til alle – ut til hver en grend
- Utvalget av elektriske apparater og bruk vokser
Nettet består som opprinnelig
- Medførte behov for fokus på spenningskvaliteten hos kunden og nettselskapets ansvar for at apparatene skulle virke

Forskrift om leveringskvalitet (FoL)

- Kom i 2005. Siste endringer fra 1.1.2014
- Omfatter tilgjengelighet – avbrudd
- Og spenningskvalitet
- Tilgjengelighet krever kvalitet og tilsyn på elanleggene og beskyttelse mot klima og natur – unngå utkobling
- Spenningskvalitet satte fokus på kundens spenningsforhold med grenseverdier for netteier og bruker
 - Omsatt til planleggingsgrenser ved dimensjonering av nett
 - Gir kvalitetssjekk på valgt dimensjonerende effekt for hver bolig

Spenningskvalitet



Hva sier forskriften om leveringskvalitet (FoL)?

§ 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.*

Generelle bestemmelser i FoL

§ 2.1 Utbedring

*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.

Utbedringsplikten kan være

- Fordele skjeve laster mellom fasene
- Installere 3-fase kontakter og utstyr (også 400 V)
- Installere mykstarter eller frekvensomformer til elmotor
- Bytte apparat til mindre strømtrekk
- Forsterke ledningsnett til tilknytningspunkt
- Forsterke fra tilknytningspunkt til forbruksapparat

FoL-grenser for spenningskvalitet

1. Langsomme spenningsvariasjoner
 - +/- 10 % av 230 eller 400 V, hhv 207 og 360 V
2. Spenningsusymmetri
 - Ikke større enn 2 % i snitt over 10 min
3. Spenningssprang
 - Ikke over 3 %, 6,9 V, maks 24 ganger i døgnet
4. Dipp
 - Kortvarig under 207 eller 360 V, maks 24 ganger i døgnet
5. Flimmer

Fenomener som merkes av kunden. De 3 siste er verdier ut fra synlighet for øyet, ikke skader eller funksjonssvikt på utstyr

Fenomen og årsak - spenningskvalitet

- Langsomme spenningsvariasjoner – høy last
- Spenningsusymmetri – stor 1-fase last (skjevlast)
- Spenningssprang – motorstart, høyt effekttrekk
- Spenningsdipp - motorstart, høyt effekttrekk
- Flimmer – stor last ofte av og på

Tiltak for bedring av fenomenene:

Reduser last, startstrøm, velg 400 V, 3-fase utstyr

Hva sier NVE?



Leveringskvalitet, anleggsbidrag og tariffer

Camilla Aabakken

Leveringskvalitet

■ Praksis

- Husholdningskunder blir normalt ikke utbedringsansvarlig for støy forårsaket av normal bruk av nettet
- Hva er normal bruk?
- Normal lading av elbil anses som normal bruk
- Problemstillinger:
 - 1-fase 32 A ladere
 - Ved problemer med leveringskvalitet – kan nettselskap sette krav til 3-fase installasjon
 - Vedlikeholdslading (hurtig av/på)



"Normale" elektriske husholdningsapparater

- Husholdningsartikler
 - Kjøkkenmaskin, vannkoker, kaffetrakter, osv
 - Generelt alt som kan kjøpes i butikken og "plugges rett i veggen"
- Vaskemaskin og oppvaskmaskin
- Varmtvannstank
- Induksjonskomfyr
- Varmepumper til privat bruk
- Vannpumper til privat bruk
- Kloakkanlegg til privat bruk
- PC

Listen er ikke
uttømmende!

8



”Unormale” elektriske husholdningsapparater

- Gjennomstrømningsvannvarmer?
- Utstrakt bruk av
 - sveiseapparat
 - kløyvemaskin
 - store sager
 - etc.
- Utstyr hos næringskunder

9

Listen er ikke uttømmende!



Norges vassdrags- og energidirektorat

Elbiler

- Ingen saker til NVE (enda...)
 - Skaper små problemer?
 - Mye oppmerksomhet rundt elbiler
-
- Normallading (10 eller 16 A) av elbil normalt elektrisk apparat?

