Leveringskvalitet i kraftsystemet

Forslag til forskrift

Norges vassdrags- og energidirektorat
2004

Dokument nr 3-2004

Leveringskvalitet i kraftsystemet

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør: Frode Trengereid

Forfattere: Frode Trengereid, Karstein Brekke og Steinar Parelius

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: 150
Forsidefoto:
ISSN: 1501-2840

Sammendrag:

Emneord: Leveringskvalitet, leveringspålitelighet, spenningskvalitet.

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Mai 2004

Forord

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sender med dette forslag til forskrift om leveringskvalitet i det norske kraftsystemet ut til høring. Forslaget er utarbeidet og høres i henhold til bestemmelsene i forvaltningsloven kapittel VII, jf også utredningsinstruksen. Dokumentets kapitler 1 - 7 kan betraktes som forarbeider til forskriften.

Den foreslåtte forskriftsteksten er gjengitt i kapittel 8. Det understrekes at det er den formelle forskriftsteksten, slik den er beskrevet i kapittel 8, som er gjenstand for høring. Merknader fra høringsinstansene bør derfor i hovedsak være knyttet opp mot dette kapitlet, og så langt som mulig knyttes til de enkelte bestemmelsene. Vi ber om at kommentarer til dette forslaget sendes NVE innen 1. oktober 2004. I løpet av høringsperioden vil det bli avholdt regionale halvdagsseminarer vedrørende forskriften og dens innhold, dette vil bli nærmere annonsert på NVEs internettsider i den nærmeste tiden.

Etter høringsfristens utløp vil NVE vurdere de innkomne høringsuttalelsene og eventuelle behov for å gjøre endringer i forslaget. Det tas sikte på at forskriften skal tre i kraft 1.1.2005.

Oslo, mai 2004

Trond Ljøgodt for
Agnar Aas
vassdrags- og
energidirektør

Marit Lundteigen Fossdal
avdelingsdirektør

Sammendrag

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har utarbeidet et forslag til ny forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet. Denne forskriften skal medvirke til å opprettholde at vi i Norge har en tilfredsstillende leveringskvalitet på den elektrisiteten som forbrukere og næringsvirksomhet får levert fra egne nettselskaper. Elektrisitetens kvalitet er svært viktig for at elektrisk utstyr og apparater skal fungere tilfredsstillende. Redusert leveringskvalitet kan medføre feilfunksjon, havari og økonomisk tap for alle som er tilknyttet kraftsystemet.

Høringsdokumentet er delt inn i 9 hovedkapitler. Formålet med kapittel 1 Innledning - er å gi en innføring i arbeidsprosessen, underlagsmaterialet og hjemmelsgrunnlaget til forskriften. Kapittel 2 Bakgrunn for forslaget - gir en nærmere begrunnelse for hvorfor det utarbeides en forskrift om leveringskvalitet. I kapittel 3 Elektrisitet og det norske kraftsystemet – omtales kort noen sentrale begreper forbundet med elektrisitet og det norske kraftsystemet. I kapittel 4 Begrunnelse for de foreslåtte krav til leveringskvalitet - er det gitt en nærmere redegjørelse for de ulike leveringskvalitetsparametrene og de konkrete krav som er foreslått. Kapittel 5 Kommentarer til de enkelte bestemmelser – gir en juridisk utdyping av den enkelte paragraf. Formålet med kapittel 6 Avgrensning mot andre forskrifter forvaltet av NVE – er å forklare hvordan den nye forskriften passer inn sammen med NVEs øvrige regleverk. Kapittel 7 Økonomiske og administrative konsekvenser – utdyper hvilke økonomiske og administrative konsekvenser de ulike bestemmelsene har for de som omfattes av forskriften. Kapittel 8 Forslag til forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet – innholder selve forslaget til forskrift og kapittel 9 Referanser - lister opp de viktigste referansedokumentene.

Forslag til bestemmelser i forskriften er i hovedsak minimumskrav knyttet til tekniske forhold som leveringspålitelighet og spenningskvalitet. Det foreslås også regler for behandling av henvendelser om leveringskvalitet til nettselskapene fra tilknyttede aktører, samt krav til informasjon om leveringskvalitet. Det gis regler for hvem som er ansvarlig for å rette opp i forhold som medfører forringet leveringspålitelighet og spenningskvalitet. Alle aktører tilknyttet det norske kraftsystemet påvirker i større eller mindre grad kvaliteten på den elektrisiteten som leveres fra kraftsystemet. Forslaget til forskrift gjelder derfor for alle 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.

Den foreslåtte forskrift om leveringskvalitet er delt inn i 5 hovedkapitler:

Kapittel 1. Innledende bestemmelser.

Kapittel 2. Generelle bestemmelser.

Kapittel 3. Krav til leveringspålitelighet og spenningskvalitet.

Kapittel 4. Informasjon om leveringspålitelighet og spenningskvalitet.

Kapittel 5. Øvrige bestemmelser.

Kapittel 1 omhandler formål og virkeområde for forskriften, en overordnet bestemmelse om fravikelighet, samt definisjoner. Fravikelighetsbestemmelsen slår fast at det kan inngås private individuelle avtaler om en leveringskvalitet som fraviker de krav som følger av de enkelte bestemmelsene i forslaget. Dette kan være avtaler som gir kunden rett til en bedre eller dårligere leveringskvalitet enn det som følger av forskriften. Det er imidlertid en forutsetning at inngåelse av private avtaler ikke medfører brudd på bestemmelsene i denne forskriften for andre nettkunder.

Kapittel 2 setter krav til at den som eier, driver eller bruker utstyr som forringer leveringskvaliteten i det allmenne forsyningsnettet, også er den som uten ugrunnet opphold skal ordne opp i forholdet.

Nettselskapene er tillagt rollen å passe på leveringskvaliteten i eget nett, slik at den holdes innenfor de grenseverdiene som gis i kapittel 3 i forskriften. Videre gis det saksbehandlingsregler i forbindelse med at nettselskap mottar henvendelser fra nettkunder om leveringskvalitet. Krav til feilanalyse er i dag gitt i forskrift om systemansvaret i kraftsystemet. Forskrift om leveringskvalitet presiserer innholdet i nettselskapenes plikter og setter krav til registrering og måling av ulike kvalitetsparametere. Registreringene vil gi økt kunnskap om leveringskvaliteten i nettet og skal gi nettselskapene bedre grunnlag for å gi informasjon i henhold til kravene i kapittel 4.

Kapittel 3 er delt i to hoveddeler; leveringspålitelighet og spenningskvalitet. Leveringspålitelighet er per i dag omfattet av offentlig regulering gjennom ordningen med kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke levert energi (KILE). Ordningen håndterer ikke alle sider ved leveringspåliteligheten i nettet og det er derfor gitt en ny bestemmelse i kapittel 3 som omfatter avbrudd som skyldes hendelser på alle spenningsnivåer. NVE kan gjennom den nye bestemmelsen pålegge at det gjennomføres tiltak for å unngå fremtidige avbrudd dersom det er påvist at dette er samfunnsmessig rasjonelt. Bestemmelsen i kapittel 2 om å ordne opp i alle forhold som forringer leveringskvaliteten uten ugrunnet opphold, er også viktig for å sikre en god leveringspålitelighet i elektrisitetsforsyningen. Kravene til spenningskvalitet er delt inn i 3 deler: Spenningens frekvens, spenningens effektivverdi og spenningens kurveform. Forskriften pålegger systemansvarlig å overholde de grenseverdier for spenningens frekvens- og tidsavvik som er fastsatt i den nordiske systemdriftsavtalen og gir grenseverdier for frekvensregulering i nett som ligger i separatdrift. Videre gis det grenseverdier for langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi, spenningssprang, korttidsintensitet av flimmer og usymmetri mellom de tre fasespenninger i leveringspunkt. For kortvarige over- og underspenninger samt transienter i nettkundenes leveringspunkt finnes en tilsvarende bestemmelse som for avbrudd med hensyn til hva som er samfunnsmessig rasjonelt. Det gis også grenseverdier for total harmonisk forvrengning og individuelle overharmoniske spenninger i leveringspunkt.

Kapittel 4 om informasjon setter krav til at nettleieavtaler som inngås mellom nettselskap og nettkunder, skal inneholde vilkår om leveringskvalitet. Videre foreslås det krav til et minimumsinnhold i selskapenes informasjonsplikt i henhold til energilovforskriften § 5A-3 annet ledd. Det foreslås videre at måling av leveringskvalitetsparametere skal utføres i henhold til standardiserte metoder gitt av IEC og CENELEC.

Kapittel 5 om øvrige bestemmelser innholder bestemmelser om tilsyn og kontroll, pålegg og tvangsmulkt, dispensasjon, samt ikrafttreden og overgangsbestemmelser. NVE er tilsyns- og kontrollmyndighet for forskriften og kan gi de pålegg som er nødvendig for gjennomføringen av denne og ilegge tvangsmulkt for overtredelse av pålegg. NVE kan også dispensere fra forskriften. Forskriften skal etter planen tre i kraft fra 1.1.2005, men det er noen få overgangsbestemmelser. Krav til å kunne informere om estimerte verdier for kortvarige avbrudd og kortvarige over- og underspenninger for de neste fem år – trer i kraft 1.1.2007.

Olje og energidepartementet (OED) har i energilovforskriften § 5A-3 fastsatt bestemmelser om leveringskvalitet. I energilovforskriften § 7-1 bokstav m) er det delegert myndighet til NVE, slik at NVE kan utferdige forskrifter til gjennomføring og utfylling av energilovforskriften hva gjelder leveringskvalitet. OED har i Ot.prp nr. 56 (2000-2001) understreket at formålet med forskrifter om leveringskvalitet ikke er å stille urealistiske høye krav til leveringskvalitet, og at eventuelle minimumskrav som stilles nettopp skal være minimumskrav for hva som er å anse som akseptabel leveringskvalitet. Minimumskrav bør etter departementets vurdering heller ikke utløse investeringer som ikke er samfunnsøkonomisk lønnsomme.

EU har gjennom sine direktiver regler om at myndigheter i medlemslandene skal sette krav til hvordan leveringskvaliteten skal være i nettet. Forslaget til forskrift om leveringskvalitet gir på flere områder konkrete grenseverdier for hva som er å anse som et akseptabelt nivå på leveringskvaliteten.

Under arbeidet med forslaget har NVE avholdt møter og hatt diskusjoner med representanter fra ulike myndighetsorganer, forbrukerrepresentanter, representanter fra industriorganisasjoner, nettselskaper, produsenter og systemansvarlig. Dette har gitt viktige innspill fra både nett-, produksjons- og forbrukssiden. Forskningsinstitusjoner, konsulenter og andre har også gitt sine innspill.

Som grunnlagsmateriale for forskriften er det blant annet benyttet forskningsrapporter og nasjonale og internasjonale normer og standarder. SINTEF Energiforskning AS (SINTEF) har vært en sentral samarbeidspartner i arbeidet med forslaget til leveringskvalitetsforskrift. En viktig forskningsrapport for de foreslåtte kravene er, rapporten *Krav til spenningskvalitet* utarbeidet av SINTEF i 2003. Anbefalingene i rapporten er basert på anbefalte grenseverdier i internasjonale normer og rapporter (fra International Electrotechnical Commission – IEC, European Committee for Electrotechnical Standardization – CENELEC og The Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE), samt på SINTEFs erfaring med hvilke støynivåer i spenningen som ofte gir problemer og hvilke støynivåer som sjelden gir problemer i det norske kraftsystemet.

Det er flere grunner til at NVE nå fremmer forslag til forskrift om leveringskvalitet i det norske kraftsystemet:

- Det anses som et problem at overføring av elektrisitet er en tjeneste hvor det per i dag ikke finnes en kravspesifikasjon.
- Det er behov for å styrke sluttbrukernes rettigheter og sikre at leveringskvaliteten i kraftsystemet opprettholdes og tilpasses et nivå som kan anses samfunnsmessig rasjonelt.
- Det er behov for en nærmere presisering av hva som skal anses som nødvendig for at områdekonsesjonærene skal oppfylle sin leveringsplikt i henhold til energiloven § 3-3.
- Begreper som riktig, tilfredsstillende, akseptabel og forsvarlig leveringskvalitet benyttes i energiloven med forskrifter, uten at disse begrepene er gitt noe nærmere innhold.
- NVE har i den senere tid registrert en økning i mengden av saker hvor problemstillinger knyttet til leveringskvalitet inngår i tvister mellom ulike aktører i kraftsystemet, og NVE ønsker å sette større fokus på nettselskapenes evne til å levere tjenester og elektrisitet med en riktig kvalitet. For å unngå uklarheter, og for å ha et bedre grunnlag for å behandle slike tvister, er det behov for et regelverk som regulerer disse forholdene på en forutsigbar og god måte.
- Da energiloven ble innført i 1991, ble det stilt krav om at områdekonsesjonærene skal informere egne sluttbrukere om hvilken leveringskvalitet som kan påregnes. Få områdekonsesjonærer har etter det NVE kjenner til lagt til rette for og gitt ut slik informasjon.
- Inntekstrammereguleringen av nettselskapene som ble innført i 1997, og endring i avkastningskrav fra eierne, har medført et sterkere fokus på effektivitet og reduksjon av kostnader i selskapene. Dette kan på sikt medføre at leveringskvaliteten forringes til et nivå som ikke er tilfredsstillende for nettkundene.
- Europanormen EN 50160 er en eksisterende produktstandard for elektrisitet for anlegg med spenning under 35 kV. Normen er også norsk norm NEK EN 50160:1999. Europanormen er dessverre ikke fullt ut tilfredsstillende til å kunne tjene som offentlig regulering av leveringskvalitet i det norske kraftsystemet.

I vurderingen av hvilke leveringskvalitetsparametere som det skulle stilles krav til i en ny forskrift om leveringskvalitet, ble følgende vektlagt (ikke i prioritert rekkefølge):

- Hvor store konsekvenser leveringskvalitetsparametere medfører for samfunnet, og hvor stort ubehag den kan medføre for nettkundene.
- Hvilket forstyrrelsesnivå som medfører problemer eller som ikke medfører problemer, inkludert havari, feilfunksjon, endring i levetid for komponenter med mer.
- Hvor store konsekvenser eventuelle krav vil medføre for samfunnet i form av økte kostnader.
- Hvilke parametere som lar seg kartlegge og følge opp på en hensiktsmessig måte.
- Bestemmelsene skal gjelde til enhver tid.
- God kompatibilitet mellom produktspesifikasjoner.
- Hvilke parametere som reguleres tilstrekkelig gjennom annet regelverk og internasjonale normer.

Det er også viktig å merke seg den offentlige utredningen, NOU 2004: 4, vedrørende lovregulering av strømavtaler sluttet med forbrukere. I brev fra Justisdepartementet 5. desember 2002 ble det nedsatt en arbeidsgruppe for å vurdere hvorvidt det skal gis forbrukervernregler om strøm, og hvor slike regler eventuelt skal plasseres. Arbeidsgruppen var under ledelse av Justisdepartementet, og var for øvrig sammensatt av representanter fra OED, Barne- og familiedepartementet, NVE, Forbrukerombudet, Forbrukerrådet og Energibedriftenes Landsforening (EBL). Arbeidsgruppen avga sin rapport til Justisdepartementet den 12. februar 2004 i form av NOU 2004: 4 om lovregulering av strømavtaler sluttet med forbrukere, og arbeidsgruppen går enstemmig inn for at det bør gis lovfestede forbrukervernregler. Justisdepartementet sendte utredningen ut på høring den 20. april 2004, med høringsfrist den 1. august 2004. NVE oppfordrer høringspartene til å gjøre seg kjent med utredningen, ettersom forslaget til forskrift har direkte betydning for de lovforslag arbeidsgruppa fremmer.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning 10

1.1 Prosessen med utarbeidelse av forslag til ny forskrift 10

1.2 Underlagsmateriale for forslag til ny forskrift 11
1.2.1 Forskningsprosjekter 11
1.2.2 Internasjonale normer og regler om leveringskvalitet 12
1.2.3 Retningslinjer for tekniske krav til anlegg i hovednettet (KtA) og veileder for teknisk dimensjonering av anlegg tilknyttet regional- og sentralnettet (VtA) 14
1.2.4 Definisjoner knyttet til feil og avbrudd i det elektriske kraftsystemet – Versjon 2 2001 14

1.3 Hjemmelsgrunnlaget 15
1.3.1 Energiloven og energilovforskriften 15
1.3.2 Overordnede føringer for forslaget 15
1.3.3 EU – regelverk 16

2 Bakgrunn for forslaget 17

3 Elektrisitet og det norske kraftsystemet 19

4 Begrunnelse for de foreslåtte krav til leveringskvalitet 24

4.1 Leveringspålitelighet 24
4.1.1 Kortvarige avbrudd 25
4.1.2 Langvarige avbrudd 26

4.2 Spenningskvalitet 29
4.2.1 Spenningens frekvens 29
4.2.2 Langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi 32
4.2.3 Kortvarige underspenninger – spenningsdipp 35
4.2.4 Kortvarige overspenninger 37
4.2.5 Spenningssprang 38
4.2.6 Spenningsfluktuasjoner 40
4.2.7 Flimmer 41
4.2.8 Spenningens usymmetri 44
4.2.9 Overharmoniske spenninger 46
4.2.10 Interharmoniske spenninger 49
4.2.11 Transiente overspenninger 50
4.2.12 Signaltransmisjon på kraftnettet 52

4.3 Generelle bestemmelser 53
4.3.1 Utbedring 53
4.3.2 Nettselskapenes saksbehandling ved mangler ved leveringskvaliteten 54
4.3.3 Feilanalyse 54
4.3.4 Registrering av leveringspålitelighet og spenningskvalitet 55

4.4 Informasjon om leveringspålitelighet og spenningskvalitet ... 56
4.4.1 Vilkår i avtale for tilknytning og bruk av nettanlegg ... 56
4.4.2 Informasjon om tekniske forhold vedrørende leveringspålitelighet og spenningskvalitet ... 57
4.4.3 Metode for måling og kalibrering samt dokumentasjon av utstyrets nøyaktighet ... 57

5 Kommentarer til de enkelte bestemmelser ... 59

5.1 Forslagets kapittel 1 Innledende bestemmelser ... 59

5.2 Forslagets kapittel 2 Generelle bestemmelser ... 60

5.3 Forslagets kapittel 3 Krav til leveringspålitelighet og spenningskvalitet ... 63

5.4 Forslagets kapittel 4 Informasjon om leveringspålitelighet og spenningskvalitet ... 65

5.5 Forslagets kapittel 5 Øvrige bestemmelser ... 66

6 Avgrensning mot andre forskrifter forvaltet av NVE ... 67

6.1 Lov om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energiloven) ... 67

6.2 Forskrift om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energilovforskriften) ... 67

6.3 Forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariffer (kontrollforskriften) ... 68

6.4 Forskrift om systemansvaret i kraftsystemet (FOS) ... 69

6.5 Forskrift om energiutredninger (FOE) ... 70

6.6 Forskrift om planlegging og gjennomføring av rekvisisjon av kraft og tvangsmessige leveringsinnskrenkninger ved kraftrasjonering (Rasjoneringsforskriften) ... 71

6.7 Forskrift om beredskap i kraftforsyningen (BfK) ... 71

7 Økonomiske og administrative konsekvenser ... 73

7.1 Økonomiske, administrative og andre vesentlige konsekvenser av forslaget ... 73

7.2 Generelt om forholdet til nettselskapenes inntektsrammer ... 74

8 Forslag til forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet ... 76

9 Referanser ... 84

1 Innledning

Et av formålene med monopolkontrollen til Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) er å sikre en effektiv utøvelse av nettvirksomheten, slik at den kan levere nettjenester med tilfredsstillende leveringskvalitet til lavest mulig kostnad.

Ved innføringen av energiloven i 1991 ble NVE tildelt myndighet til å utferdige normer om leveringskvalitet i det norske kraftsystemet. NVE har ikke funnet det hensiktsmessig å utarbeide slike normer tidligere. Kunnskapen om leveringskvaliteten i kraftsystemet er nå forbedret gjennom den tekniske rapporteringen fra nettselskapene til NVE, og en lang rekke ulike forskningsprosjekter på området.

Siden 1991 har rammene for regulering av leveringskvalitet i medhold av energiloven blitt endret to ganger. I 1999 ble NVE gitt eksplisitt forskriftskompetanse i energilovforskriften, og det kunne stilles krav til alle områdekonsesjonærene. Med virkning fra 1. januar 2002 ble § 5A-3 om leveringskvalitet innført i energiloven. Bestemmelsen gir Olje- og energidepartementet (OED) hjemmel til å utferdige forskrifter om leveringskvalitet. Myndigheten er videre delegert til NVE i energilovforskriften, jf §§ 5A-3 og 7-1 bokstav m). I medhold av energiloven kan det nå fastsettes krav overfor alle aktørene tilknyttet kraftsystemet. NVE har etter dette et bredt hjemmelsgrunnlag for å stille nødvendige krav til de aktørene som påvirker og blir påvirket av leveringskvaliteten i kraftsystemet. En nærmere redegjørelse for hjemmelsgrunnlaget for forslaget om ny forskrift gis i kapittel 1.3.

I brev fra Justisdepartementet 5. desember 2002 ble det nedsatt en arbeidsgruppe for å vurdere hvorvidt det skal gis forbrukervernregler om strøm, og hvor slike regler eventuelt skal plasseres. Arbeidsgruppen var under ledelse av Justisdepartementet, og var for øvrig sammensatt av representanter fra OED, Barne- og familiedepartementet, NVE, Forbrukerombudet, Forbrukerrådet og Energibedriftenes Landsforening (EBL). Arbeidsgruppen avga sin rapport til Justisdepartementet den 12. februar 2004 i form av NOU 2004: 4 om lovregulering av strømavtaler sluttet med forbrukere, og arbeidsgruppen går enstemmig inn for at det bør gis lovfestede forbrukervernregler. NVE oppfordrer høringspartene til å gjøre seg kjent med NOU 2004: 4, ettersom forslaget til forskrift direkte har betydning for de lovforslag arbeidsgruppa fremmer.

1.1 Prosessen med utarbeidelse av forslag til ny forskrift

Januar 2002 påbegynte en intern arbeidsgruppe i NVE arbeidet med forslag til en ny forskrift om leveringskvalitet. NVE tok sikte på å kunne vedta en forskrift med virkning fra 1. januar 2004, men på grunn av den anstrengte kraftsituasjonen høsten og vinteren 2002/2003, ble arbeidet forsinket. NVE tar nå sikte på at forskriften skal tre i kraft fra 1. januar 2005.

Under arbeidet med forslaget har NVE avholdt møter og hatt diskusjoner med ulike myndighetsorgan, aktører og interesseorganisasjoner med interesse for forskriften. Dette har gitt viktige innspill fra både nett-, produksjons- og forbrukssiden, og har gitt NVE et bedre grunnlag for fastsettelsen av de enkelte kravene i forslaget.

NVE har samarbeidet med Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) som forvalter flere forskrifter vedrørende forhold som påvirker leveringskvaliteten i kraftsystemet. Gjennom DSBs forskrifter stilles blant annet krav til overspenningsbeskyttelse, melding om installasjoner, jordfeilshåndtering, kortslutninger mm. DSB har hovedfokus på elsikkerhet, men er også opptatt av forhold som påvirker leveringskvaliteten. NVE og DSB har hatt en god dialog i forbindelse med utarbeidelsen av forslaget, og vil også i fremtiden koordinere eventuelle endringer av forskrifter innenfor sine ansvarsområder.

SINTEF Energiforskning AS (SINTEF) har også vært en sentral samarbeidspartner i arbeidet med forslaget. SINTEF har over flere tiår gjennomført og deltatt i en rekke forskningsprosjekter som omhandler forhold knyttet til leveringskvalitet, og har utført en mengde problemløsningsoppdrag for ulike nettselskaper og nettkunder.

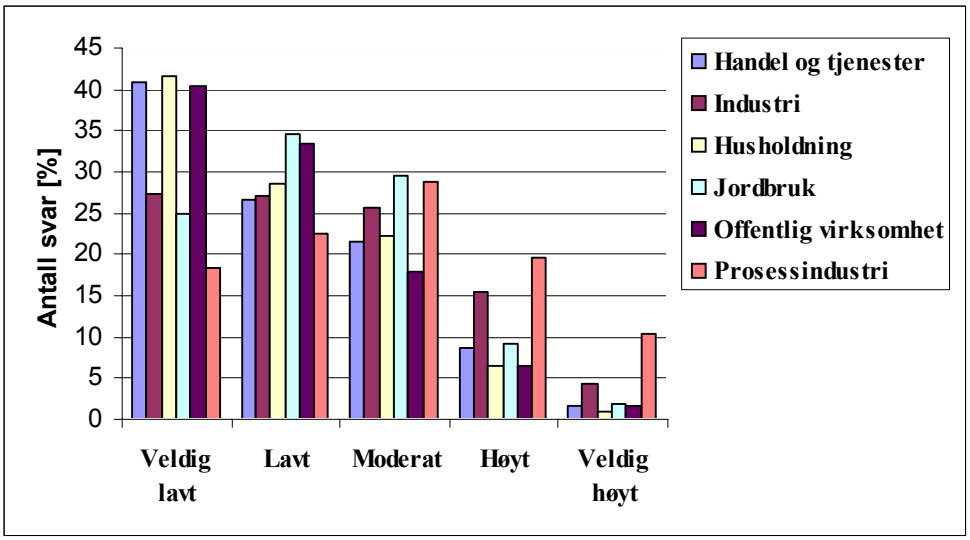
1.2 Underlagsmateriale for forslag til ny forskrift

Ved utarbeidelse av en ny forskrift er det en forutsetning at de bestemmelser som foreslås, har tilstrekkelig substans og er utredet i tilstrekkelig grad på forhånd. Underlag i forbindelse med det nå foreliggende forslag til forskrift om leveringskvalitet, er blant annet forskningsprosjekter, nasjonale og internasjonale rapporter/standarder som de viktigste, samt gjeldende retningslinjer og definisjoner for det norske kraftsystemet. Hjemmelsgrunnlag og føringer fra overordnet myndighet beskrives separat i kapittel 1.3.

1.2.1 Forskningsprosjekter

En lang rekke forskningsprosjekter om leveringskvalitet har vært gjennomført på hele 90-tallet. Leveringskvalitet har vært et viktig tema i både EFFEN og EFFEKT programmene til Norges forskningsråd (NFR).

SINTEF har gjennom ulike forskningsprosjekter bidratt med viktig underlag til forskriften. Her nevnes spesielt prosjektet – *Kostnader forbundet med strømbrudd og spenningsforstyrrelser*. Ved hjelp av en omfattende spørreundersøkelse i 2001/2002 har SINTEF i samarbeid med Samfunns- og næringslivsforskning AS (SNF) kartlagt hvilke ulemper og kostnader avbrudd og spennings-forstyrrelser påfører samfunnet og hvordan ulike sluttbrukergrupper opplever kvalitet på mottatt elektrisitet. Det er beregnet at avbrudd og spenningsdipp alene påfører norske sluttbrukere årlige kostnader i størrelsesorden 1,6-1,8 milliarder kr. Det som ikke fremkommer av undersøkelsen er hva som er et samfunnsøkonomisk riktig nivå på leveringskvaliteten. Det er viktig at det er balanse mellom kostnader nedlagt i nettet og de kostnader som nettkundene opplever pga avbrudd og spenningsforstyrrelser. Det må også tas hensyn til hvor det er mest kostnadseffektivt å gjennomføre tiltak. For eksempel kan det i noen tilfeller være mindre kostnader forbundet med å gjennomføre tiltak hos nettkundene enn hos nettselskapet.



Figur 1: Respondentenes mening om antall avbrudd, alle sluttbrukergrupper [9].

Som det fremgår av Figur 1 synes de fleste respondentene å være relativt godt fornøyd med dagens pålitelighetsnivå, hva antall avbrudd angår. Så mange som 92,4 % av husholdningsrespondentene mener antall avbrudd er ”veldig lavt”, lavt”, eller ”moderat”. Tilsvarende tall for industrirespondentene er 80,2 %. Prosessindustrien skiller seg ut da i overkant av 30 % av respondentene innenfor denne gruppen, mener at antall avbrudd er ”høyt” eller ”veldig høyt”.

Resultatene fra det nevnte prosjektet er dokumentert i følgende rapporter:

- Sluttbrukeres kostnader forbundet med strømbrudd og spenningsforstyrrelser: Del 1 av 3: Spørreundersøkelse - Metodeunderlag [8]
- Sluttbrukeres kostnader forbundet med avbrudd og spenningsforstyrrelser: Del 2 av 3: Spørreundersøkelse - Resultater [9]
- Sluttbrukeres kostnader forbundet med avbrudd og spenningsforstyrrelser: Del 3 av 3: Spørreundersøkelse – Utfyllende analyser [10]

SINTEF har i over 10 år samlet inn data om leveringskvalitetsparametere i Norge og lagret resultatene i en egen database. Databasen innholder målinger fra mange forskjellige nettselskaper og målepunkter (671 punkter i 2003), og gir en god beskrivelse av hvordan forholdene er i det norske kraftsystemet. For mer informasjon se [2].

Et annet forskningsprosjekt som gir et viktig underlag for bestemmelsene i forslag til ny forskrift, er *Spenningskvalitet og støybeskyttelse*. Prosjektet er finansiert av Norges forskningsråd og Energibedriftenes landsforening (EBL) inkludert enkelte medlemsbedrifter. NVE er representert i brukergruppen. To viktige rapporter utarbeidet i dette prosjektet, er:

- Krav til spenningskvalitet [1]
- Spenningskvalitet og kortvarige avbrudd i Norge. Rikets tilstand 1993-2003 [2]

Rapportene er utarbeidet av SINTEF. Rapporten *Krav til spenningskvalitet* kommer med klare anbefalinger til forslag til grenseverdier for spenningskvalitet i det norske kraftsystemet. Anbefalingene i rapporten er basert på anbefalte grenseverdier i internasjonale normer og rapporter (fra CENELEC, IEC og IEEE), samt på SINTEFs erfaring med hvilke støynivå i spenningen som gir problemer og hvilke støynivå som sjelden gir problemer i det norske kraftsystemet.

Rapporten *Spenningskvalitet og kortvarige avbrudd i Norge. Rikets tilstand 1993-2003* gir en status for spenningskvaliteten i det norske kraftsystemet for årene 1993 til 2003.

1.2.2 Internasjonale normer og regler om leveringskvalitet

Forslaget til forskrift tar blant annet utgangspunkt i flere aktuelle internasjonale normer som finnes om leveringskvalitet. NVE anser normarbeidet for å være svært viktig og deltar selv i to ulike normkomiteer (NK8 og NK88) og i representantskapet til Norsk Elektroteknisk Komité (NEK)[1].

EU har gjennom sine direktiver regler om at myndigheter i medlemslandene skal sette krav til hvordan leveringskvaliteten skal være i nettet. Forslaget til forskrift om leveringskvalitet gir på flere områder konkrete grenseverdier for hva som er å anse som et akseptabelt nivå på leveringskvaliteten.

[1] NEK er en selvstendig og nøytral organisasjon opprettet i 1912 og har ansvaret for standardiseringen på det elektrotekniske området i Norge. NEK er det norske medlem i International Electrotechnical Commission (IEC) og European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC). NEK vedtar og markedsfører Norske elektrotekniske normer.

European Committee for Electrotechnical Standardization- CENELEC[2]

Europanormen EN 50160 er en produktstandard for elektrisitet. Europanormen har bakgrunn i at EF-kommisjonen i januar 1991 ba CENELEC om å utarbeide en standard for fysiske egenskaper ved produktet elektrisitet. Viktige faktorer for henvendelsen var:

- EMC – direktivet 89/336/EEC, hvor medlemslandene forplikter seg til å beskytte fordelingsnettene mot elektromagnetiske forstyrrelser.
- Økt kundebehov i kombinasjon med økte forstyrrelser.
- EFs direktiv 85/374/EEC vedrørende produktansvar.
- Nasjonale forskrifter og standarder varierte mye og var delvis av eldre dato.

Mandatet til arbeidsgruppen som ble nedsatt, var begrenset til egenskapene frekvens, effektivverdi, kurveform og usymmetri ved spenningen. Med bakgrunn i mandatet ble standardens formål spesifisert til å definere og beskrive egenskaper ved forsyningsspenningen. Standarden ble begrenset til å gjelde spenningsnivåene ”Low voltage (LV)” og ”Medium voltage (MV)”. LV gjelder fra og med 230 V til og med 1000 V, mens MV gjelder fra 1000 V til og med 35 kV.

Den første utgaven av europanormen ble sendt på *Unique Acceptance Procedure* og ble godkjent av CENELEC som EN 50160 den 5. juli 1994, mens ikrafttredelse ble satt til 15. juli 1995. Noen land stemte imot denne første utgaven, deriblant Norge. Bakgrunnen for dette var at den ble mer oppfattet som en rapport enn som en norm, og at de foreslåtte grenseverdiene for langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi var for vide og dessuten gjeldende bare i 95 % av tiden. I 5 % av uken, dvs 8 timer, var det ikke angitt grenseverdier for langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi. Norge foreslo at det for lavspenningsnett burde være en grenseverdi på ± 10 % i 100 % av tiden. Tre forslag til endring av normen ble siden tatt opp til formell avstemming i CENELEC, godkjent den 1. januar 1999 og inkludert i en ny utgave av normen. En av endringene som kom i normen da, var at grenseverdier for langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi ble satt for 100 % av uken. Dette ble gjort ved å sette grenseverdiene til ± 10 % i 95 % av uken og +10 % /-15 % for de resterende 5 % av uken. EN 50160:1999 foreligger nå i norsk oversettelse (NEK EN 50160:1999).

Europanormen mangler dessverre noen viktige elementer som medfører at den ikke fullt ut kan benyttes til offentlig regulering av leveringskvalitet i det norske kraftsystemet. De viktigste forholdene er at normen på en rekke områder bare definerer verdier for 95 % av tiden, og at den kun definerer grenseverdier for noen av leveringskvalitetsparametrene. For øvrig gir den for flere parametere kun en beskrivelse av hva som kan forventes i Europa. NVE mener det er uakseptabelt i et moderne samfunn som Norge at kvaliteten på elektrisitet som leveres til nettkundene, mangler grenseverdier for 8 timer i løpet av hver uke for en rekke viktige parametere. Kundene må være sikre på at det elektriske utstyret fungerer tilfredsstillende hele uken. Europanormen tar også en del forbehold for når den skal gjelde. Det er meget viktig at det er god kompatibilitet mellom kvaliteten på levert elektrisitet og produktstandard for de elektriske apparatene hos nettkundene.

[2] CENELEC publiserer europanormer (EN) og harmoniseringsdokumenter (HD) som er bindende for medlemmene. Således må disse iverksettes som gjeldende nasjonale normer og standarder uten avvik og iht et fastsatt tidsskjema. Derved definerer CENELEC de tekniske betingelser for adgangen til elektromarkedet i Europa

International Electrotechnical Commission – IEC[3]

IEC 61000-serien er omfattende og inneholder standarder vedrørende grenseverdier for spenningsforstyrrelser, normer for apparatimmunitet, apparatemisjon, måleinstrumenter for spenningskvalitet med videre. Flere av IEC standardene er adoptert av CENELEC og er også CENELEC standarder. 61000-4-XX[4] omhandler måleinstrumenter for leveringskvalitetsmålinger og er viktig for nettselskapene i forbindelse med å følge opp de foreslåtte bestemmelsene i forslaget.

Generelt kan IEC 61000-serien grovinndeles i, jf [1]:

- 61000-1-XX Generelle EMC forhold (definisjoner, sikkerhet, EMP etc).
- 61000-2-XX Kompatibilitetsgrenser og forholdene i kraftnett etc.
- 61000-3-XX Omhandler emisjonsgrenser og begrensninger av forstyrrelser.
- 61000-4-XX Måleinstrumenter for leveringskvalitetsmålinger.
- 61000-5-XX Retningslinjer for installasjon og leveringskvalitetskompensering.
- 61000-6-XX Generiske standarder, typisk med immunitets- og emisjonskrav.

IEC 61000-3-7 *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 7: Assessment of emission limits for fluctuating loads in MV and HV power systems – Basic EMC publication* nevnes spesielt med hensyn til grenseverdier for spenningssprang. Standarden inneholder grenseverdier for blant annet spenningsendringer relatert nominell spenning med hensyn til størrelse og hyppighet.

1.2.3 Retningslinjer for tekniske krav til anlegg i hovednettet (KtA) og veileder for teknisk dimensjonering av anlegg tilknyttet regional- og sentralnettet (VtA)

Forskrift om systemansvaret (FOS) trådte i kraft den 17. mai 2002. Inntil da fungerte retningslinjer for systemansvaret (RfS), som var utarbeidet og forvaltet av NVE. Systemansvarlig utarbeidet med bakgrunn i RfS, retningslinjer for tekniske krav til anlegg i hovednettet (KtA). KtA hadde sin juridiske forankring gjennom RfS, hvor NVE var kontrollmyndighet. I KtA inngikk også krav til leveringskvaliteten i hovednettet. Hovednettet var her definert som sentralnettet samt utvalgte deler av regionalnettet. Da FOS ble iverksatt i 2002, mistet KtA sin juridiske forankring og ble erstattet av en veileder for teknisk dimensjonering av anlegg i eller tilknyttet regional- og sentralnettet (VtA).

Veilederen omhandler blant annet krav til leveringskvalitet for de nevnte nettnivåer. Leveringskvaliteten må tilpasses bestemmelsene som gis i forskrift om leveringskvalitet når denne trer i kraft. Systemansvarlig håndterer spesielle behov til anleggenes funksjon gjennom egne enkeltvedtak.

De ulike anleggseierne har i stor grad tilpasset seg de grenseverdier som er gitt i KtA og VtA.

1.2.4 Definisjoner knyttet til feil og avbrudd i det elektriske kraftsystemet – Versjon 2 2001

Referansegruppe for feil og avbrudd har utarbeidet et definisjonshefte (se NVEs internettsider) knyttet til feil og avbrudd i det norske kraftsystemet. Referansegruppen består av representanter fra NVE, systemansvarlig/ Statnett SF, EBL-Kompetanse, SINTEF og tre representanter fra ulike nettselskap. Definisjonsheftet har vært én del av underlaget for de definisjoner som fremgår av forslaget til forskrift.

---

[3] IEC utvikler og publiserer internasjonale elektrotekniske normer, de fleste tospråklige (fransk /engelsk). IEC-normene har høy anseelse og brukes på ulike nivåer i over 100 land.

[4] XX står for ulike rapportnummer.

1.3 Hjemmelsgrunnlaget

NVE er et fagdirektorat underlagt OED, og er avhengig av hjemmel i lov eller forskrift for å kunne utferdige forskrifter, fatte enkeltvedtak med videre. I dette kapitlet gis en kort beskrivelse av hjemmelsgrunnlaget for forslaget til forskrift om leveringskvalitet samt noen sentrale føringer for forståelsen av hjemmelsgrunnlaget. Det gis også en kort beskrivelse av forholdet til Europa-parlamentets og Rådets direktiv 2003/54/EU.

1.3.1 Energiloven og energilovforskriften

Olje- og energidepartementet har med hjemmel i energiloven § 5A-3 hjemmel til å utferdige forskrifter om leveringskvaliteten i kraftsystemet, og om informasjonsplikten i den forbindelse.

OED har i energilovforskriften § 5A-3 fastsatt bestemmelser om leveringskvalitet, som lyder:

> *Det kan settes krav til leveringskvalitet overfor aktørene i kraftsystemet. Krav til leveringskvaliteten kan blant annet være minimumskrav for hva som er å anse som tilfredsstillende leveringskvalitet.*
>
> *Den som leverer elektrisk energi plikter å informere tilknyttede aktører om hvilken leveringskvalitet som kan påregnes. Det kan inngås private avtaler om en annen leveringskvalitet.*

OED har i energilovforskriften § 7-1 bokstav m) delegert myndighet til NVE, slik at NVE kan utferdige forskrifter til gjennomføring og utfylling av energilovforskriften hva gjelder leveringskvalitet.

1.3.2 Overordnede føringer for forslaget

I Ot.prp nr. 56 (2000-2001) om lov om endringer i energiloven kapittel 3.6.4.2, gis det viktige føringer for forståelsen av hjemmelsgrunnlaget.

OED fremhever blant annet at det ”*ser det som ønskelig at definisjonen av leveringskvalitet blir nærmere klarlagt og at den blir mer i overensstemmelse med internasjonale normer*”.

OED understreker videre at formålet med forskrifter om leveringskvalitet ikke er å stille urealistiske høye krav til leveringskvalitet, og at eventuelle minimumskrav som stilles nettopp skal være minimumskrav for hva som er å anse som akseptabel leveringskvalitet. Minimumskrav bør etter departementets vurdering heller ikke utløse investeringer som ikke er samfunnsøkonomisk lønnsomme.

I forhold til hvem det kan stilles krav til, uttaler OED at ”*Hva som er å anse som akseptabel leveringskvalitet kan variere med plasseringen i kraftsystemet og ulike sluttforbrukere kan ha forskjellige behov og interesser. Etter departementets vurdering er det hensiktsmessig at det kan settes krav til leveringskvalitet overfor alle aktørene i kraftsystemet*”.

OED uttaler også at ”*Krav i forhold til leveringsplikten etter energiloven § 3-3 bør være bestemt av blant annet eventuelle minstekrav til leveringskvalitet*”.

Hva gjelder informasjonsplikten påpeker OED at ”*plikten kan pålegges alle som helt eller delvis eier eller driver anlegg som kan påvirke leveringskvaliteten i kraftsystemet enten generelt eller kun overfor enkelte.*”

NVE har utarbeidet forslaget innenfor og i tråd med de føringene OED gir. En nærmere begrunnelse for forslaget gis i kapittel 5.

1.3.3 EU – regelverk

Direktiv 2003/54/EU av 26. juni 2003[5] - om felles regler for det indre marked for elektrisitet - gir også en rekke premisser for energimyndighetenes regulering av sektoren, og er således viktig også for utarbeidelsen av forskriftsforslaget.