10



Norges vassdrags- og energidirektorat

agder energi

Kortslutningsytelse

- NVE har ikke satt krav til minimumsnivå for kortslutningsytelse
- Selv om NVE mener at kundene skal kunne ha varmepumpe og vannpumpe også utenfor tettbebygde strøk, betyr det ikke at nettet må oppgraderes der det ikke er spenningsproblemer.

11



Norges vassdrags- og energidirektorat

agder energi

Oppsummering

- NVE skal ikke hindre bruk av nye elektriske apparater
- NVE skiller mellom ulike spenningskvalitetsparametre
- Krav til kunder og nettselskap
 - Kundene må bidra med å redusere startstrømmer
 - Nettselskapene må bidra med nettförsterkning dersom effektbehov er innenfor hovedsikring

12



Norges vassdrags- og energidirektorat

agder energi

Hva er svakt nett?

- Stor impedans (elektrisk motstand) fra trafo til kunde – gir spenningsfall når strøm passerer:
 - Lange ledninger (linje og/eller kabel) til nettkunde
 - Ledninger med lavt kvadrat
 - Dårlige eller svekkede skjøter
 - Lange strek inne i installasjonen
- Impedansen eller styrken kan også angis i evnen å få fram en strøm når 2 faser kortslutter. Oppgis da som topolet kortslutningsytelse i kW eller kA ($I_{k2 \text{ min}}$).
- Stor impedans gir lav $I_{k2 \text{ min}}$

Grenser for kortslutningsevne

Beregnet ut fra IECs referanseimpedans

- Apparater < 16 A:
 - a) 400 V TN: **$I_{k2} \min \geq 800$ A**
 - b) 230 V IT og TT: **$I_{k2} \min \geq 1172$ A**
- Apparater 16 - 75 A:
 - a) 400 V TN: **$I_{k2} \min \geq 1100$ A**
 - b) 230 V IT og TT: **$I_{k2} \min \geq 1557$ A**

AEN krav for nye kretser - tettbebyggelse

$I_{k2 \text{ min}}$ verdier på Agder i 2013

Kortslutningsytelse $I_{k2 \text{ min}}$	Tilknytningspunkt Antall kunder		% i forhold til alle tilknytningspunkt med 230 V
	230 V	400 V	
< 350 A	10 621	485	7 %
350 – 500 A	12 782	846	8 %
500 – 750 A	21 754	4 064	14 %
750 – 1172 A	32 717	4 513	21 %
$\geq 1172 \text{ A}$	75 320	11 405	49 %
SUM	153 194	20 300	100 %
SUM alle	173 494		

Oppsummert for Agder

Helt klart at nye utfordrende elektriske apparater ikke kan tilkobles hvor som helst i 230 V nettet.

- I AEN har ca 1/3 av kundene sterkt nok elnett for apparater $> 16 \text{ A}$, dvs over 1,56 kA
- Ca 50 % av kundene har styrke for apparater $\leq 16 \text{ A}$
- Å løfte ca 23 400 kunder opp til nettstyrken 500 A vil koste godt over 1 milliard kr. (Sintef 1-2)
 - Da er de fortsatt langt unna kravet til 1172 A for apparater under 16 A



Hvilken type lader trenger vi

Standarder: Utstyr for lading av el-biler reguleres av internasjonale standarder, **IEC 61851/IEC 62196**, som definerer de ulike ladetypene, såkalt «Modes»

Ladehåndtak m/kabel fra laderen kobles til bilen.