Utkastet til forskrift om leveringskvalitet oppfyller etter NVEs mening de krav som stilles til den norske reguleringen gjennom direktivet. Dette gjelder selvsagt bare de punktene som det er naturlig å regulere i en forskrift om leveringskvalitet. NVE er for øvrig i gang med å utrede hvorvidt det er nødvendig å endre øvrige forskrifter for at den norske reguleringen skal oppfylle de krav som stilles gjennom direktivet. Eventuelle forslag om endringer i andre forskrifter vil være gjenstand for separat høring.

[5] Det ventes at nødvendige beslutninger med hensyn på implementering av direktivet treffes i løpet av 2004.

2 Bakgrunn for forslaget

Det er flere grunner til at NVE nå fremmer forslag til forskrift om leveringskvalitet i det norske kraftsystemet. Blant annet benyttes begreper som riktig, tilfredsstillende, akseptabel og forsvarlig leveringskvalitet i energiloven med forskrifter, uten at disse begrepene er gitt noe nærmere innhold. Det er derfor et behov for å gi begrepene et reelt innhold og gi aktørene forutsigbarhet i forhold til energimyndighetenes forvaltning av regelverket.

Det er behov for en nærmere presisering av hva som skal anses som nødvendig for at områdekonsesjonærene skal oppfylle sin leveringsplikt i henhold til energiloven § 3-3. Forslagets krav til utbedring av feil i nettet og til spenningskvalitet gir blant annet leveringsplikten et mer presist innhold.

Forslaget er også utarbeidet for å sikre at leveringskvaliteten i kraftsystemet opprettholdes på eller tilpasses til et nivå som kan anses samfunnsmessig rasjonelt. NVE anser at leveringskvaliteten i dagens kraftsystem stort sett er tilfredsstillende for de fleste aktører, noe som baseres på blant annet målinger som er gjort i Norge de senere årene. Ved å holde leveringskvaliteten på dagens nivå vil det totalt sett for samfunnet ikke genereres vesentlige nye kostnader ettersom de fleste sluttbrukere og produsenter av elektrisitet har tilpasset seg dagens nivå. Forslaget legger derfor ikke opp til noen generell kvalitetshevning, men kan for enkelte nettselskaper innebære at det må treffes tiltak for å overholde kravene i ulike deler av nettet. Slike tiltak er imidlertid etter NVEs vurdering nødvendig for å sikre alle kunder en tilfredsstillende leveringskvalitet.

Det kan også anses som et problem at overføring av elektrisitet er en tjeneste hvor det i dag ikke finnes en generell kravspesifikasjon. NVE anser det som naturlig at aktørene som er tilknyttet eller skal tilknyttes nettet, har forventninger til en alminnelig god kvalitet på forsyningen, og at det er klare ansvarsforhold aktørene imellom. Det er også viktig for aktørene å vite hvilke kvalitetsforhold som kan forventes når elektrisk utstyr skal tilknyttes kraftnettet, slik at unødvendige økonomiske tap kan unngås. Utstyret kan da dimensjoneres riktig, og det er større sannsynlighet for at det virker som det skal. Forslaget kan derfor anses som en spesifikasjon av hva som oppfattes som tilfredsstillende kvalitet på produktet elektrisitet i det norske kraftsystemet.

NVE har i den senere tid registrert en økning i antall saker hvor problemstillinger knyttet til leveringskvalitet inngår i tvister mellom ulike aktører i kraftsystemet. NVE ønsker å sette sterkere fokus på nettselskapenes evne til å levere tjenester og elektrisitet med riktig kvalitet. For å unngå uklarheter, og for å ha et bedre grunnlag for å behandle slike tvister, er det behov for et regelverk som regulerer disse forholdene på en forutsigbar og god måte. Krav til kundebehandling i forbindelse med henvendelser vedrørende mangler ved leveringskvaliteten hos nettselskapene er også en del av i forslaget. Bakgrunnen for dette er at kvaliteten på kundebehandling anses som en viktig del av den tjenesten nettselskapene leverer. Ettersom nettselskapet står i en monopolsituasjon, er det viktig å stille krav til en grundig og god behandling av henvendelser fra kundene. Forslaget gir NVE et bedre grunnlag til å følge opp nettselskapenes behandling av henvendelser om mangelfull leveringskvalitet. Eventuell mangelfull oppfølging kan klages inn for NVE. NVE vil kunne treffe vedtak i saken og eventuelt benytte de sanksjonsmuligheter som kan utøves med hjemmel i energiloven.

Da energiloven ble innført i 1991, ble det stilt krav om at områdekonsesjonærene skulle informere egne sluttbrukere om hvilken leveringskvalitet som kunne påregnes. Få områdekonsesjonærer har etter det NVE kjenner til gitt ut slik informasjon. Fra januar 2002 ble det gjennom energilovforskriften gitt et krav til alle aktører som leverer elektrisk energi om å informere om den leveringskvaliteten som kan påregnes. Foreliggende forslag presiserer hvilken informasjon om leveringskvalitet nettselskapene

som et minimum skal gi. En forutsetning for at nettselskapene skal kunne gi relevant informasjon til sine kunder, er at aktørene har kunnskap om leveringskvaliteten og status i egne anlegg. Forslaget stiller derfor også krav til at nettselskapene skal foreta kontinuerlige målinger i egne nettanlegg.

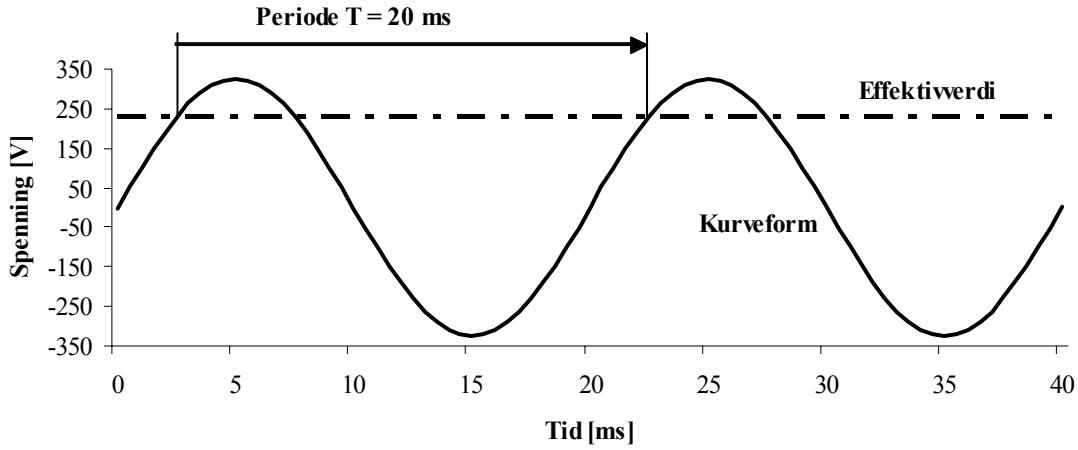
Inntektsrammereguleringen og de effektivitetskrav for nettselskapene som ble innført av NVE i 1997 og økt fokus på avkastning i selskapene, har medført sterkere vekt på reduksjon av kostnader i selskapene. Dette kan på sikt medføre at leveringskvaliteten forringes til et nivå som ikke er tilfredsstillende for nettkundene. For å motvirke en uønsket utvikling med hensyn til leveringspålitelighet, ble det i 2001 innført en ordning med kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke levert energi (KILE) som en del av inntektsrammereguleringen. KILE-ordningen er nærmere beskrevet i kapittel 4.1. Forslaget til forskrift om leveringskvalitet inneholder viktige bestemmelser med hensyn til både leveringspålitelighet og spenningskvalitet, som sammen med øvrige forskrifter, skal bidra til å sikre eller opprettholde en tilfredsstillende leveringskvalitet.

3 Elektrisitet og det norske kraftsystemet

I dette kapitlet omtales kort noen sentrale begreper innen elektrisitet og det norske kraftsystemet. Det er ikke forsøkt å gi en uttømmende beskrivelse. Det henvises til faglitteraturen og NVEs øvrige regelverk for nærmere fordypning.

Elektrisitet er en energibærer som nyttiggjøres ved at energien omformes til andre energiformer som eksempelvis lys, varme og mekanisk energi. Elektrisitet kan også benyttes til mange elektromagnetiske, elektroniske, akustiske og visuelle formål. Elektrisitetens egenskaper omhandler både strømmens og spenningens egenskaper. Elektrisitetens kvalitet er svært viktig med hensyn til anvendeligheten i elektrisk utstyr og apparater.

Elektrisiteten har flere egenskaper som varierer og som påvirker dens nytteverdi for brukere. De fleste elektriske apparater er utviklet for å fungere optimalt ved påtrykk av spenning med en perfekt sinusformet kurveform med en konstant amplitude og en konstant frekvens. Dette kommenteres nærmere også under kapittel 4. Figur 2 viser kurveform, effektivverdi og periodetid for en vekselspenning.

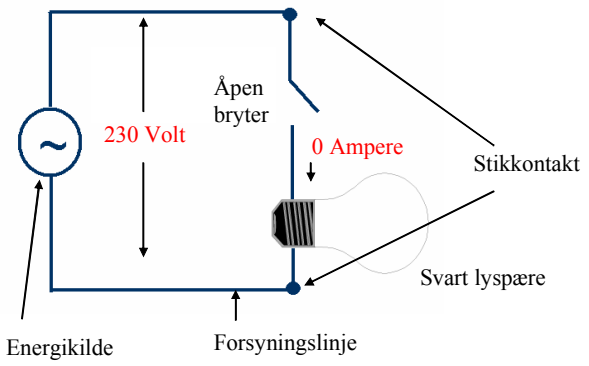


Figur 2: To perioder av en ren sinusformet 50 Hz vekselspenning med effektivverdi på 230 V. Figuren angir også periodetiden $T = \frac{1}{f}$, hvor f er frekvensen.

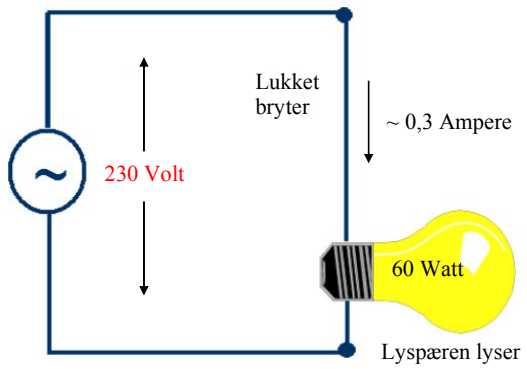
For en ren sinusformet spenningskurve vil effektivverdien være lik amplitudeverdien dividert på kvadratroten av 2. Effektivverdien er en teoretisk utledet størrelse og vil variere med forvrengningen av kurveformen.

I de neste avsnittene forklares kort hva som påvirker strøm, spenning og effekt i en elektrisk krets. Spenning angis i volt [V], strøm angis i ampere [A] og effekt angis i watt [W]. I grove trekk kan det sies at spenningsnivået som leveres den enkelte nettkunde bestemmes av nettselskapet, mens strømmen som flyter gjennom installasjonen til nettkunden bestemmes av nettkunden selv.

Endringer i strømmen gir opphav til endringer i spenningen for tilknyttet nett, avhengig av stivheten[6] i dette nettet. Hvordan spenningen ligger fast, mens strømmen endres ved ulik belastning, illustreres med to enkle figurer nedenfor.



Figur 3: Nettkunden har ikke slått på lysbryteren, det flyter ingen strøm gjennom lyspæren. Spenningen har en fast verdi.



Figur 4: Nettkunden har slått på bryteren og trekker strøm fra nettselskapet, lyspæren lyser. Spenningen er uendret.

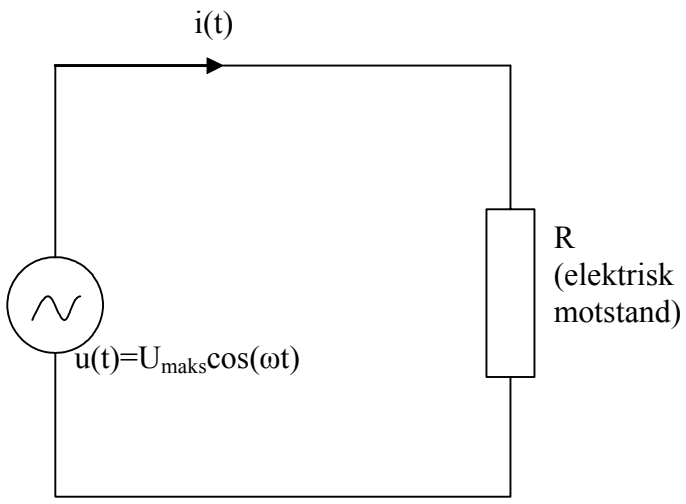
Dersom en nettkunde trekker en aktiv strøm med en sinusformet strømkurve med en konstant amplitude og konstant frekvens fra nettet, vil ikke dette medføre endringer i spenningskvaliteten i det overliggende nettet, med unntak av spenningsfallet[7] som oppstår i nettet som følge av strømbelastningen. Dersom strømmen som nettkunden trekker fra nettet er av redusert kvalitet, dvs at den ikke har en ren sinusformet kurveform, vil dette gi opphav til redusert spenningskvalitet for det tilknyttede nettanlegget. I hvor stor grad spenningskvaliteten reduseres av en reduksjon i kvaliteten til strømmen som flyter i kraftsystemet, vil avhenge av stivheten i nettet.

Innen elektrisitetslæren benyttes begrepet effekt om gjennomsnittlige energimengder over ulike tidsperioder, eksempelvis 20 ms, 1 time, 1 dag eller 1 uke. Effekt uttrykt ved elektriske enheter gitt ved spenning ganger strøm, $[W]=[V]\cdot[A]$. Effekt skal i utgangspunktet tolkes som en momentanverdi, dvs:

$$p(t)=u(t)\cdot i(t)[W] \qquad (1)$$

Denne definisjonen vil for likestrømkretser[8] gi en fast verdi, mens ved studie av vekselstrømkretser vil definisjonen medføre en tidsvariabel effekt under stasjonære forhold. I figuren nedenfor er vist en enkel vekselstrømkrets.

[6] Stivheten i et system er et begrep som gjerne benyttes for å karakterisere systemets kortslutningsytelse. Kortslutningsytelsen i et gitt punkt i et kraftsystem vil avhenge av både generator- og motorytelse i drift i systemet, samt impedans (elektrisk motstand) i linjer, kabler, transformatorer etc. Dess høyere kortslutningsytelse det er i et kraftsystem, dess stivere er systemet. I et uendelig stivt system endres ikke spenningen i systemet uavhengig av størrelsen på endringer i strømmen som flyter gjennom systemet. I et svakt system vil endringer i strømmen kunne medføre til dels store endringer i spenningen i systemet.
[7] Dette gjelder spesielt i svake nett.
[8] I likestrømkretser har strøm og spenning konstant verdi, og frekvens lik 0.



Figur 5: Eksempel på en enkel vekselstrømkrets med en spenningskilde og en rent ohmsk motstand.

Strømmen i kretsen kan uttrykkes ved:

$$i(t) = \frac{1}{R}u(t) = \frac{U_{maks}}{R}\cos(\omega t) = I_{maks}\cos(\omega t) \qquad (2)$$

Effekten i kretsen uttrykkes som:

$$p(t) = u(t)\cdot i(t) = U_{maks}\cdot I_{maks}\cdot\cos^2\omega t = \frac{1}{2}\cdot U_{maks}\cdot I_{maks}\cdot[1+\cos 2\omega t] \qquad (3)$$

Dette gir en varierende effekt over et gitt tidsrom, men det er effektens middelverdi over en gitt tidsperiode som er interessant, denne uttrykkes ved:

$$P = \frac{1}{T}\cdot\int_0^T p(t)\cdot dt = \frac{1}{2}\cdot U_{maks}\cdot I_{maks} = \frac{U_{maks}^2}{2R} = \frac{R\cdot I_{maks}^2}{2} \qquad (4)$$

Med effekt i en vekselstrømkrets forstår vi dermed middeleffekten over en gitt periode.

I ligningene ovenfor er det benyttet spenningens og strømmens maksimalverdier, som medfører at faktoren ½ dukker opp. For å kunne benyttes Joules lov på samme form i vekselstrømkretser som i likestrømkretser defineres strømmens og spenningens effektivverdier, I_{eff} og U_{eff}:

$$U_{eff} = R\cdot I_{eff} \qquad (5)$$

$$P = U_{eff}\cdot I_{eff} \qquad (6)$$

Sammenstilling av ligningene ovenfor gir:

$$I_{eff} = \frac{1}{\sqrt{2}}I_{maks} \qquad (7)$$

$$U_{eff} = \frac{1}{\sqrt{2}}U_{maks} \qquad (8)$$

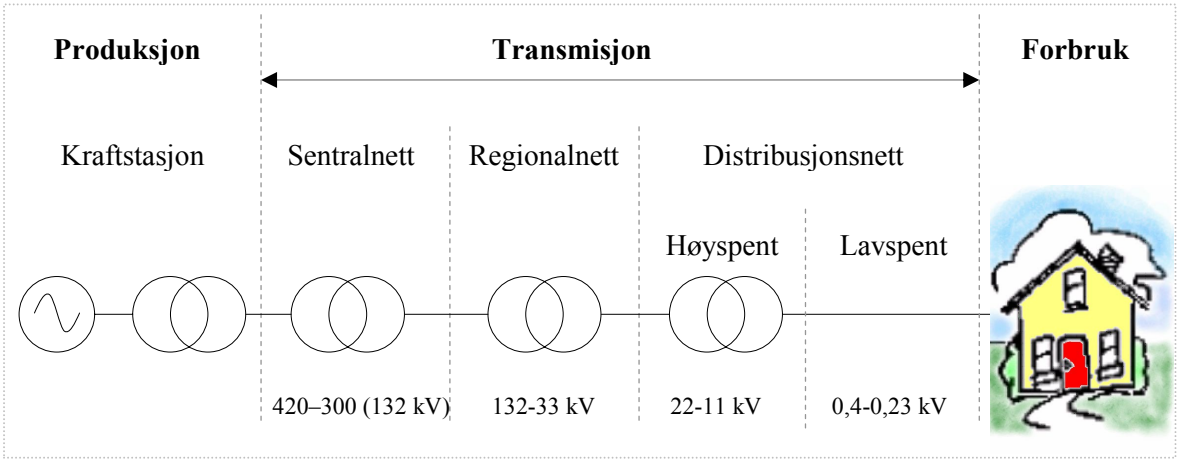
Innføring av effektivverdier medfører dermed at en vekselstrømkrets gjøres analog med en likestrømkrets. Det bemerkes at ligningene (5) og (6) gjelder uavhengig av kurveformen, mens

faktoren foran strømmens og spenningens maksimalverdi i ligningene (7) og (8) vil variere med kurveformen.

I det foregående er det gitt en kort beskrivelse av aktiv effekt i en elektrisk krets. Aktiv effekt dannes av strøm og spenning med samme frekvens og som ligger i fase med hverandre. Summen av de strøm- og spenningsproduktene som ikke danner aktiv effekt betegnes som reaktiv effekt med benevning VAr. Benevnelsen tydeliggjør at dette ikke er effekt i watt, r står for reaktiv. Forvrengning av strømmens og spenningens kurveform, eller innbyrdes faseforskyvning (i tid), vil medføre at kun en del av strømmen vil kunne danne aktiv effekt med driftsspenningens effektivverdi. Produktet av spenningens effektivverdi og den totale strømmen betegnes tilsynelatende effekt og benevnes VA. Effektfaktoren for et system beregnes som forholdet mellom aktiv effekt og tilsynelatende effekt. Ved dimensjonering av et anlegg er det den totale strømmen som flyter i anlegget som det må tas hensyn til. Ved for lav effektfaktor kan ulike kompenseringsordninger benyttes, eksempelvis et kondensatorbatteri (kapasitans) som vil produsere reaktiv effekt.

Systemimpedansen (den totale elektriske motstanden) i kraftsystemet består av resistans, induktans (spole) og kapasitans (kondensator). Et system med høy kortslutningsytelse i et gitt punkt i nettet betyr at systemimpedansen (den totale elektriske motsanden) som strømmen vil møte fra dette punktet er liten, og tilsvarende vil strømmen i et system med liten kortslutningsytelse møte en stor systemimpedans. Den elektriske motstanden i systemet, og dermed også kortslutningsytelsen, varierer ved endringer i frekvensen. Dersom kapasitansen i kraftsystemet neglisjeres vil systemimpedansen stige proporsjonalt med frekvensen på grunn av induktansen i systemet. Endringer i resistansen på grunn av endringer i frekvensen er oftest neglisjerbar, og kapasitansen i nettet som følge av luftlinjer er også oftest neglisjerbar. Ved kondensatorbatterier eller harmoniske filtre installert i systemet, eller ved lange kabellengder kan det derimot oppstå resonansfenomener i nettet som medfører veldig lav eller veldig høy elektrisk motstand for strømmer med gitte frekvenser.

Elektrisitet produseres i kraftstasjoner, leveres ut på overføringsnettet for deretter å bli transportert ut til den enkelte sluttbruker. Kraftoverføringssystemet omfatter mange ulike komponenter som luftledninger, jord- og sjøkabler, transformatorer, brytere med mer på ulike spenningsnivåer. Figur 6 gir en skjematisk fremstilling av det norske kraftsystemet fra produksjon til sluttbruker. Sluttbrukere og kraftstasjoner er også tilknyttet andre nettnivå enn det som figuren viser.