Mode 3, Type 1 (SAE J1772)

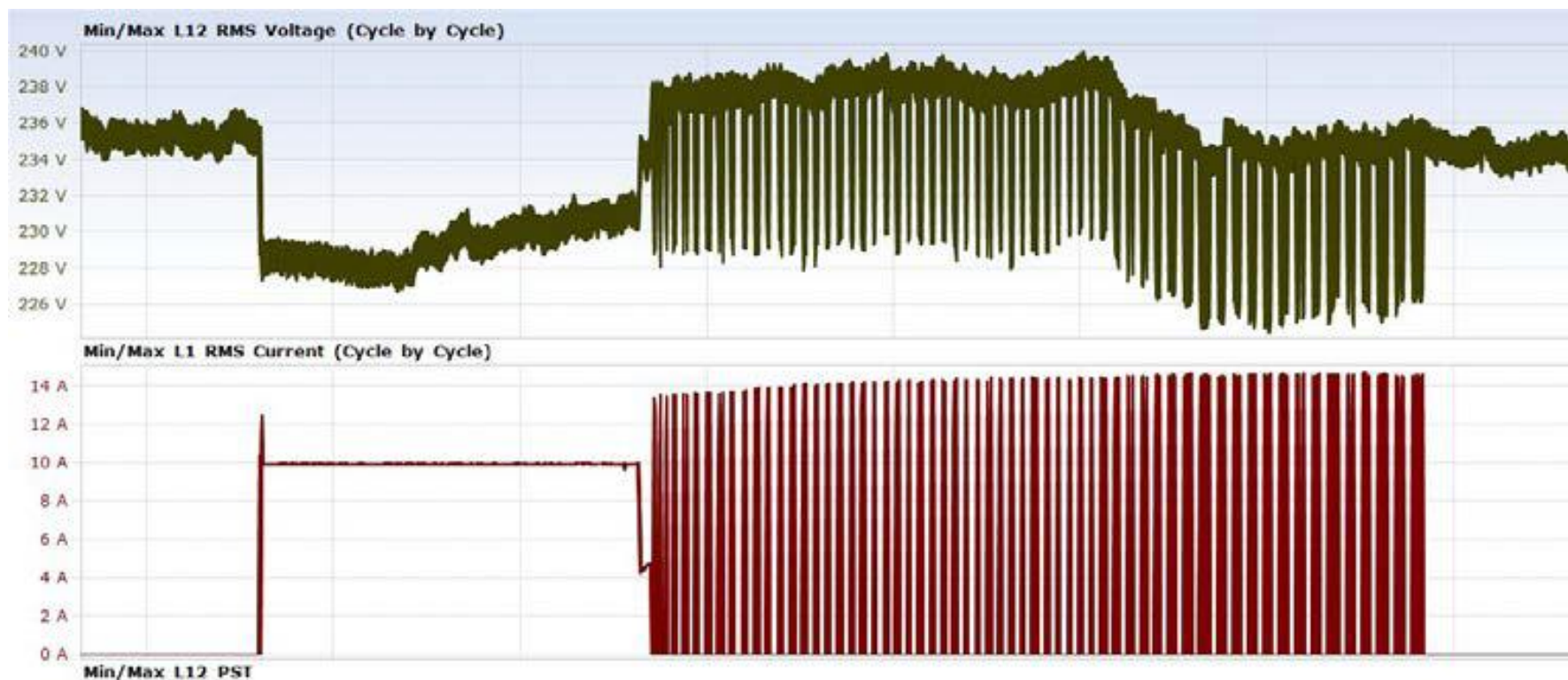


Mode 3, Type 2

Ladehåndtak m/kabel fra bilen kobles til laderen, som har en socket-kontakt.

Det mest fleksible vil være å legge opp til Type 2 uttak da dette passer alle biler.

Elbilladning



Normallading – RMS-verdier – svakt nett



Elbil og ladning – informasjon

Lading hjemme og arbeidsplass

- Basis er «husholdningsstrøm» inntil 3,6 kW
- Store batteripakker (Tesla)- høyere effekt ønskes
 - Øket effekt = kortere ladetid
 - Nettutfordringer i private hus ved høyere effekter
- Større effekt hjemmelading, maks 11 kW?
 - 3-fase installasjoner
 - Smart ladeteknologi som styrer ladetidspunkt og tilpasser ladeeffekt
 - Teknologi for utligning av effekttopper - energibuffer hvor elbilen inngår?

Hva viser dette?