Figur 6: Skjematisk fremstilling av det norske kraftsystemet.

Det norske kraftsystemet er bygget opp som trefase vekselspenningsanlegg. Det er flere fordeler med et trefase kraftsystem:

- Tre faser er det minste antall faser som gir et jevnt moment i generatorer og motorer ved ideelle forutsetninger. Gjennomsnittlig aktiv effekt i et trefasesystem er konstant.
- Trefasemotorer trenger ikke ekstrautstyr for å oppnå startmoment.
- Den magnetiske utnyttelse i trefase generatorer, motorer og transformatorer er bedre enn i tilsvarende enfasekomponenter, og medfører dermed at komponentene blir billigere.
- Ved likeretting av vekselstrøm er det ønskelig med mange faser på vekselstrømsiden for å oppnå en så glatt likestrøm eller likespenning som mulig.

Spenningsnivået i kraftsystemet i Norge varierer fra 230 V til og med 420 kV. Spenningsnivåene fra og med 230 V til og med 22 kV betegnes normalt som distribusjonsnett i Norge, mens spenningsnivå fra og med 33 kV og det meste av 132 kV nettet betegnes som regionalnett. Noe nettanlegg med spenningsnivå 132 kV, og det meste av nettanlegg med høyere spenningsnivåer betegnes som sentralnett. NVE definerer sentralnettets utstrekning gjennom enkeltvedtak.

Elektrisitet produseres, transporteres og brukes simultant. Den overordnede driftskoordineringen utøves av Statnett SF, som i henhold til energiloven er utpekt som systemansvarlig i det norske kraftsystemet med ansvar for at det alltid er en balanse mellom produksjon og forbruk. Inntekter fra nettanlegg er regulert av NVE ved at det enkelte nettselskapet tildeles en årlig inntektsramme. Produksjonsanlegg inklusive overføringsledninger fra kraftverk og enkelte industrinett er ikke tildelt inntektsramme. De ovennevnte begrepene distribusjonsnett, regionalnett og sentralnett benyttes kun for anlegg som er tildelt inntektsramme. Dette er med andre ord tariffmessige begreper.

4 Begrunnelse for de foreslåtte krav til leveringskvalitet

Begrepet leveringskvalitet er definert gjennom en rekke nasjonale og internasjonale rapporter og normer/standarder på området. Leveringskvalitet defineres som et samlebegrep for leveringspålitelighet, spenningskvalitet og ikke tekniske elementer som kundeservice, informasjon med mer. I det foreliggende forslaget til forskrift inngår bestemmelser om leveringspålitelighet og spenningskvalitet. Ikke tekniske elementer er i forslaget begrenset til ansvarsforhold vedrørende leveringspålitelighet og spenningskvalitet inklusive kundebehandling, samt konkrete bestemmelser vedrørende informasjon om og dokumentasjon av leveringspålitelighet og spenningskvalitet.

I det følgende beskrives de nevnte begreper nærmere med begrunnelse for de foreslåtte bestemmelser. Det gis en beskrivelse av, årsak til, konsekvenser og utbredelse av de tekniske parametere. Videre omtales mulighet for avbøtende tiltak og referanse til om leveringskvalitetsparameteren er omhandlet i Europanormen EN 50160 [3]. Konklusjon med hensyn til om denne bør reguleres i ny forskrift, forslag til eventuelle grenseverdier og hvem som skal reguleres utdypes for hver parameter.

Ved vurdering av hvilke tekniske parametere som skal reguleres er følgende vektlagt, listen er ikke i prioritert rekkefølge:

- Hvor store konsekvenser parameteren medfører for samfunnet generelt, og hvor stort ubehag den kan medføre for den enkelte nettkunde.
- Hvilket forstyrrelsesnivå som medfører problemer eller som ikke medfører problemer, inkludert havari, feilfunksjon, endring i levetid for komponenter med mer.
- Hvilke parametere som lar seg kartlegge og følge opp på en hensiktsmessig måte.
- Bestemmelser som skal gjelde til enhver tid dersom det ikke er gitt dispensasjon.
- Å oppnå god kompatibilitet mellom produktspesifikasjoner.[9] At det er samsvar mellom de krav som stilles til den elektrisiteten som leveres fra nettselskapene, og de betingelser som gjelder for elektriske apparater.
- Hvilke parametere som reguleres tilstrekkelig gjennom annet regelverk og internasjonale normer.

4.1 Leveringspålitelighet

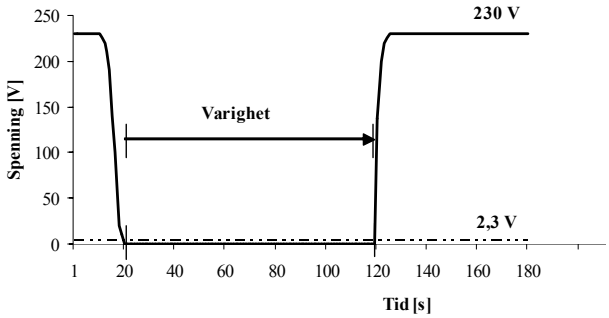
Leveringspålitelighet beskriver kraftsystemets evne til å levere elektrisk energi til sluttbruker [7], og er knyttet til hyppighet og varighet av avbrudd i forsyningsspenningen. Leveringspålitelighet beskriver dermed tilgjengeligheten av elektrisitet.

Avbrudd karakteriseres som en tilstand med uteblitt levering av elektrisk energi til en eller flere sluttbrukere, hvor forsyningsspenningen er under 1 % av avtalt spenningsnivå [3]. Avbruddene klassifiseres i kortvarige og langvarige avbrudd. Avbrudd er sammen med kortvarige underspenninger (spenningsdipp) de forstyrrelsene som forårsaker størst økonomisk tap for kundene i kraftnettet.

[9] Dette betyr at det er samsvar mellom de krav som stilles til elektrisiteten som leveres fra nettselskapene, og de kravspesifikasjoner som gjelder for elektriske apparater.

4.1.1 Kortvarige avbrudd

Kortvarig avbrudd defineres som avbrudd med varighet mindre eller lik 3 minutter.



Figur 7: Eksempel som viser spenningens effektivverdi ved et kortvarig avbrudd i 100 sekunder. Den perforerte streken viser når underspenningen når en slik verdi at det er å anse som et avbrudd (1 % av nominell spenningsverdi).

Årsak til kortvarige avbrudd er oftest relatert til ytre hendelser som utstyrsfeil eller forstyrrelser som skyldes jordslutninger, kortslutninger i nettet og gjeninnkobling mot feil. Kortvarige avbrudd kan medføre feilfunksjon eller direkte utkobling av elektrisk utstyr, som igjen kan medføre følgeskader og produksjonstap ved utkobling av hele eller deler av anlegget.

Samfunnsmessige kostnader relatert til kortvarige avbrudd er estimert til ca 600 millioner kr per år [9].

Det inntreffer flere kortvarige avbrudd for sluttbrukere tilknyttet distribusjonsnettet i Norge enn i andre land det er naturlig å sammenligne seg med. Dette skyldes blant annet at det er mer vanlig å benytte direktejordede nettsystemer i Norge enn i mange andre land med isolerte og kompenserte nettsystemer. Årlig inntreffer i snitt 19 kortvarige avbrudd for sluttbrukere tilknyttet luftnett og blandet nett i det norske distribusjonsnettet og 5 kortvarige avbrudd for sluttbrukere tilknyttet kabelnett. Gjennomsnittlig antall kortvarige avbrudd avtar jo høyere spenningsnivå sluttbrukerne er tilknyttet [2].

Tiltak for å motvirke kortvarige avbrudd kan for nettselskapet være traserydding, øvrig vedlikehold, fornyelse av anlegg, samt forsiktig praksis ved gjeninnkobling mot feil. Overgang fra direktejordet system til spolejordet system vil redusere antall kortvarige avbrudd som følge av jordslutninger.

Eventuelle tiltak hos nettkunden for å redusere konsekvensene av de kortvarige avbruddene som oppstår, kan eksempelvis være avbruddsfrie strømforsyninger eller aktive filtre.

Europanormen [3] stiller ingen krav til kortvarige avbrudd. Det beskrives imidlertid at den årlige hyppighet i Europa kan variere fra opptil noen få titalls til flere hundre, og at varigheten av omtrent 70 % av de kortvarige avbruddene kan være mindre enn 1 sekund.

Av hensyn til samfunnets store kostnader som følge av kortvarige avbrudd, ønskes en så optimal regulering av dette som mulig. Det vurderes imidlertid ikke å være samfunnsmessig rasjonelt å sette konkrete krav til antall og varighet av kortvarige avbrudd, fordi ulike sluttbrukergrupper vil ha ulike avbruddskostnader, samt at nettstruktur og nettutstrekning vil variere med plasseringen i det norske kraftsystemet. Det er derimot foreslått en bestemmelse, § 3-1, hvor NVE kan pålegge at det gjennomføres tiltak for å redusere konsekvensene av kortvarige avbrudd dersom det er påvist at dette

er samfunnsmessig rasjonelt. Avbøtende tiltak i nettkundenes egne installasjoner for å redusere konsekvenser av avbruddene skal vurderes som et mulig tiltak i den forbindelse.

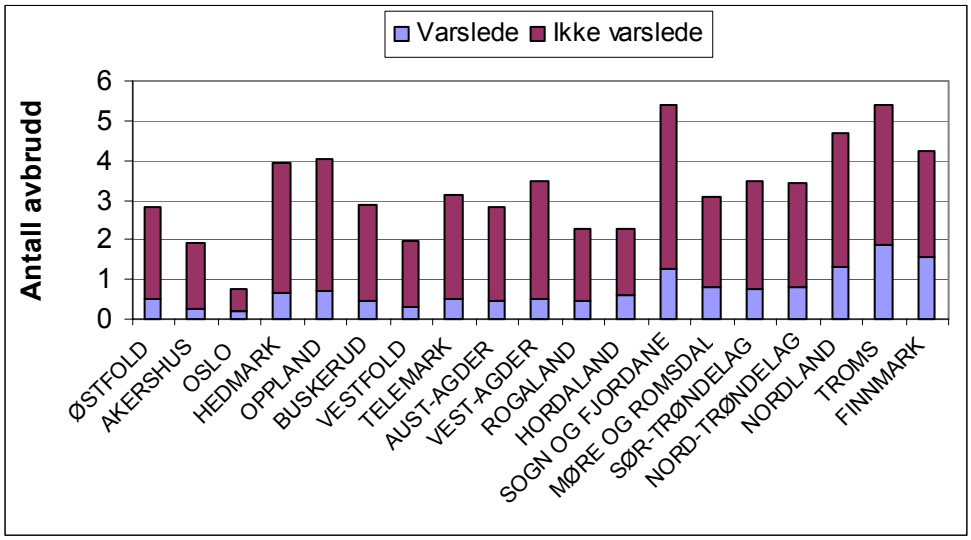
4.1.2 Langvarige avbrudd

Langvarige avbrudd defineres som avbrudd med varighet over 3 minutter, og er i dag inndelt i varslede og ikke varslede avbrudd. Ikke varslede avbrudd skyldes normalt permanente eller forbigående feil, oftest relatert til ytre hendelser, utstyrsfeil eller forstyrrelser. Varslede avbrudd skyldes hovedsaklig utkobling for drift- og vedlikeholdsformål. Det må forventes et visst omfang av varslede avbrudd for å sikre en tilfredsstillende leveringskvalitet over tid.

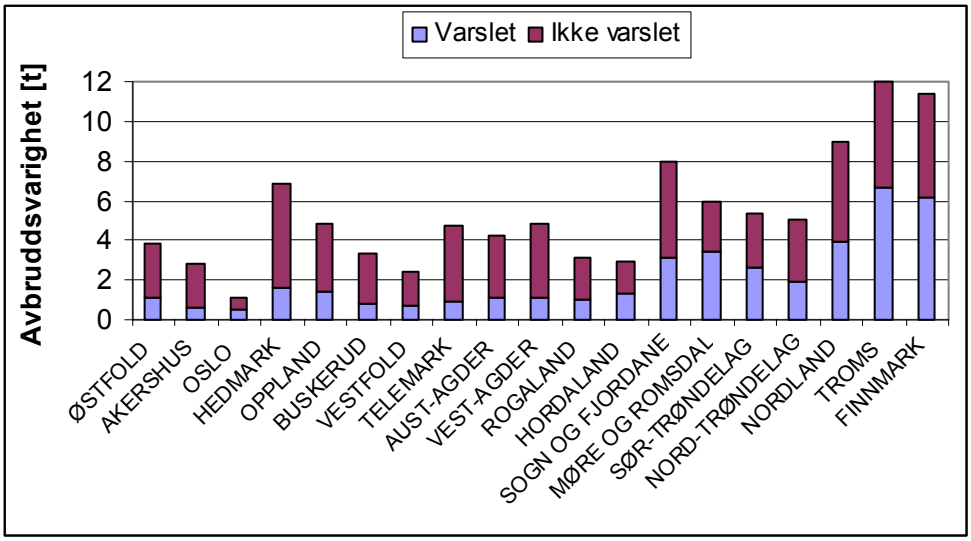
Ikke varslede avbrudd kan medføre store økonomiske tap for nettkundene, da muligheten for å iverksette avbøtende tiltak i mange tilfeller er liten. Andre konsekvenser er generelle samfunnsmessige ulemper, ved at trafikklys, heiser, bankautomater og en rekke viktige samfunnsfunksjoner stopper opp. Dersom avbrudd varsles tilstrekkelig tidlig, vil konsekvensene reduseres ved at nettkundene kan gjennomføre avbøtende tiltak.

Samfunnsmessige kostnader relatert til langvarige avbrudd er estimert til ca 850 millioner kr per år [9].

Antall langvarige avbrudd og varighet av disse varierer mellom ulike nettselskaper. I Figur 8 og Figur 9 er det presentert henholdsvis gjennomsnittlig antall avbrudd og avbruddsvarighet for perioden 1996 – 2002 per leveringspunkt til sluttbrukere som skyldes feil og hendelser i høyspenningsnettet.



Figur 8: Gjennomsnittlig antall langvarige avbrudd per fylke per år for perioden 1996-2002 per leveringspunkt (transformator) mot sluttbrukere som skyldes feil og hendelser i høyspenningsnettet, jf NVEs avbruddsstatistikk.



Figur 9: Gjennomsnittlig varighet av langvarige avbrudd per fylke per år for perioden 1996-2002 per leveringspunkt (transformator) mot sluttbrukere som skyldes feil og hendelser i høyspenningsnettet, jf NVEs avbruddsstatistikk.

Avbøtende tiltak for å unngå eller redusere konsekvenser av langvarige avbrudd, kan være en god oppfølging av vedlikehold og reinvestering i eget nett, og god beredskap og responstid i nettselskapene ved feil og hendelser. Ved vedlikeholdsarbeider kan arbeid under spenning (AUS) også benyttes for å unngå avbrudd for sluttbrukere.

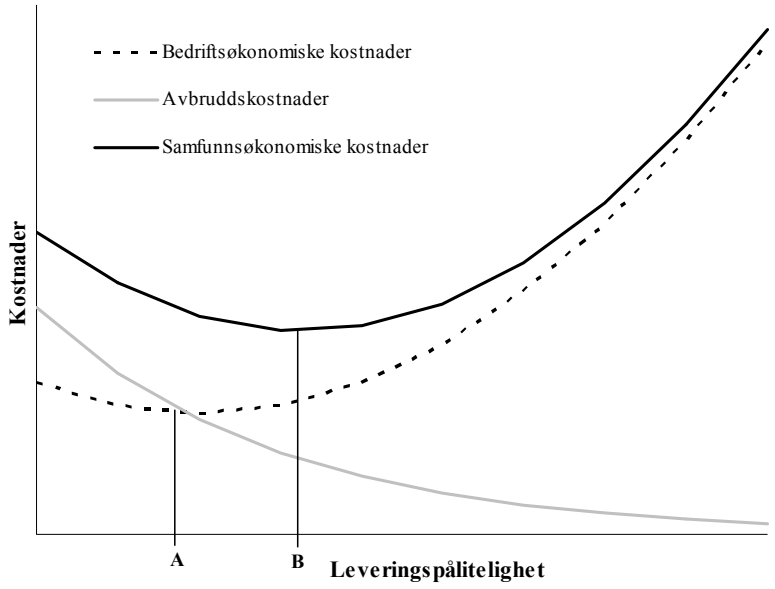
Tiltak for å minimere konsekvensene av avbrudd hos den enkelte sluttbruker, kan eksempelvis være nødstrømsforsyning eller avbruddsfri strømforsyning, bruk av strømuavhengige oppvarmingskilder etc.

Det settes ikke konkrete krav til antall eller varighet av langvarige avbrudd i Europanormen [3]. Det indikeres imidlertid at antall langvarige avbrudd i Europa kan variere fra under 10 opp til 50, avhengig av plassering i kraftsystemet.

I Norge har det vært vurdert om det skal settes krav til antall avbrudd og varighetene av disse. NVE, nettselskaper og forskere har imidlertid så langt kommet frem til at å sette slike krav, som skal gjelde for hele landet, vil være lite hensiktsmessig fordi det i de fleste tilfeller ikke medfører at de mest samfunnsøkonomiske riktige løsninger blir valgt. Ulike nettkunder vil ha ulike behov mht påliteligheten i leveringen av elektrisitet. I Norge og mange andre europeiske land vil også tidspunktet for når avbrudd inntreffer, ha stor betydning for nettkundene (vinter/sommer, natt/dag osv). Nettselskaper vil også ha svært ulike rammebetingelser og kostnader tilknyttet elektrisitetsforsyningen (kystklima/ innlandsklima, grisgrendt/ by osv). Nettselskapenes kostnader ved å opprettholde en bestemt leveringspålitelighet og nettkundenes kostnader tilknyttet dette pålitelighetsnivået må etter NVEs oppfatning, være balansert. Å internalisere nettkundens kostnader i nettselskapenes regnskaper er én metode for å få til denne balansen.

Langvarige avbrudd reguleres i dag gjennom KILE-ordningen fastsatt i forskrift om kontroll av nettvirksomhet. KILE-ordningen er en incentivregulering som skal gi nettselskapene økonomisk motivasjon til riktig ressursallokering innenfor de rammer og vilkår som ellers er gitt av myndighetene. Dette innebærer at selskapet av økonomiske årsaker, driver og vedlikeholder sine anlegg på en god måte. Formålet med KILE- ordningen er å gi konsesjonærene incentiv til å bygge og drive nettet med en samfunnsøkonomisk optimal leveringspålitelighet. KILE-ordningen innebærer at

selskapene internaliserer de samfunnsøkonomiske kostnader forbundet med avbrudd i sine bedriftsøkonomiske analyser.



Figur 10: Forholdet mellom oppnådd leveringspålitelighet og kostnader. I figuren er de samfunnsøkonomiske kostnader summen av de bedriftsøkonomiske kostnader (før innføring av KILE) og samfunnets avbruddskostnader

Før KILE-ordningen ble innført, ville et nettselskap minimere de bedriftsøkonomiske kostnadene og tilpasse seg i punktet A i Figur 10. I dette punktet er imidlertid avbruddskostnadene for langvarige avbrudd høye. Sett fra samfunnets side er det ønskelig at nettselskapet tilpasser seg i punktet B, hvor summen av nettselskapets kostnader og samfunnets avbruddskostnader er minst mulig. En forutsetning i denne sammenheng er at avbruddskostnadene selskapene ser, reflekterer de reelle samfunnsøkonomiske kostnadene ved avbrudd. Ved å introdusere incentiv mekanismer i reguleringen som tar hensyn til samfunnets kostnader ved avbrudd, vil selskapene få størst avkastning ved en tilpasning i B. Det vil da være sammenfall mellom det som er optimalt for nettselskapet og det som er optimalt for samfunnet.

KILE-ordningen ivaretar ikke alle forhold ved langvarige avbrudd i dag. Med hensyn til utbedring og gjenoppretting av full forsyning etter feil gir KILE-ordningen ikke sterke nok incentiver i alle sammenhenger. NVE har derfor startet et prosjekt for å vurdere endringer i KILE-ordningen.

Med bakgrunn i ovennevnte er det ikke foreslått krav til langvarige avbrudd hva angår hyppighet og varighet. Det er derimot foreslått en bestemmelse, § 3-1, hvor NVE kan pålegge at det gjennomføres tiltak for å redusere konsekvensene av langvarige avbrudd dersom det er påvist at dette er samfunnsmessig rasjonelt. Det er videre foreslått en bestemmelse, § 2-1, som blant annet pålegger nettselskap å gjenopprette forsyningen uten ugrunnet opphold. Det er normalt ikke akseptabelt at en nettkunde ligger utkoblet over helgen, eller over natten kun fordi nettselskapet ønsker å redusere sitt overtidsbudsjett. Dette kan imidlertid fravikes etter avtale med den enkelte kunde, jf kap. 5.2.

Avbøtende tiltak i nettkundenes egne installasjoner for å redusere konsekvenser av langvarige avbrudd kan vurderes, dersom dette er det mest effektive tiltaket.

4.2 Spenningskvalitet

Spenningskvalitet beskriver kvaliteten på spenningen i henhold til gitte kriterier [7], og beskriver dermed anvendeligheten av elektrisiteten når det ikke er avbrudd. Som nevnt tidligere er de fleste elektriske apparater utviklet for 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. Det vil ikke være nødvendig eller samfunnsøkonomisk optimalt å tilstrebe en perfekt spenningskvalitet i kraftsystemet. Ulike parametere som påvirker spenningskvaliteten gir opphav til ulike variasjoner i spenningen. I Tabell 1 er begrepet spenningskvalitet inndelt i ulike underparametere knyttet til hvilken endring i spenningen som opptrer. Inndelingen er i all hovedsak i tråd med tilsvarende inndeling i [1], [2], [3] og [7].

Spenningskvalitet – inndeling i underparametere		
Spenningens frekvens	Frekvens- og tidsavvik	
Spenningens effektivverdi	Langsomme spenningsvariasjoner	
	Hurtige spenningsvariasjoner	Kortvarige under- og overspenninger Spenningssprang Spenningsfluktuasjoner
	Spenningens usymmetri	
Spenningens kurveform	Harmoniske spenninger	Overharmoniske spenninger Interharmoniske spenninger
	Transiente overspenninger	
	Signaltransmisjon på kraftnettet	

Tabell 1: Inndeling av begrepet spenningskvalitet i underparametere

Det bemerkes at de anbefalte grenseverdier for spenningskvalitet ikke er å anse som dimensjoneringskriterier. Dimensjoneringskriterier bør være strengere enn de foreslåtte grenseverdier for at disse med sikkerhet skal kunne oppfylles.

4.2.1 Spenningens frekvens

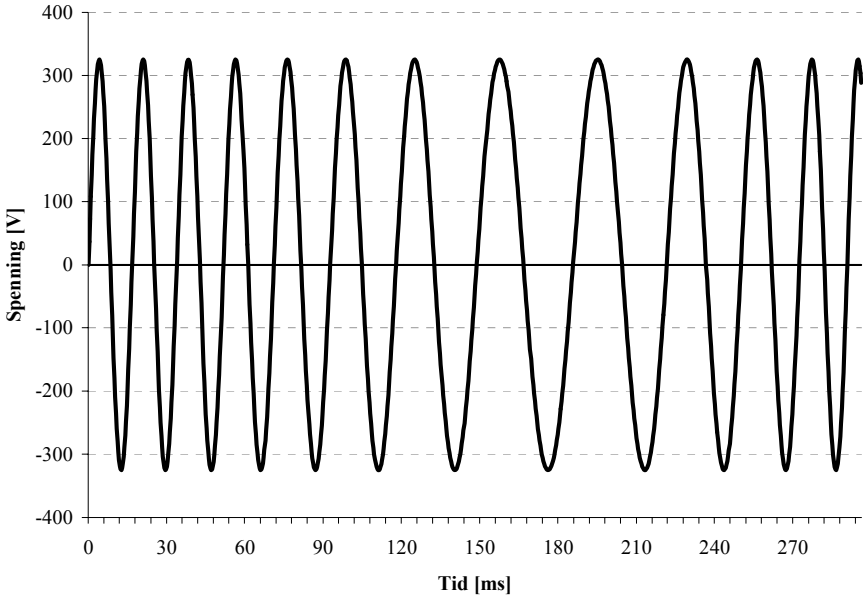
Spenningens frekvens i det norske kraftsystemet er 50 Hz.

Frekvensavvik oppstår som følge av avvik mellom produksjon og forbruk i et kraftsystem. Dersom sum forbruk er høyere enn sum innstilt produksjon, er frekvensen lavere enn 50 Hz, og omvendt. I praksis varierer belastningen kontinuerlig, og følgelig vil de regulerende enheter i kraftsystemet kontinuerlig utføre frekvensregulering. Det er systemansvarlig som gjennom forskrift om systemansvaret, har et ansvar for å regulere frekvensen både i samkjøringsnettet og i separat områder.

Større avvik mellom innstilt produksjon og forbruk skyldes normalt uforutsette utfall av store kraftverk, utfall av store belastninger i kraftsystemet eller prognosefeil.

Variasjoner i frekvensen kan medføre mekaniske belastninger på generator- og turbinakslinger, pga variasjoner i dreiemoment. Motordrifter kan også få problemer ved frekvensvariasjoner. Andre

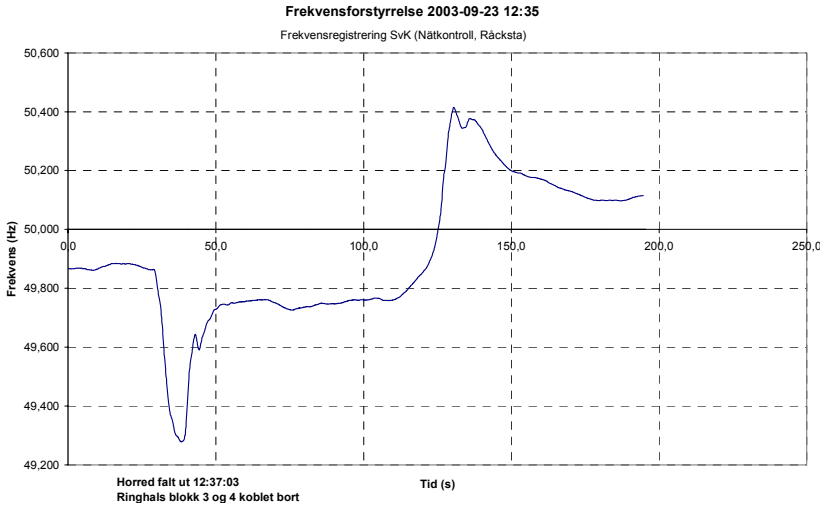
konsekvenser av frekvensavvik kan være at elektriske klokker går feil, elektriske motorer har feil hastighet (ytelsesavvik), og at harmoniske filtre ikke har den ønskede funksjonalitet.



Figur 11: Eksempel på endringer i spenningens frekvens

Frekvensen er en spenningskvalitetsparameter hvor det i Norge sjelden erfares store avvik. Vi har et stabilt nett som er samkjørt med store deler av Norden. De ganger problemer har oppstått, har det i hovedsak vært ved utfall av store produksjonsenheter i systemet eller at det pga feil har vært nødvendig å dele opp nettet i mindre separatnett.

Som eksempel på frekvensavvik, nevnes det store produksjonsutfallet i Sør-Sverige 23. september 2003, hvor 1176 MW falt ut av systemet i løpet av 20 sekunder. Utfallet medførte at frekvensen varierte mellom 49,3 Hz og 50,4 Hz i det norske kraftsystemet. Dette er vist i Figur 12.



Figur 12: Frekvensvariasjoner i det nordiske synkrone samkjøringsnettet, ved produksjonsutfall av 1176 MW i løpet av 20 sekunder i Sør-Sverige, den 23. september 2003. Maksimal og minimal frekvens ble målt til 50,4 Hz hhv 49,3 Hz. Figur er hentet fra rapport nr 1:2003 hos Svenska Kraftnät *Elavbrottet 23. september 2003 – händelser och åtgärder*.

Frekvensavvik minimeres først og fremst ved en mer dynamisk regulering mellom produksjon og forbruk. Tiltak for å utbedre større frekvensavvik kan være bruk av roterende reserve, oppstart av ny produksjon eller utkobling av belastning eller produksjon avhengig av om avviket skyldes under- eller overfrekvens. Tiltak for en mer dynamisk frekvensregulering i nettkundenes installasjoner er lite hensiktsmessig da dette er meget kostbart.

Der er angitt absolutte grenseverdier for frekvensavvik i Europanormen [3] som 10 sekunders gjennomsnittsverdier. Grenseverdier for et sammenkoblet nettområde er variasjoner innenfor ± 1 % i 99,5 % av året, og + 4 %/ - 6 % for de resterende 0,5 % av året. Grenseverdier for et separat nettområde er angitt som variasjoner innenfor ± 2 % i 95 % av uken, og ± 15 % for de resterende 5 % av tiden.

Frekvens er en parameter det er nødvendig å regulere. Systemansvarlig er i dag gjennom forskrift om systemansvaret gitt et ansvar for frekvensregulering av både samkjørte og separate nettområder. Grenseverdier som frekvensen skal holdes innenfor, er for det nordiske synkrone samkjøringsnettet angitt i den nordiske systemdriftsavtalen, som er tilgjengelig via Nordel sine internettsider www.nordel.org. Grenseverdier for separate nettområder er imidlertid ikke angitt. Dagens regulering angir heller ikke hvordan frekvensen skal måles, med hensyn til momentanverdien eller gjennomsnittsverdi over et gitt tidsrom.

I konsesjon for tilrettelegging av kraftutveksling med utlandet gitt av Olje- og energidepartementet til Statnett 21.12.2000 heter det:

"Statnett er part i systemdriftsavtale med de øvrige systemansvarlige i Norden. Dersom foreslåtte endringer i avtalen eller i tilhørende bilag i forhold til gjeldende avtale antas å påvirke kraftutvekslingen mellom Norge og utlandet vesentlig eller innebærer en ny form for samarbeid mellom de systemansvarlige, skal disse forelegges NVE til godkjenning i god tid før partene i avtalen planlegger at endringene skal tre i kraft. NVE skal informeres om alle endringer i systemdriftsavtalen."

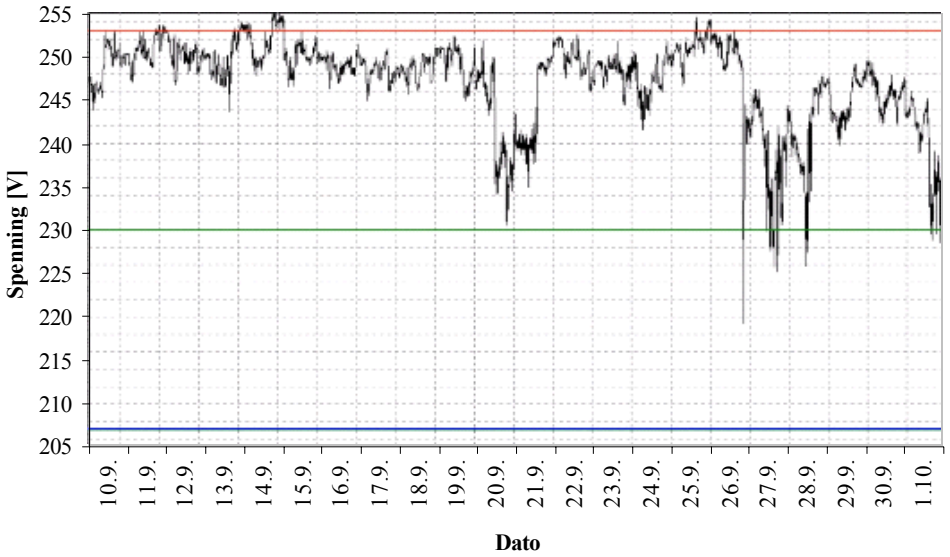
I NVEs vedtak om systemansvarliges informasjonsrutiner ovenfor NVE 12.5.2004 heter det i punkt h):

"Endringer av nordisk systemdriftsavtale med tilhørende vedlegg og bilag skal skriftlig oversendes NVE når de er ferdigforhandlet. I oversendelsen skal det fremkomme hvilke endringer som er foretatt i forhold til gjeldende avtale. NVE avgjør om endringene krever godkjennelse av myndighetene. NVE skal også godkjenne foreslåtte endringer som innebærer en ny form for samarbeide mellom de systemansvarlige i Norden også ut over det som reguleres i den nordiske systemdriftsavtalen, jf konsesjonen."

I en egen forskrift om leveringskvalitet bør spenningens frekvens reguleres. Rammene og ansvaret for frekvensregulering er gitt i forskrift om systemansvaret og det foreslås ingen endringer i dette. I forslaget til ny forskrift foreslås det imidlertid konkrete krav til maksimalt frekvensavvik for separate nettområder, samt hvordan dette skal måles. Maksimalt frekvensavvik i det nordiske synkrone samkjøringsnettet foreslås fremdeles regulert i forhold til grenseverdier angitt i den nordiske systemdriftsavtalen.

4.2.2 Langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi

Langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi er betegnelsen for variasjoner i den stasjonære effektivverdien som følge av endringer i nettkundenes belastninger.



Figur 13: Langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi.

Blå strek ved 207 V er 230 V – 10 % dvs. laveste akseptable verdi for 10 minutters gj.snittsverdi.

Rød strek ved 253 V er 230 V + 10 % dvs. høyeste akseptable verdi for 10 minutters gj.snittsverdi.

Grønn strek ved 230 V er nominell verdi. Figuren er hentet fra [1].

Grad av variasjon i systemspenningen som følge av endringer i nettkundenes belastning, vil avhenge av kortslutningsytelsen på stedet (stivheten i nettet). Langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi vil imidlertid alltid forekomme og være akseptable innen visse grenser.

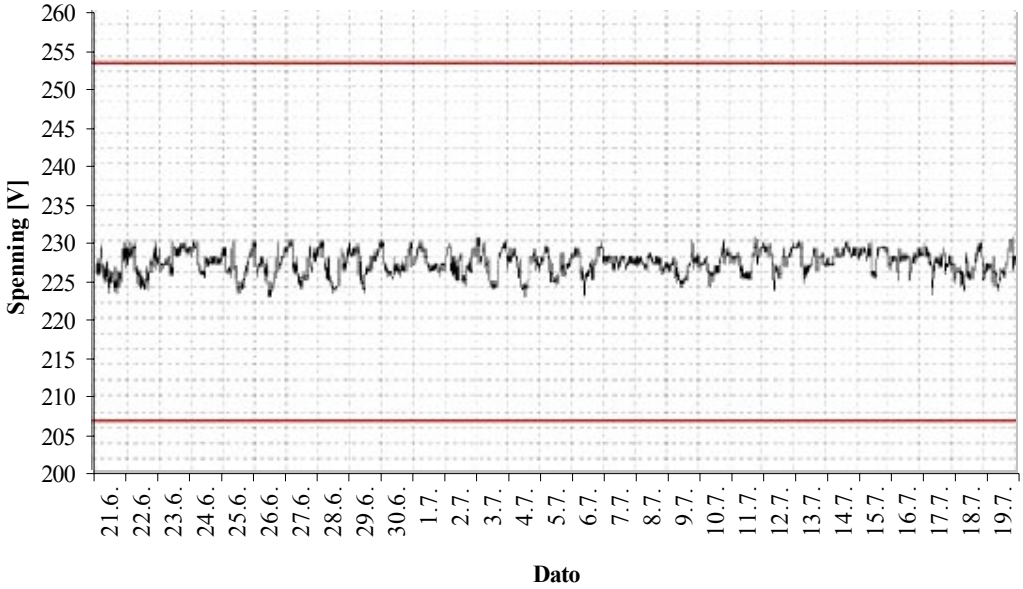
Forsyningsområder hvor det kan være større problemer, er gjerne områder med mye luftnett og lange avstander mellom kundene samtidig som en eller flere kunder tidvis trekker stor last. Store avvik i spenningens stasjonære effektivverdi kan for eksempel skyldes svake eller feildimensjonerte nett, store reaktive belastninger eller feiltrinnede transformatorer.

Varig underspenning kan medføre feilfunksjon og utkobling, redusert effekt i elektrisk oppvarmingsutstyr, redusert lysutbytte, og i noen tilfeller også havari av utstyr. Varig overspenning kan medføre havari eller nedsatt levetid for utstyret. Konsekvenser av langvarige under- og overspenninger kan også gi følgeskader som brann og eksplosjon.

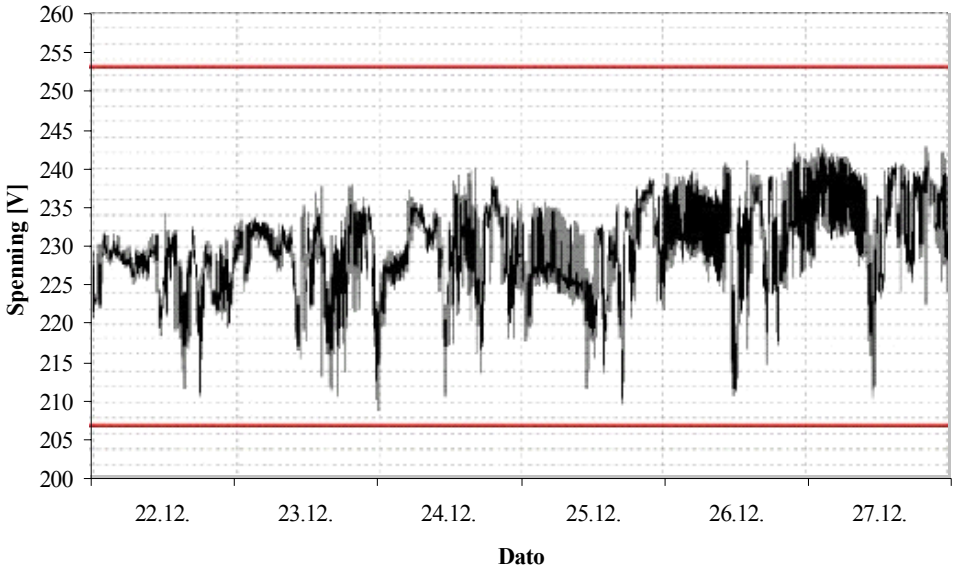
I spørreundersøkelsen i prosjektet om kostnader ved spenningsforstyrrelser omtalt i kapittel 1.2.1, [10], svarer 7 selskaper innen prosessindustrien at gjennomsnittlige kostnader ved for høy og for lav stasjonær spenning er i størrelsesorden 43 000 kr hhv 143 000 kr per år per respondent [10]. Gjennomsnittlige økonomiske konsekvenser for hele Norge er ikke kjent, men de nevnte resultater indikerer at det kan dreie seg om betydelige beløp per år for samfunnet som helhet.

Spenningen i et leveringspunkt vil ikke være stabil over tid. Normalt oppleves tildels store variasjoner i spenningens effektivverdi, som vist i Figur 13. Dette krever at nettanleggene ikke bør dimensjoneres for spenningens effektivverdi nær sin grenseverdi (eksempelvis 207 V eller 253 V i nett med nominell spenning på 230 V), dersom grenseverdien skal overholdes over tid.

Det er nettkunder som har problemer med for lav spenning og for høy spenning, og problemene er vanligst i spredt bebygde områder, gjerne med luftnett over lange avstander. Figur 14 og Figur 15 viser eksempler på målinger som er utført i et typisk 230 V nett for henholdsvis by (kabel) og land (luft) [2].



Figur 14: Langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi i et typisk 230 V bynett (kabel). De røde rette strekene indikerer maksimal (+ 10 %, 253 V) og minimal (- 10 %, 207 V) grenseverdi for langsomme variasjoner som gjennomsnitt over ti minutter. Figuren er hentet fra [2].



Figur 15: Langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi i et typisk 230 V landsbygdnett (luft). De røde rette strekene indikerer maksimal (+ 10 %, 253 V) og minimal (- 10 %, 207 V) grenseverdi for langsomme variasjoner som gjennomsnitt over ti minutter. Figuren er hentet fra [2].

Avbøtende tiltak må i all hovedsak skje i nettselskapets anlegg, hvor de mest aktuelle tiltak er å iverksette forsterkning av nettet, trinning av transformatorer eller kompensering av reaktiv effekt.

Konsekvensene av varig over- eller underspenning kan også kompenseres ved en godt dimensjonert avbruddsfri strømforsyning hos nettkundene dersom dette finnes kostnadseffektivt.

Europanormen [3] angir absolutte grenseverdier for langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi. Grenseverdiene differensieres for anlegg med nominell spenning opp til og med 1000 V og anlegg med nominell spenning fra 1000 V til og med 35 kV. For lavspenningsanlegg er grenseverdiene $U_N \pm 10$ % i 95 % av uken, og U_N + 10 %/ - 15 % for det resterende tidsrommet. For høyspenningsanlegg til og med 35 kV er grenseverdiene $U_N \pm 10$ % for 95 % av uken. For det resterende tidsrommet er det ikke angitt grenseverdier for høyspenningsanlegg. Grenseverdiene skal måles som gjennomsnitt over 10 minutter.

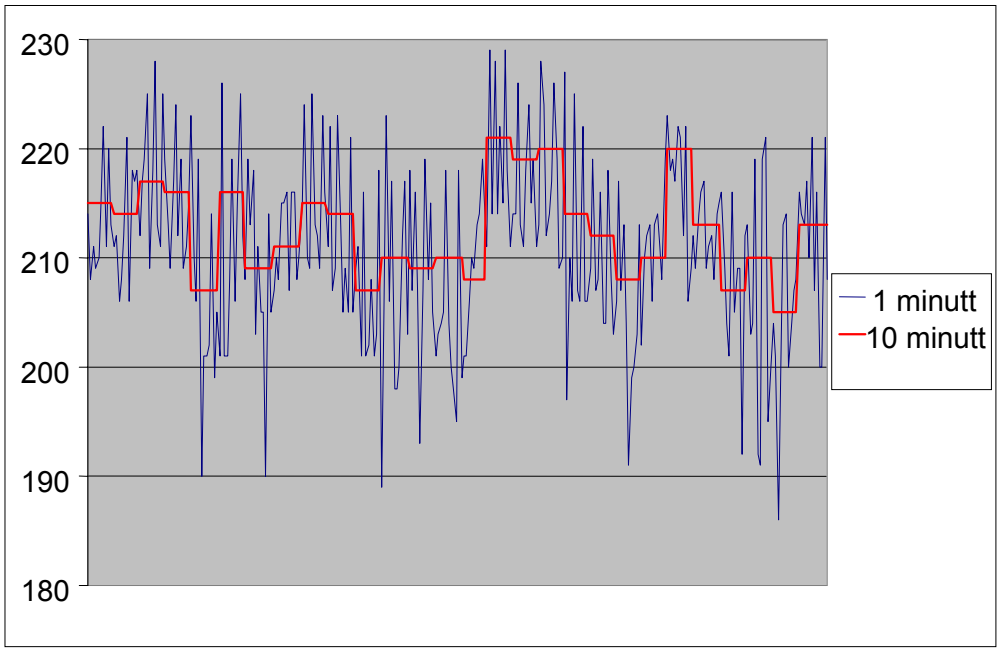
Langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi er et forhold som det er nødvendig å regulere for lavspenningsanlegg. For høyspenningsanlegg er det ikke funnet hensiktsmessig å foreslå konkrete krav til langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi, fordi det normalt finnes reguleringsmuligheter i transformatorer mot det aktuelle spenningsnivået.