Gir god informasjon og påpeking om ladestrømmens påvirkning på elnettet til:

- Bilbransjen, selger
- Kunden
- Elbil organisasjoner
- Gir viten om at ikke alt nett har kapasitet for ladning eller styrke nok for å opprettholde spenningskvaliteten

Momenter for krav til ladning i svake nett

1. Ladning av elbil er last som kommer i tillegg til vanlig husholdning
 - Gir dermed økt spenningsfall
2. Den kan komme samtidig med topplasten i boligen eller boligområde
3. Ergo må kortslutningsstrømmen være høyere for å overholde samme spenningskvalitet som uten ladning

AEN krav 230 V nett, elbilladning

Tabell 5, des 2014

I_{k2} min	Ladning	Oppleves
< 350	Maks 8 A 1-fase eller 13 A 3-fase	Merkes hos kunde. Bør regulere tidspunkt - natt. Mulig merkes hos nabo også. Skjev last?
350 - 600	Maks 10 A 1-fase eller 16 A 3-fase	Kan merkes hos kunde. Bør regulere tidspunkt – natt. Mulig hos nabo. Skjevlaster kan oppstå.
600 - 800	Maks 13 A 1-fase eller 20 A 3-fase	Ladestrøm over 10 A kan merkes og krever egen type kontakt og kurs. Nattladning vinter? Skjevlaster kan oppstå.
800 - 1172	Maks 16 A 1-fase eller 25 A 3-fase	«Lett» sterkt nett. Apparater opp til 16 A
1172-1557	Maks 20 A 1-fase eller 32 A 3-fase	Middels sterkt nett
> 1557 A	Maks 32 A 1-fase eller 32+ A 3-fase	Sterkt nett

AENs kriterier - generelt

1. Tabell 5 gir informasjon og budskap om muligheter for ulike typer hjemmeladning uten at spenningskvaliteten skal forringes nevneverdig en kald vinterdag. Til nytte for installatører, elbilselgere og internt i AEN
2. Samtidig må det også legges inn vurdering om kapasiteten for mer strømtrekk er mulig
3. I områder med utbygd 400 V nett er nettet stort sett sterkere, men må også sjekkes for I_k verdier og kapasitet

Krav til forhåndsmelding

Når kjennskap om ladning av elbil ønsker AEN:

1. Forhåndsmelding når ladestrøm over 10 A
2. Da skal AEN gi svar på styrke og kapasitet og tabell 5 gir veiledning i muligheter på ladning

Hvis veldig svakt nett er tilleggsråd:

1. Anbefal ladning skjer på natt, maks 8 A
2. Hvis over 8 A eller dagladning, 3-fase MODE 3 ladning

Ladning boligfelt/blokk

- Det kan muligens bli problem hvis halve boligfeltet har elbiler og de skal lade samtidig på ettermiddagen.
- Mange bekker blir til en stor å. 10 stk elbil på 16 A ladning samtidig kan tilsvare forbruk i ca 5 ekstra boliger i boligfeltet.
- Ledningsnett til boligfeltet/blokk må etterberegnes om eksisterende trafo og ledningsnett blir for svakt/tynt og må forsterkes.
- Normalt medføre anleggsbidrag

Gode tiltak hos kunde for å utnytte nettet bedre

1. I 400 V nett:

1. Monter 3-fase kontakt på husvegg, garasje, etc
2. Monter 3-fase kontakt på kjøkken, kjeller
3. Oppfordr kunde til å kjøpe 400 V utstyr (komfyr, vann/luft-, vann/vann varmepumpe, motorer, etc)

2. I 230 V nett:

1. Monter 3-fase kontakt på husvegg, garasje
2. Mykstarter eller frekvensomformer på motorer

Mulig utvikling

- Kunder tilbys effekttariff – årlig beløp knyttet til sikringsstørrelse eller avtalt maks effekt
- Smart hus løsninger der maks effektgrense kjøpes og apparater styres inn og ut for ikke å overstige effektgrensen eller holde effektopper nede
 - F.eks. behøver varmtvannsbereder, elbil-ladning eller induksjonstopp stå på samtidig? – De kan styres.

Takk for oppmerksomheten!

Nyttig rapport som ligger på nettet:

«Håndtering av utfordrende elektriske apparater som
tilknyttetes elektrisitetsnettet.»