For nettanlegg med nominell spenning på 230 V, 400 V og 690 V er det foreslått at langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi skal holdes innenfor et intervall på ± 10 % og ± 6 % som gjennomsnitt over henholdsvis ti minutter og en uke.

Grenseverdier av ± 10 % som gjennomsnitt over ti minutter har vært en norm i Norge i flere tiår, jf blant annet NEK65.78, og har også i flere år inngått i nettselskapenes standard nettleieavtale (utarbeidet i samarbeid mellom EBL og Forbrukerombudet). Før oktober 2002 var det i standard nettleieavtale ikke krav til hvordan de langsomme effektivverdivariasjonene skulle måles, og det kunne derfor tolkes som om grenseverdiene skulle være oppfylt til enhver tid (hvert sekund). I oktober 2002 ble det i standard avtale for nettleie, gjort en henvisning til Europanormen EN 50160, som stiller krav til at langsomme effektivverdivariasjoner skal måles som gjennomsnitt over ti minutter.

Elektrisk utstyr som tilknyttes 230 V-nettet er som regel dimensjonert for å tåle spenningsvariasjoner mellom 207 V (- 10 %) og 253 V (+ 10 %). Ved testing av utstyr er som regel påtrykt spenning konstant og ikke varierende slik det praktiske eksemplet i Figur 13 viser. Dersom spenningens effektivverdi som gjennomsnitt over ti minutter ligger ved 253 V, vil spenningen i flere minutter kunne overstige 253 V, og medføre havari av utstyr eller redusert levetid for elektriske apparater. Tilsvarende gjelder ved nedre grenseverdi på 207 V. Underspenning fører imidlertid ikke til havari i samme omfang som overspenning.

For å hindre at spenningens effektivverdi går utenfor intervallet på ± 10 % i løpet av måleintervallene på ti minutter, er det vurdert å stille krav til måling av ett minutts gjennomsnittsverdier. Dette er foreløpig ikke funnet hensiktsmessig på grunn av begrensninger i de måleinstrumenter som er tilgjengelig på markedet i dag. Det er ikke problematisk å foreta målinger av ett minutts gjennomsnittsverdier, men begrensingene ligger i å fjerne variasjoner som skyldes feil i nettet (spenningsdipp med annet), slik at resultatene kun viser de stasjonære endringer i spenningens effektivverdi. Ulikheten i målt spenning for et konkret leveringspunkt er nedenfor illustrert med et eksempel. Figur 16 viser at det er en vesentlig forskjell i resultatet ved bruk av ti minutters gjennomsnittsverdi kontra ett minutts gjennomsnittsverdier. Målingene ble utført simultant som henholdsvis 10 minutters og 1 minutts gjennomsnittsverdier. Resultatet viser at det ble målt spenningsverdier lavere enn 207 V i hhv 3,5 % og 28,5 % av tiden ved bruk av hhv 10 minutters og 1 minutts gjennomsnittsverdier. Legg merke til at ingen av måleverdiene ligger over den nominelle spenning.



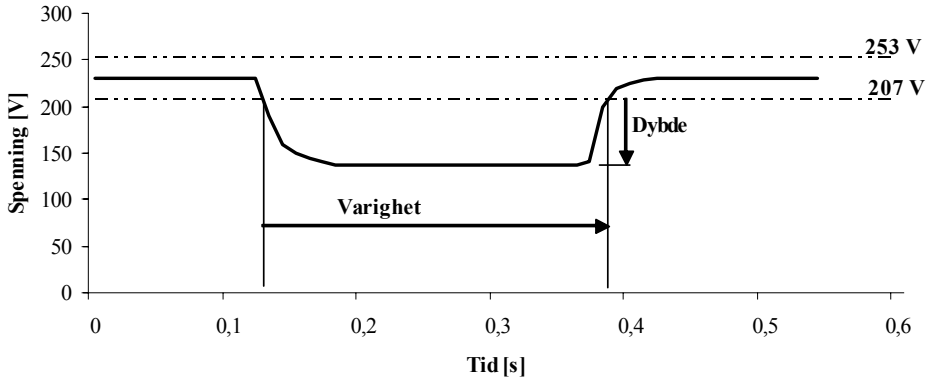
Figur 16: Resultat fra to simultane målinger av langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi utført i 4 timer og 50 minutter i et gitt punkt i nettet med nominell spenning på 230 V. Målingene ble utført som henholdsvis 10 minutters og 1 minutts gjennomsnittsverdier. Referanse SINTEF.

Som alternativ til å foreslå krav til ett minutts gjennomsnittsverdi, er det foreslått et strengere krav til gjennomsnittsverdi over uken, i forhold til det som gjelder over ti minutter. Det foreslåtte kravet vil begrense tidsrommet hvor spenningens effektivverdi faktisk går utover sine grenser på ± 10 %. Det er her viktig å merke at kravet IKKE gjelder ± 6 % som ti minutters gjennomsnittsverdi.

I [2] er det presentert resultater fra blant annet 455 målepunkter i 230 V nettet, hvorav 39 skyldes kundeklager der det viste seg at problemet var for høy eller for lav spenning. Resultatene fra målingene viser at dersom spenningen var under – 10 % eller over + 10 %, så var spenningen i flere av tilfellene også under – 6 % eller over + 6 % som gjennomsnitt over uken. Det var kun ett målepunkt hvor ti minutters gjennomsnittsverdiene ikke hadde vært under – 10 %, hvor spenningen over uken var under – 6 %. Spenningen ble da målt til 215 V som gjennomsnitt over uken, – 6 % grenseverdien er 216 V. To målepunkt hadde akkurat + 6 % som gjennomsnitt over uken uten av + 10 % ble overskredet som ti minutters gjennomsnittsverdier. Resultatene fra [2] indikerer at det ikke er behov for vesentlige investeringer i nettet for å overholde det forslåtte kravet. Det bemerkes at tiltak for å overholde kravet om ± 10 % som gjennomsnitt over ti minutter, ikke anses som en kostnad som følge av denne forskriften. En del nettselskap er i dag ikke i stand til å overholde kravet om ± 10 % som gjennomsnitt over ti minutter alle steder i nettet sitt, og dette er tiltak som etter NVEs mening allerede burde vært iverksatt.

4.2.3 Kortvarige underspenninger – spenningsdipp

Kortvarige underspenninger, eller spenningsdipp som det som oftest kalles, defineres som en reduksjon i spenningens effektivverdi til under 90 %, men større enn 1 % av avtalt spenningsnivå, jf blant annet [3]. Tradisjonelt er varigheten av spenningsdipp ansett å være mellom 10 ms og 1 minutt.



Figur 17: Eksempel som viser endringer i spenningens effektivverdi ved en spenningsdipp. Perforerte streker viser grenseverdiene for når kortvarig spenningsendring er å anse som overspenning eller underspenning.

Spenningsdipp oppstår normalt som følge av jordslutninger og kortslutninger i nettet, gjeninnkobling mot feil og store lastpåslag, og er en av forstyrrelsene som forårsaker store økonomisk tap for nettkundene. Dybde og varighet for spenningsdipp har stor betydning for konsekvensene. Spenningsdipp kan medføre feilfunksjon eller direkte utkobling av elektrisk utstyr, som igjen kan 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 kr per år [8].

SINTEFs database med resultater av spenningskvalitetsmålinger som er utført i Norge, jf. kapittel 1.2.1, viser at vi har like mange eller flere spenningsdipp enn i Europa for øvrig, og at de fleste av dippene oppstår i lavspenningsnettet. Gjennomsnittet for målepunkt i både kabel og luftnett er 71 spenningsdipp per år [2]. Gjennomsnittlig antall spenningsdipp er 33 per år dersom det kun tas hensyn til spenningsdipp hvor spenningen faller lavere enn 85 % av nominell spenning. I nett med spenning mellom 1 kV og 35 kV er tilsvarende tall 47 og 21 spenningsdipp per år i gjennomsnitt per målepunkt. I nett med spenning fra og med 35 kV til og med 245 kV er gjennomsnittlig antall spenningsdipp per år per målepunkt henholdsvis 27 og 10. Over 245 kV er tallene 9 og 3.

Nettselskapene kan motvirke spenningsdipp ved traserydding, øvrig vedlikehold og utskifting, bruk av avledere fremfor gnistgap og en forsiktig praksis ved gjeninnkobling mot feil. Det er etter NVEs mening viktig at den som bygger og driver nettanlegg, tar hensyn til spenningsdipp ved utvikling av nettanlegg. Overgang fra direkte jordet systemjording til kompensert systemjording kan redusere antall spenningsdipp som følge av jordslutninger.

Tiltak hos nettkunden for å redusere konsekvensene av spenningsdipp kan være avbruddsfrie strømforsyninger eller aktive filtre. For prosessindustri eller andre større industribedrifter med energikrevende prosesser er dette mindre aktuelt.

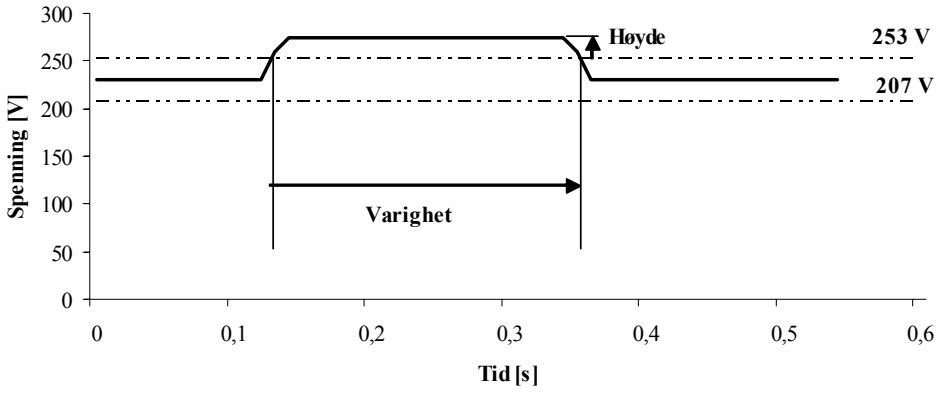
I Europanormen [3] settes det ikke krav til antall spenningsdipp. Normen indikerer at antall spenningsdipp kan være fra noen få titalls opptil tusen per år, og at de fleste spenningsdipp har en varighet på mindre enn ett sekund og dybde på mindre enn 60 %, og at annen varighet og dybde er av mer sjelden karakter. Spenningsdipp med dybder mellom 10 % og 15 % av avtalt spenningsnivå kan inntreffe meget ofte i noen områder på grunn av lastkoblinger i kundenes installasjoner.

Det er tilnærmet umulig å unngå spenningsdipp fullstendig. Av hensyn til store samfunnsmessige kostnader som følge av spenningsdipp ønskes en så optimal regulering av dette som mulig. Det er imidlertid ikke samfunnsmessig rasjonelt å sette generelle krav til antall, dybde eller varighet av spenningsdipp. Hva som er mest samfunnsmessig rasjonelt, vil avhenge av blant annet type

sluttbrukergruppe, nettstruktur og nettutstrekning, og vil variere med plasseringen i det norske kraftsystemet. Det er foreslått en bestemmelse i forskriftsforslaget § 3-3 annet ledd, hvor NVE kan pålegge at det gjennomføres tiltak for å redusere ulempen dersom det er påvist at dette er samfunnsmessig rasjonelt. Avbøtende tiltak i nettkundenes egne installasjoner for å redusere konsekvenser av spenningsdipp, må vurderes av den enkelte nettkunde.

4.2.4 Kortvarige overspenninger

Kortvarige overspenninger defineres som en økning i spenningens effektivverdi til høyere enn 10 % av avtalt spenningsnivå, med varighet fra 10 millisekunder til 60 sekunder. Dette er det motsatte av spenningsdipp som ble omtalt i forrige underkapittel. Figur 18 viser et eksempel på en kortvarig overspenning.



Figur 18: Eksempel som viser endringer i spenningens effektivverdi ved en kortvarig overspenning. Perforerte streker viser grenseverdiene for når kortvarig spenningsendring er å anse som overspenning eller underspenning.

Kortvarige overspenninger skyldes som regel utfall av store belastninger, eventuelt deler av nettet med stor last. Feilkoblinger og feil trinning av transformatorer som relativt raskt har blitt frakoblet igjen er også observert.

Kortvarige overspenninger kan også oppstå som fase-jord overspenninger, uten en tilsvarende overspenning for linjespenningene (mellom fasene). Dette skyldes normalt feil i nettselskapets nett, eksempelvis jordfeil, lastavslag eller feil i nettkundenes installasjoner, som medfører forskyvning av spenningstrekantens nøytralpunkt. Slike overspenninger mellom fase og jord kan inntreffe ved for eksempel jordfeil.

Kortvarige overspenninger anses som mer alvorlige enn kortvarige underspenninger. Dette fordi kortvarige overspenninger oftere fører til havari på apparater og utstyr i motsetning til kortvarige underspenninger som vanligvis kun fører til feilfunksjon og driftsforstyrrelser. Kostnadsmessig utgjør likevel kortvarige overspenninger et mindre problem enn kortvarige underspenninger, da de kortvarige overspenningene opptrer mye sjeldnere.

Overspenninger som kun opptrer mellom fase og jord, vil i størst grad medføre problemer for elektrisk utstyr som er koblet mellom fasene.

I Norge er det i dag i statistisk sett inntil 6 kortvarige overspenninger i året i distribusjonsnettet når grenseverdien for registrering er $U_{nominell}$ ± 10 %, [1]. Tilsvarende tallgrunnlag for overspenninger mellom fase og jord er ikke kartlagt.

Det er ikke mulig å beskytte seg mot kortvarige overspenninger på samme måte som en beskytter seg mot høyfrekvente transiente overspenninger. Overspenningsvern i form av avledere er uaktuelt fordi de ikke tåler den energien som må avledes. De beste tiltak mot kortvarige overspenninger er å søke å unngå dem i forbindelse med lastutkoblinger og feilkoblinger. Problemet og eventuelt konsekvensene kan også i en del tilfeller reduseres ved å bruke raske systemer for autotrinning av transformatorer. Fase-jord overspenninger mellom fase og jord elimineres ved hurtigst mulig å detektere feilsted og – årsak og utbedre feilen som er oppstått.

Europanormen [3] stiller ingen krav til kortvarige overspenninger. Overspenninger fase-jord er omtalt med indikerte verdier. Den sier at det på lavspenningssiden av fordelingstransformatoren kan oppstå fase-jord overspenninger, dersom en feil inntreffer like foran denne (på høyspenningssiden), men at disse vanligvis ikke vil overstige 1,5 kV. For høyspenningsanlegg opptil 35 kV indikerer normen at det i direktejordede nettanlegg vanligvis ikke vil opptre fase-jord overspenning som overstiger 1,7 ganger avtalt (linje)spenningsnivå. I nettanlegg med isolert eller kompensert systemjording indikerer normen at det vanligvis ikke vil opptre fase-jord overspenninger over 2,0 ganger avtalt (linje)spenningsnivå.

Av hensyn til samfunnets kostnader som følge av kortvarige overspenninger, ønskes en så optimal regulering av dette som mulig. Det er imidlertid ikke hensiktsmessig å sette konkrete krav til antall, høyde eller varighet av kortvarige overspenninger. Hva som er mest samfunnsmessig rasjonelt, vil avhenge av blant annet type sluttbrukergruppe, nettstruktur og nettutstrekning, og vil variere med plasseringen i det norske kraftsystemet. Det er derfor foreslått en bestemmelse, § 3-3 annet ledd, hvor NVE kan pålegge at det gjennomføres tiltak for å redusere ulempen dersom det er påvist at dette er samfunnsmessig rasjonelt. Overspenninger fase-jord grunnet feil som oppstår i nettselskapenes nett eller i nettkundenes installasjoner, skal i henhold til den foreslåtte bestemmelsen i § 2-1 utbedres uten ugrunnet opphold. Avbøtende tiltak i nettkundenes egne installasjoner for å redusere konsekvenser av kortvarige overspenninger, må vurderes av den enkelte nettkunde.

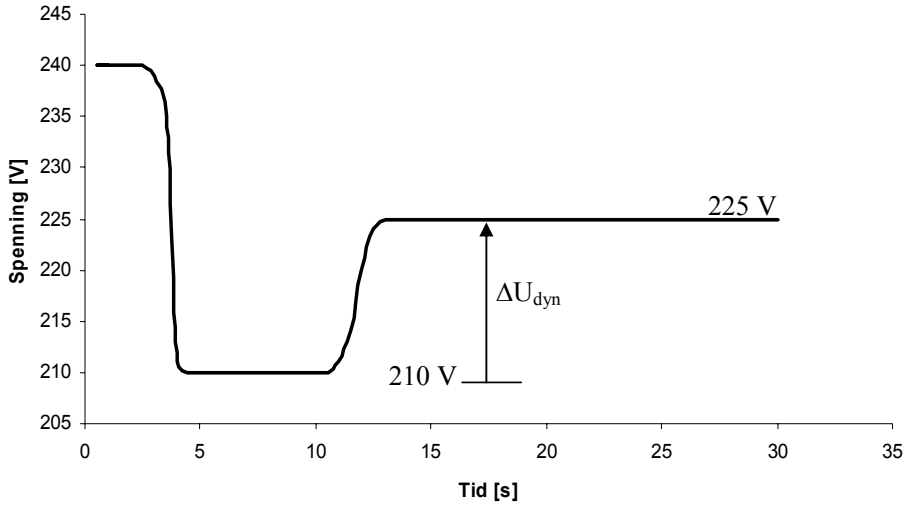
4.2.5 Spenningssprang

Spenningssprang defineres som hurtige endringer i spenningens effektivverdi mellom to påfølgende nivåer som opprettholdes i bestemte, men uspesifiserte tidsrom. Spenningssprang uttrykkes ved:

$$\%U_{sprang} = \frac{\Delta U_{dyn}}{U_N} \cdot 100\% \qquad (9)$$

der ΔUdyn er den dynamiske spenningsdifferansen mellom spenningens topp- eller bunnverdi, og den nye stasjonære verdien og U_N er spenningens nominelle verdi.

Spenningssprang kan oppstå som følge av inn- eller utkobling av store motorer, plutselige lastavslag eller bortkobling av deler av nettet (stivheten i nettet endres).



Figur 19: Eksempel som viser endring i spenningens effektivverdi ved et spenningssprang. Størrelsen på spenningsspranget i figuren blir: $\%U_{sprang} = \frac{\Delta U_{dyn}}{U_N} \cdot 100\% = \frac{15}{230} \cdot 100\% = 6{,}5\%$

Spenningssprang har hovedsakelig visuelle konsekvenser i form av blink i lyset. Disse konsekvensene er opphav til flest kundeklager hos norske nettselskaper [1]. Til dels hyppige spenningssprang kan gi utslag på målinger av flimmerintensitet og vil kunne medføre ubehag for de personer som utsettes for dette. Spenningssprang resulterer sjelden i havari eller feilfunksjon av elektrisk utstyr.

Tiltak for å redusere konsekvensene av spenningssprang kan være å redusere antall inn- og utkoblinger av store motorer eller å benytte startutrustninger som reduserer motorenes startstrøm. Å øke kortslutningsytelsen (stivheten i nettet) vil redusere spenningsendringen ved de samme hendelser.

Europanormen [3] gir grenseverdier for spenningssprang for hva den mener vanligvis ikke overstiges av spenningsprang i nettet. Den sier ingenting om dette er absolutte verdier eller verdier som bør overholdes. For lavspenningsanlegg sier normen at spenningssprang vanligvis ikke overstiger 5 % av nominelt spenningsnivå, men at spenningsendringer på opptil 10 % av kort varighet under visse forhold kan inntreffe noen ganger per døgn. For høyspenningsanlegg til og med 35 kV er det i normen angitt at spenningssprang vanligvis ikke overstiger 4 % av avtalt spenningsnivå, men at spenningsendringer på opptil 6 % av kort varighet kan inntreffe noen ganger per døgn under visse forhold.

På grunn av det ubehag og tilhørende nedsatte personeffektivitet ved lesing, skriving mv som kan forekomme hos de personer som utsettes for hyppige spenningssprang, er det etter NVEs vurdering nødvendig å stille krav til både maksimalt tillatt spenningsendring og hyppighet av de sprang som inntreffer, også for at dette ikke skal bli et økende problem i kraftsystemet. Hyppige spenningssprang kan også gi utslag på flimmermålinger, og vil således også indirekte reguleres gjennom de anbefalte grenseverdier for flimmerintensitet.

På bakgrunn av erfaringer fra det norske kraftsystemet [1] mener NVE at tabell vist i publikasjon IEC 61000-3-7 med tittel "*Emission limits for voltage changes as a function of the number of changes per hour*", gir fornuftige grenseverdier for hva som kan tillates av spenningssprang før kunder begynner å klage på blink i lyset. Den nevnte tabellen fra IEC er presentert som Tabell 2 nedenfor.

Antall (n) spenningssprang	Spenningsendring [%]	
	MV	HV
n ≤ 1 pr time	4	3
1 < n ≤ 10 pr time	3	2,5
10 < n ≤ 100 pr time	2	1,5
100 < n ≤ 1000 pr time	1,25	1

Tabell 2: Grenseverdier for tillatt spenningsendring i prosent som funksjon av antall spenningsendringer pr inn- eller utkobling pr time. Medium voltage (MV) er i IEC-publikasjonen fra 1000 V til og med 35 kV, mens High voltage (HV) er fra 35 kV til og med 230 kV.

Spenningssprang som oppstår i anlegg med høyere spenningsnivåer, vil transformere seg til anlegg med lavere spenningsnivåer, og dermed komme i tillegg til spenningssprang som oppstår her. Det er derfor nødvendig å stille strengere krav til maksimalt spenningssprang for anlegg med høyere spenningsnivåer, enn for anlegg med lavere spenningsnivåer.

Grenseverdier angitt i Tabell 2 foreslås benyttet for nettanlegg med nominell spenning fra og med 230 V til og med 245 kV. For de høyeste spenningsnivåene (300 kV og 420 kV) er forslaget til grenseverdier sammenfallende med [5] og [6].

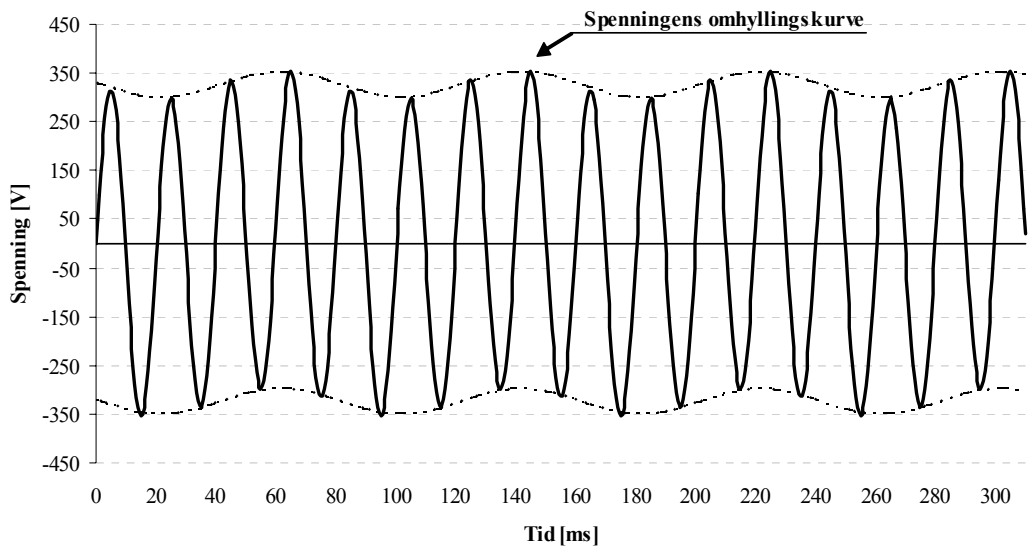
De foreslåtte grenseverdier for spenningssprang i ny forskrift om leveringskvalitet er presentert i Tabell 3.

Antall (n) spenningssprang	Spenningsendring [%]		
	$0,23 \leq U_N \leq 35$	$35 < U_N \leq 245$	$245 < U_N$
n ≤ 1 pr time	4	3	3
1 < n ≤ 10 pr time	3	2,5	1
10 < n ≤ 100 pr time	2	1,5	1
100 < n ≤ 1000 pr time	1,25	1	1

Tabell 3: Anbefalte grenseverdier i ny forskrift vedr maksimal spenningsendring og hyppighet for spenningssprang ved ulike spenningsnivå.

4.2.6 Spenningsfluktuasjoner

Spenningsfluktuasjoner er som navnet, tilsier en serie spenningsendringer eller en syklisk variasjon av spenningens omhyllingskurve [3]. Eksempel på spenningsfluktuasjoner er vist i Figur 20.



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

Spenningsfluktuasjoner skyldes i hovedsak lysbueovner, frekvensomformere, sveiseutstyr eller andre store og hurtige lastvariasjoner i nettkundenes installasjoner.

Spenningsfluktuasjoner gir endring i lysutbytte til spesielt glødelamper, og over en viss grenseverdi kan synlig flimmer i lyset observeres. Mekaniske belastninger på generatorer kan oppstå avhengig av nærhet til kilde for og nivået på spenningsfluktuasjonene. Dersom effektivverdivariasjonene blir store nok, kan det medføre havari også av mer vanlige elektriske apparater og utstyr.

Hos noen nettselskap er det erfart spenningsfluktuasjoner med endringer så store som ± 25 V innenfor samme sekund [1]. Det er ikke tilgjengelig nasjonal statistikk over utbredelse og størrelse på spenningsfluktuasjoner og hvor ofte selve fluktuasjonene medfører problemer. I nasjonale og internasjonale rapporter omtales ofte spenningsfluktuasjoner som flimmer. Flimmer er imidlertid en konsekvens som kan følge av fluktuasjonene og gir ikke nødvendigvis et bilde av størrelsen på disse. Flimmer omtales i neste underkapittel.

Eksempel på tiltak for å hindre eller redusere spenningsfluktuasjoner kan være bruk av aktive filtre, SVC (Static Var Controll) anlegg, seriereaktor og økt kortslutningsytelse i nettet. Når det gjelder spenningsfluktuasjoner, har fokus i mye større grad vært rettet mot hvilke flimmerverdier dette har medført enn hvilke problemer selve spenningsfluktuasjonene kan medføre for elektrisk utstyr.

Europanormen [3] omtaler ikke parameteren spenningsfluktuasjoner.

Det er ikke foreslått konkrete krav til spenningsfluktuasjoner med hensyn til spenningsendring og endringsfrekvensen. Indirekte krav er imidlertid foreslått gjennom grenseverdier for spenningssprang og flimmerintensitet.

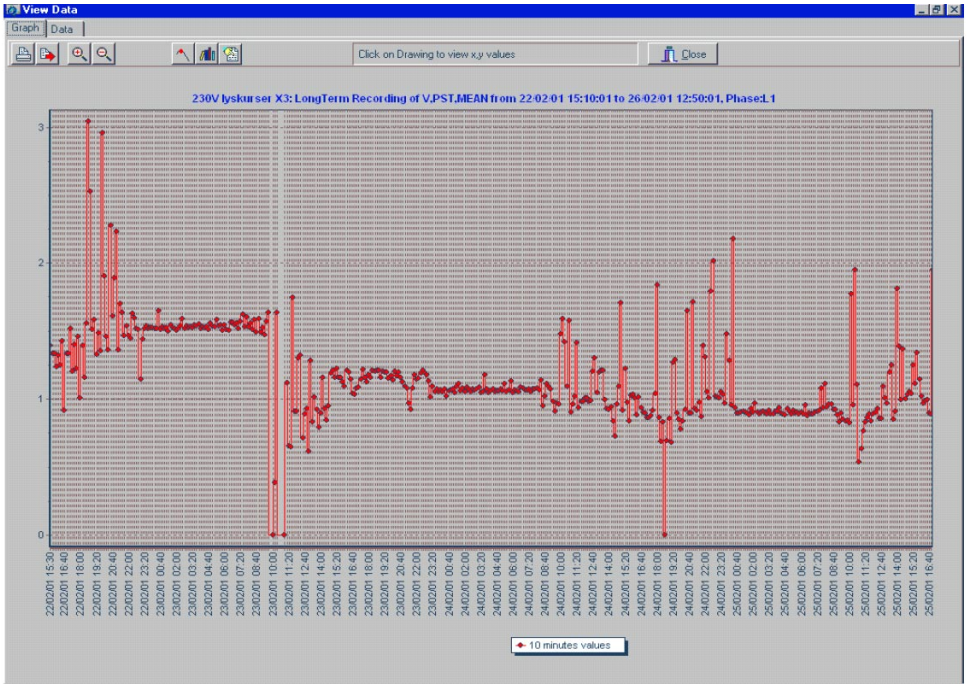
4.2.7 Flimmer

Flimmer er definert som den synlige variasjon i lys hvor luminansen eller spektralfordelingen varierer med tiden [3]. Flimmerintensitet måles som per unit verdier, hvor verdien lik 1,0 tilsvarer flimmerintensitet fra en 60 W glødelampe når minst halvparten av menneskene som blir utsatt for flimmeret, sjeneres av dette.

Det internasjonale ”flickermeter”, beskrevet i IEC 60868, gir to ulike verdier som karakteriserer flimmerintensiteten [4]. De to ulike verdiene indikerer kortidsintensitet, P_{st}, og langtidsintensitet, P_{lt}, av flimmer. Korttidsintensitet beregnes som gjennomsnittsverdi over ti minutter, mens langtidsintensitet som gjennomsnittsverdi over 2 timer (dvs 12 kortidsintensitetsverdier).

Økning i flimmerintensiteten kan være en konsekvens av hyppige spenningssprang eller spenningsfluktuasjoner. Spenningsfluktuasjoner vil kun medføre synlig flimmer for frekvenser opptil ca 25 Hz av spenningens omhyllingskurve [1].

Flimmerintensitet over en viss verdi vil medføre visuelt ubehag. Det kan være vanskelig å konsentrere seg, eksempelvis ved lesing og arbeid når lyset flimrer, noe som vil resultere i nedsatt personeffektivitet. Det er imidlertid individuelt ved hvilken verdi for flimmerintensitet ubehaget starter.



Figur 21: Flimmermåling i 230 V nettet som viser 10 minutters gjennomsnittsverdier, P_{st}, av flimmernivå (y akse viser verdier fra 0 til 3), referanse SINTEF.

Lysflimmer har historisk sett ikke vært et stort problem i det norske kraftsystemet. De siste ti årene har det vært problemer med høye flimmerverdier i områdene rundt Mo i Rana. Nettselskapene i området har mottatt mange kundeklager som følge av dette. Det foreligger ikke et stort statistikkgrunnlag for verdier av flimmerintensitet målt i det norske kraftsystemet. Målinger som er gjort de senere år, gir grunnlag for en grovanalyse av nivået på flimmerintensitet i lavspenningsnettet; 230V, 400 V og 690 V [2].

	5 %	50 %	95 %
P_{st} (pu)	0,11	0,39	0,58
P_{lt} (pu)	0,10	0,35	0,51

Tabell 4: Gjennomsnittlige målte verdier for flimmerintensitet i det norske kraftsystemet for alle 5 %, 50 % og 95 % verdier i målepunktene. Resultatene er fra lavspenningsanlegg med spenningsnivå 230V, 400 V og 690 V, og er hentet fra [2].

Avbøtende tiltak for årsakene til flimmer (spenningsprang og spenningsfluktuasjoner) er beskrevet i kapitlene over. Tiltak for å redusere intensiteten til lysflimmeret som oppstår kan, også være bruk av mindre følsomme lampetyper.

Europanormen [3] setter ingen absolutte krav til flimmer. Normen påpeker imidlertid at langtids flimmerintensitet under normale driftsforhold, for 95 % av tiden i en uke, ikke bør overstige P_{lt} = 1,0. Dette gjelder for anlegg med nominell spenning fra og med 230 V til og med 35 kV.

Flimmer bør reguleres som følge av det ubehag og den ulempe flimmerintensitet over 1,0 per unit kan medføre for flertallet av de mennesker som utsettes for dette. De fleste steder i Norge har per i dag ikke store problemer med flimmer, men det er viktig at nivået også fremover holdes på et akseptabelt nivå.

Den internasjonale metoden for beregning av flimmerintensiteten gir som nevnt resultatet som ti minutters, P_{st}, eller to timers, P_{lt}, gjennomsnittsverdi. Det anbefales i ny forskrift grenseverdier for P_{st} og ikke $P_{lt,}$ fordi intensiteten vil kunne variere for mye innenfor et to timers intervall. Dersom kravet for eksempel settes til P_{lt} =1,0, så vil flimmerintensiteten innenfor dette to timers intervallet i en stor del av tiden kunne være over 1. Erfaringer beskrevet i [1] sier at P_{lt} = 1,0 eller nær 1,0 som oftest vil føles uholdbart. Grenseverdier som gjennomsnitt over ti minutter, er også i tråd med de krav som foreslås for langsomme variasjoner av spenningens effektivverdi, spenningens usymmetri og overharmoniske spenninger.

Årsakene til flimmer (spenningssprang og spenningsfluktuasjoner) som oppstår i anlegg med høyere spenningsnivå, vil transformeres ned til de underliggende spenningsnivåer og adderes med de forstyrrelser som oppstår der. Det er derfor nødvendig å stille strengere grenseverdier til flimmerintensitet for høyere spenningsnivå, for å kunne oppfylle de foreslåtte grenseverdier i anlegg med de laveste spenningsnivåer.

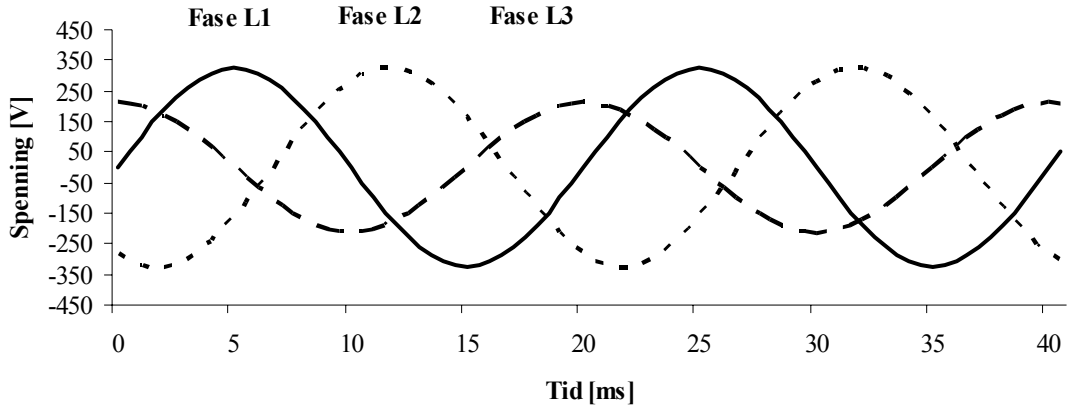
Det foreslås grenseverdi for kortidsintensitet av flimmer lik 1,0 for de laveste spenningsnivåer, jf diskusjon ovenfor. De konkrete forslag til krav følger for øvrig av Tabell 5.

	$0,23 \leq U_N \leq 35$	**$35 < U_N \leq 245$**	**$245 < U_N$**
Korttidsintensitet av flimmer (pu)	1,0	0,8	0,6

Tabell 5: Anbefalte grenseverdier i ny forskrift vedr kortidsintensitet, P_{st}, av flimmer ved ulike spenningsnivå.

4.2.8 Spenningens usymmetri

Usymmetri i de tre fasespenningene defineres som en tilstand hvor fasespenningenes effektivverdier, eller tidsforskyvningen mellom de tre fasespenningene i et trefasesystem ikke er like. I et symmetrisk trefasesystem er de tre fasespenningene innbyrdes 120^0 faseforskjøvet, og har samme effektivverdi og maksimalverdi.



Figur 22: Eksempel på usymmetri mellom de tre fasespenningene. I eksemplet i figuren har fase L3 150 V effektivverdi og er – 30 grader faseforskjøvet i forhold til symmetriske forhold. Fase L1 og L2 har effektivverdi på 230 V.

Usymmetri kan skyldes usymmetrisk tilkobling av enfase og tofase belastninger i lavspenningsnettet, samt induksjonspåvirkning mellom faselederne for lange kraftledninger. Usymmetri kan videre oppstå som følge av jordslutninger, tofase kortslutninger og fasebrudd. Sistenevnte årsak vil normalt ikke være et problem da feiltilfellene vil medføre hurtig utkobling av feilbefengt anleggsdel, med unntak av jordfeil og fasebrudd i kompenserte og isolerte nettsystemer. Fasebrudd kan resultere i alvorlige feil dersom utkobling ikke skjer.

Et usymmetrisk kraftsystem kan beskrives som summen av et positivt system, et negativt system og et nullsystem, som hver har symmetriske egenskaper. I det positive systemet er fasespenningene innbyderes 120^0 faseforskjøvet og roterer med en positiv faserekkefølge. I det negative systemet er fasespenningene også innbyderes 120^0 faseforskjøvet, men systemet roterer med en negativ faserekkefølge. I nullsystemet er fasespenningene i fase med hverandre. Strømmer som flyter i nullsystemet, vil summeres i systemets stjernepunkt og returnere gjennom systemets nullimpedans. Dersom de tre fasene i et kraftsystem er koblet sammen i trekant (delta-vikling), vil strømmer som flyter i nullsystemet, sirkulere i trekantviklingen.

Usymmetriske fasespenninger kan medføre temperaturstigning, nedsatt ytelse og levetid på motorer og generatorer samt havari. Høye spenninger mellom fase og jord kan også medføre havari på tele eller datautstyr.

Det er størrelsen på fasespenningene i det negative systemet som er problematisk for motorer og generatorer, da disse medfører at det settes opp et magnetfelt som roterer i motsatt retning i forhold til hovedfeltet i maskinene. En gitt usymmetri i spenningen vil ofte medføre 5 -10 ganger større usymmetri i strømmen som flyter i maskinens viklinger. En liten usymmetri i spenningen kan dermed medføre store økninger i elektriske tap og temperaturstigninger i maskinen. Usymmetri i påtrykte fasespenninger vil for en gitt maskin medføre en drastisk reduksjon i belastbarheten for maskinen. En usymmetri i spenningen på 15 % kan være så stor at maskinen ikke kan drive noen belastning uten at

det vil føre til for høy temperatur i motoren [11]. I internasjonale og nasjonale rapporter og standarder er det derfor forholdet mellom spenningens negative og positive sekvenskomponent som omhandles vedrørende usymmetri.

$$\%U_{usymmetri} = \frac{U_-}{U_+} \cdot 100\% \qquad (10)$$

der U_- er spenningens negative fasesekvenskomponent, og U_+ er spenningens positive fasesekvenskomponent.

Grad av usymmetri mellom de tre fasespenningene er ikke bredt kartlagt i det norske kraftsystemet. En grovanalyse av usymmetri i lavspenningsnettet er presentert i Tabell 6.

5 %	50 %	95 %
0,15	0,4	0,9

Tabell 6: Gjennomsnittlige målte verdier for spenningens usymmetri i det norske lavspenningsnettet for alle 5 %, 50 % og 95 % verdier i målepunktene. Resultatene er hentet fra [2].

Tiltak for å oppnå mest mulig symmetriske fasespenninger kan for nettselskapet være å ha gode rutiner og praksis vedrørende symmetrisk tilkobling av enfase og tofasebelastninger i lavspenningsnettet, revolvering av lange luftlinjer for de høyere spenningsnivåer, samt en hurtigst mulig gjenoppretting av symmetri etter feil. For sistnevnte bemerkes spesielt forholdene ved frakobling av feilbefengt anleggsdel ved fasebrudd eller jordfeil i isolerte eller kompenserte nettsystemer.

Hos nettkundene kan det installeres ubalansevern for å beskytte motorer og generatorer mot usymmetri som oppstår i overliggende nett.

Europanormen [3] gir konkrete krav til spenningens usymmetri. Effektivverdien av den negative fasesekvenskomponenten skal, under normale driftsforhold i løpet av hver periode på en uke og som gjennomsnitt over ti minutter, være innenfor området 0 til 2 % av den positive fasesekvens-komponenten. Normen beskriver imidlertid at usymmetri opptil 3 % kan forekomme.

Usymmetri er nødvendig å regulere på grunn av de materielle og økonomiske tap som kan oppstå som følge av dette. Usymmetri er ikke dokumentert å være et stort problem i det norske kraftsystemet i dag, men regulering er viktig for å hindre at det blir det i fremtiden.

Usymmetriske spenninger som oppstår i anlegg med høyere spenningsnivåer vil, dersom underliggende nett er symmetrisk, transformere seg til underliggende anlegg. Usymmetri som oppstår i underliggende anlegg, og som gjelder samme fase som overliggende usymmetri, vil da adderes denne. Usymmetri som oppstår i anlegg med høyere spenningsnivå, vil imidlertid dels kunne utjevnes i underliggende anlegg dersom det oppstår usymmetri i dette anlegget i annen fase. For å kunne overholde krav til usymmetri på de lavere spenningsnivå, er det nødvendig å stille strengere krav til usymmetri for anlegg desto høyere spenningsnivået er.

For anlegg med nominell spenning fra og med 230 V til og med 35 kV er det foreslått at usymmetri mellom de tre fasespenninger som gjennomsnitt over ti minutter ikke overstiger 2 %. Dette er sammenfallende med grenseverdier i [3] og anbefalinger i [1]. For spenningsnivåene 300 kV og 420 kV er de anbefalte grenseverdier sammenfallende med grenseverdier i [5] og [6]. Usymmetri beregnes

som forholdet mellom den negative og den positive fasesekvenskomponenten, og som gjennomsnitt over ti minutter.

De foreslåtte grenseverdiene er presentert i Tabell 7.

	$0,23 \leq U_N \leq 35$	**$35 < U_N \leq 245$**	**$245 < U_N$**
Usymmetri mellom de tre fasespenninger (%)	2,0	1,5	1,0

Tabell 7: Anbefalte grenseverdier i ny forskrift vedr usymmetri mellom de tre fasespenninger.

Det bemerkes at de foreslåtte grenseverdier ikke vil kunne overholdes ved fasebrudd eller jordslutninger i nett med isolert eller kompensert systemjording. Denne type feil skal i henhold til den foreslåtte § 2-1 utbedres uten ugrunnet opphold. Symmetri mellom de tre fasespenninger vil da uten ugrunnet opphold føres innenfor de grenseverdier som er foreslått i den nye forskriften.

4.2.9 Overharmoniske spenninger

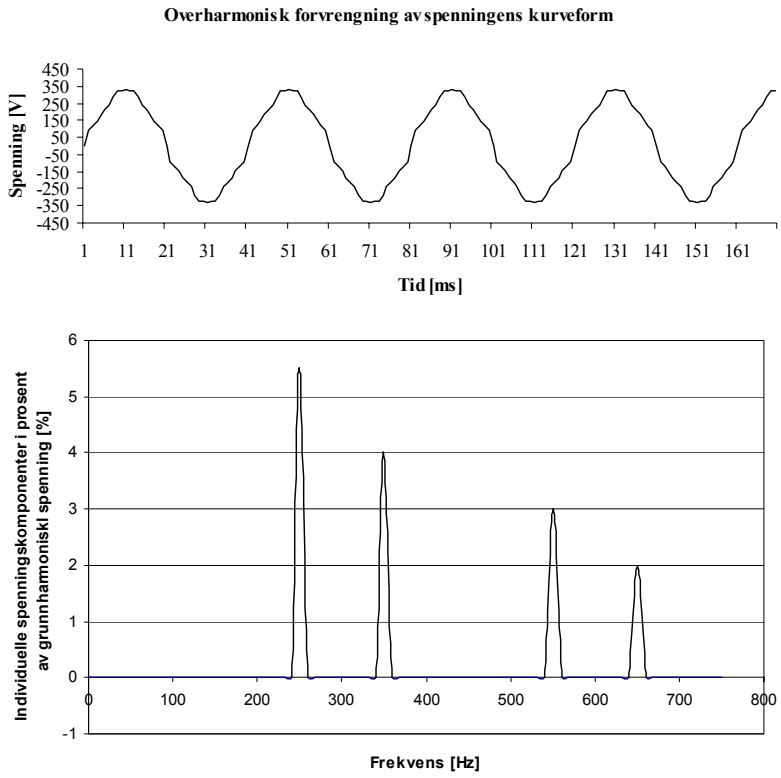
Overharmoniske spenninger defineres som sinusformede spenninger med frekvens lik et multiplum av spenningens grunnharmoniske frekvens. Total harmonisk forvrengning av spenningen uttrykkes ved:

$$\%THD_U = \frac{\sqrt{\sum_{2}^{\infty} U_h^2}}{U_1} \cdot 100\% \qquad (11)$$

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

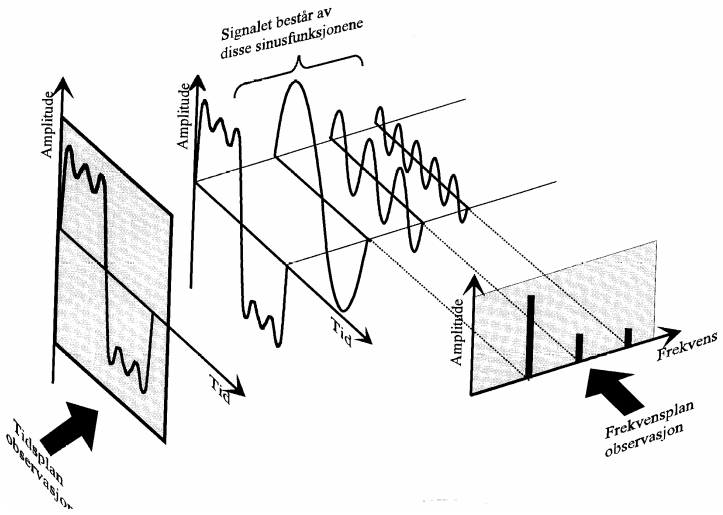
$$\%U_h = \frac{U_h}{U_1} \cdot 100\% \qquad (12)$$

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



Figur 23: Eksempel på overharmonisk forvrengning av spenningens kurveform. Frekvensspekter for de individuelle overharmoniske spenninger er vist som prosent av spenningens grunnharmoniske (50 Hz) komponent. Total harmonisk forvrengning i dette tilfellet er 7,7 %.

De individuelle overharmoniske spenningskomponenter fremkommer ved å utføre en Fourier-analyse på den periodiske spenningskurven. Dette vil si at den forvrengte spenningskurven uttrykkes som et sett av sinusformede kurver. Effektivverdien til hver av disse sinusformede spenningskurvene benyttes da for å finne prosentvis individuell overharmonisk spenning. Det er viktig å kjenne størrelsen av de individuelle overharmoniske spenningskomponentene for å kunne utføre de riktige tiltak for å hindre uønskede konsekvenser. Et prinsipielt eksempel er vist i Figur 24.



Figur 24: Eksempel på harmonisk analyse av spenningens kurveform.

Overharmoniske spenninger forårsakes primært av overharmoniske strømmer som flyter gjennom systemimpedansen i kraftsystemet. De overharmoniske strømmene har som regel sin opprinnelse i elektriske apparater med ulineær strøm og spenningskarakteristikk, svært ofte hos sluttbrukere i nettet. Typiske kilder er tyristorstyrte apparater/anlegg, strømretteranlegg (likerettere/vekselrettere), lysstoffrør, lysbueovner, strømforsyninger til apparater/elektronikk etc. Likerettere i et trefasesystem vil ved symmetriske forhold kun generere såkalte karakteristiske overharmoniske strømmer, det vil si harmoniske med orden gitt av $h = n \cdot p \pm 1$, der h er harmonisk orden, n er et positivt heltall, mens p er pulstallet for likeretteren, som er bestemt av likeretterens utforming. Men noe usymmetri i nettet, blant annet i tyristorenes tennvinkler, kan medføre at det genereres overharmoniske strømmer og spenninger i noe grad også ved andre frekvenser. I et enfasesystem vil eksempelvis lys, PC-er, og annet elektronisk utstyr kunne generere merkbare 3. og 5. harmoniske strømmer.

Konsekvenser av overharmoniske spenninger kan være overbelastning av kondensatorer, overbelastning og redusert ytelse på motorer, transformatorer, generatorer, overbelastning på nulleder (TN-nett), økte elektriske tap, økt hørbar støy, telefonforstyrrelser, forstyrrelse av signalsystemer med videre. Overharmoniske spenningskomponenter som 5., 7., 11. og 13., vil i størst grad medføre varmgang og økte elektriske tap i systemet. 17., 19., 23. og 25. harmoniske vil i større grad medføre driftsproblematikk og uønsket funksjon av utstyr, eksempelvis for instrumenter/elektronikk som benytter spenningens nullgjennomgang eller maksimalverdi som referanse.

Nivået av overharmoniske spenninger i det norske kraftsystemet er relativt lavt i forhold til de fleste andre land. Dette skyldes først og fremst at vi i Norge har en høy andel av ohmsk (lineær) last fordi vi bruker mye elektrisk energi til oppvarmingsformål.

Eksempel på tiltak mot overharmoniske spenninger kan være å installere passive eller aktive filtre, segregering av last, øke kortslutningsytelsen i de leveringspunktene hvor apparater kan få problemer, eller øke impedansen på den del av nettet som er unik for den forstyrrende last. Roterende omformere kan (teoretisk) også være en løsning, men er dyrt.

Europanormen [3] setter grenseverdier for total harmonisk forvrengning av spenningens kurveform, THD_U, samt individuelle overharmoniske spenningskomponenter opptil 25. orden, i anlegg med nominell spenning fra og med 230 V til og med 35 kV for 95 % av tiden i løpet av en uke. Verdiene skal måles som effektivverdier og som gjennomsnitt over ti minutter. Grenseverdi for THD er i [3] 8 %.

Det er nødvendig å sette krav til overharmoniske spenninger i det norske kraftsystemet med bakgrunn i de problemer som kan oppstå som følge av slike spenninger, samt de erfaringer som foreligger, jf. blant annet [1] og [2].

For spenningsnivå i det norske kraftsystemet opp til og med 35 kV er det erfart at en total harmonisk forvrengning av spenningens kurveform på THD_U = 8 % kan være for mye [1]. Ved nivåer under 5 % er det erfart problemer i noen få tilfeller, og da på grunn av resonans.

Forslag til grenseverdier for total harmonisk forvrengning og individuelle overharmoniske spenningskomponenter er gjort på bakgrunn av de erfaringene som er gjort i det norske kraftsystemet [1]. Grenseverdier for de laveste spenningsnivåer kommenteres spesielt.

Overharmoniske strømmer som oppstår i anlegg med høyere spenningsnivå, vil transformere seg til anlegg med lavere spenning, og dermed gi opphav til overharmoniske spenninger også i anlegg med lavere spenningsnivå. Overharmoniske strømmer som oppstår i anlegg med lavere spenningsnivå, vil i liten grad generere overharmoniske spenninger i anlegg med høyere spenningsnivå, da kortslutningsytelsene er meget større for de høyere spenningsnivå. Det er derfor nødvendig å stille strengere krav til overharmoniske spenninger i anlegg med høyere spenningsnivå enn for

underliggende anlegg, for at de foreslåtte grenseverdier for de laveste spenningsnivåene skal kunne oppfylles.

For anlegg med nominell spenning fra og med 230 V til og med 35 kV, foreslås det at THD_U ikke skal overstige 8 % som gjennomsnitt over ti minutter, og 5 % som gjennomsnitt over en uke. Med THD_U på 8 % som gjennomsnitt over ti minutter, kan THD_U overstige denne grenseverdien i store deler av dette tidsintervallet, uten at grenseverdien på 8 % over ti minutter overstiges. For å minimere konsekvensen av dette er det anbefalt et strengere krav som gjennomsnitt over uken. Dette vil gi et klart signal om at anlegg ikke kan dimensjoneres for grenseverdier nær 8 %, som i mange tilfeller vil medføre havari elektrisk utstyr [1].

Forslag til grenseverdier for individuelle overharmoniske spenningskomponenter er inntil 25. harmoniske sammenfallende med de verdier som benyttes i [3]. De foreslåtte grenseverdiene i ny forskrift inneholder i tillegg krav til høyere orden av overharmoniske.

4.2.10 Interharmoniske spenninger

Med interharmoniske spenninger menes sinusformede spenninger som ikke er et helt multiplum av spenningens grunnharmoniske frekvens.

Interharmoniske spenninger forårsakes primært av interharmoniske strømmer som flyter gjennom systemimpedansen i kraftsystemet, og genereres hovedsakelig fra statiske frekvensomformere. De er vanligvis mye mindre enn nærliggende overharmoniske spenninger.

Interharmoniske spenninger er på mange måter lik overharmoniske spenninger, og kan forårsake flimmer i tillegg til de fleste konsekvenser som er beskrevet for overharmoniske spenninger i kapittel 4.2.9.

Det mangler statistisk grunnlag for å kunne fastslå nivået av interharmoniske spenninger i det norske kraftsystemet, blant annet fordi mange måleinstrumenter ikke måler dette godt nok. Det foreligger dermed ikke dokumentasjon som tilsier at interharmoniske spenninger er et problem i det norske kraftsystemet.

Tiltak for å redusere interharmoniske spenninger kan gjøres tilsvarende som ved overharmoniske spenninger, jf kapittel 4.2.9. For å redusere flimmer som oppstår som følge av interharmoniske spenninger, kan det benyttes mindre følsomme lampetyper.

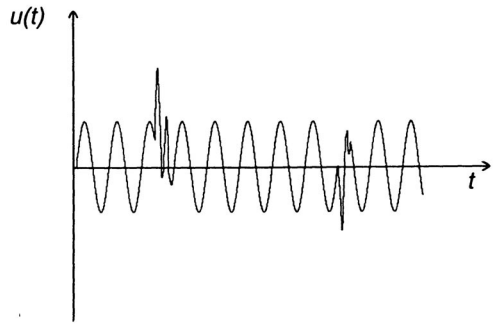
I Europanormen [3] stilles ingen krav til interharmoniske spenninger. Normen beskriver at nivået av interharmoniske spenninger er økende på grunn av utviklingen av frekvensomformere og liknende kontrollutstyr, men at grenseverdier er under overveielse i påvente av mer erfaring. Det sies imidlertid at interharmoniske spenninger, selv ved lave nivåer, kan føre til flimmer eller forårsake interferens i rippelkontrollsystemer.

Interharmoniske spenninger er ikke dokumentert å være et problem i det norske kraftsystemet, og det er ikke dokumentert hvilke nivå som kan medføre problemer. Det foreligger heller ingen nasjonal statistikk over denne parameteren. Det foreslås derfor ingen grenseverdier for interharmoniske spenninger på det nåværende stadium. Dette kan imidlertid bli aktuelt i fremtiden når mer erfaring med dette i det norske kraftsystemet foreligger.

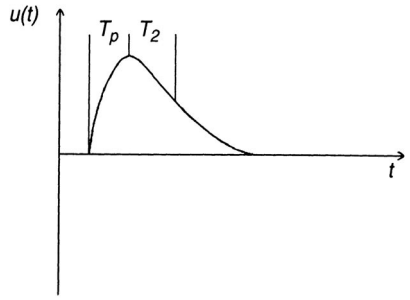
Flimmer som oppstår som følge av interharmoniske spenninger vil reguleres gjennom de foreslåtte grenseverdier for flimmer.

4.2.11 Transiente overspenninger

Transiente overspenninger defineres som overfrekvente (> 50 Hz) overspenninger, som normalt skjer innenfor en halvperiode (10 ms) av spenningens frekvens. Stigetiden kan variere fra mindre enn et mikrosekund til noen få millisekunder. Overspenningene er normalt helt utdempet innenfor ti millisekunder.



Figur 25: Eksempel på transiente overspenninger.



Figur 26: Eksempel på transient overspenning som viser stigetid, Tp, og halvverditid, T_2.

Transiente overspenninger deles ofte inn i koblingsoverspenninger med mer moderate frekvenser fra området 150 Hz til normalt 1000 Hz, og mer høyfrekvente overspenninger (impuls).

Koblingstransienter har svært mange parametere som er avgjørende for alvorlighetsgraden, og internasjonalt foreligger det ingen anbefalt måte å kategorisere koblingstransienter på. Viktige parametere for koblingstransienter er [2]:

- Hvor på sinuskurven transienten begynner (nær nullgjennomgang eller nær toppverdi).
- Spenningens effektivverdi og formfaktor[10] når koblingstransienten inntreffer.
- Om transienten forårsaker flere nullgjennomganger enn normalt (forskyvning av nullgjennomgangen).
- Frekvenskomponentene i koblingstransienten.
- Størrelsen på de to første (evt flere) spenningsutsvingene.
- Polariteten på det første utsvinget (normalt ned mot null).
- Varigheten på den samlede spenningssvingningen.

Frekvenskomponentene i koblingstransienten er ofte i området fra 150 Hz til 600 Hz, og sjelden over 1 kHz. De fleste er fullstendig utdempet innenfor 10 ms [2]. Koblingstransientene blir vesentlig mindre når spenningen brytes i eller nær dens nullgjennomgang. Dette er noe som utnyttes ved synkroniserte brytere, hvor alle tre fasene brytes i sin respektive nullgjennomgang.

For høyfrekvente transienter kan det være tilstrekkelig å kategorisere dem etter kun amplitude, eller etter amplitude og varighet.

Energiinnholdet i transiente overspenninger varierer sterkt, avhengig av opprinnelsen. Transiente overspenninger kan ha sitt opphav i koblinger i kraftnettet (oscillatoriske) eller i lynnedslag (da som kortvarig overspenning). En indusert overspenning på grunn av lyn har som regel høyere amplitude enn en overspenning som skyldes kobling, men varigheten og energiinnholdet er som regel lavere.

[10] Spenningens formfaktor defineres som forholdet mellom spenningens effektivverdi og middelverdi for den aktuelle halvperiode.

Konsekvenser av transiente overspenninger vil kunne være feilfunksjon på elektriske apparater, havari på elektriske komponenter som transformatorer, samt fare for brann.

I en spørreundersøkelse som har kartlagt kostnader ved transiente overspenninger hos prosessindustrien (8 respondenter) [10], fremgår det at transiente overspenninger gjennomsnittlig medfører årlig økonomiske tap på 25 000,- kr per respondent.

Det foreligger ikke omfattende analyser av koblingstransienter, men det konstateres at slike koblingstransienter inntreffer i gjennomsnitt noe sjeldnere enn spenningsdipp, omtalt i kapittel 4.2.3 [2]. Tilsvarende som for spenningsdipp, opptrer koblingstransienter meget tilfeldig, og varierer mye fra punkt til punkt i kraftsystemet.

Det foreligger en grovanalyse av høyfrekvente transienter i det norske lavspenningsnettet [2]. Det er imidlertid mye mer begrenset antall måleresultater fra høyspenningsnettet. Dette skyldes i hovedsak at eksisterende spenningstransformatorer i det norske høyspenningsnettet svært sjelden er tilpasset målinger for høye frekvenskomponenter. Dette medfører at det må benyttes helt spesielle måleverdiomformere for å foreta målinger av de høyfrekvente transienter. Måleinstrumentene som benyttes i høyspenningsnettet, registrerer dermed oftest ikke korrekte verdier for de høyfrekvente transientene.

Grovanalyse som viser gjennomsnittlig antall høyfrekvente transienter for lavspenningskabelnett og lavspenningsluftnett i Norge, er presentert i henholdsvis Tabell 8 og Tabell 9 [2]. Volt-sekund integralet i tabellene indikerer arealet mellom den transiente overspenningen og triggegrensen til måleinstrumentet fra transienten inntreffer og til spenningen igjen er under triggegrensen.

	0,00–0,005 Vs	0,005–0,01 Vs	0,01–0,1 Vs	0,1–1,0 Vs	1,0–10 Vs	10–100 Vs
400 – 500 V	6	7	12	6	0	0
500 – 1 kV	3	2	5	1	0	0
1000 – 2 kV	1	1	1	0	0	0
2 kV – 4 kV	0	0	0	0	0	0
Over 4 kV	0	0	0	0	0	0

Tabell 8: Resultater av en grovanalyse av gjennomsnittlig antall høyfrekvente transienter (impuls) per år for målepunkt i lavspennings kabelnett. Tabellen viser maksimalverdi og volt-sekund integralet for overspenningen. Verdier er hentet fra [2].

	0,00–0,005 Vs	0,005–0,01 Vs	0,01–0,1 Vs	0,1–1,0 Vs	1,0–10 Vs	10–100 Vs
400 – 500 V	107	85	197	11	0	0
500 – 1 kV	7	42	26	7	0	0
1000 – 2 kV	2	2	3	0	0	0
2 kV – 4 kV	0	0	0	0	0	0
Over 4 kV	0	0	0	0	0	0

Tabell 9:Resultater av en grovanalyse av gjennomsnittlig antall høyfrekvente transienter (impuls) per år for målepunkt i lavspennings luftnett. Tabellen viser maksimalverdi og volt-sekund integralet for overspenningen. Verdier er hentet fra [2].

Tiltak for å redusere konsekvensene av transiente overspenninger kan være overspenningsvern og god jording, filter, vedlikehold eller synkroniserte brytere for å redusere eller helt å unngå koblingstransienter. Overspenningsavledere bør være dimensjonert for å håndtere mer energirike overspenninger som skyldes koblinger, og vil da normalt også håndtere overspenninger på grunn av lyn.

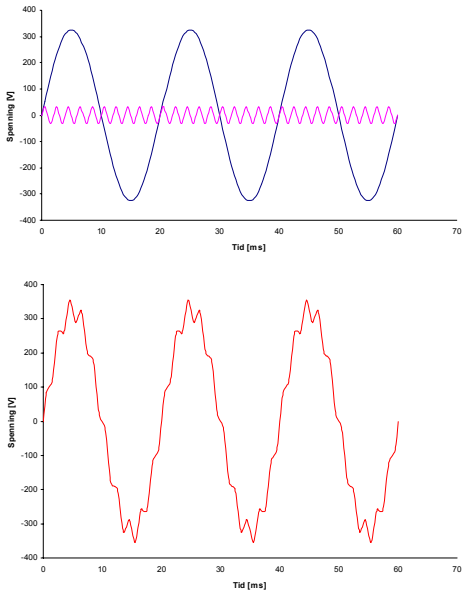
Europanormen [3] setter ingen konkrete krav til transiente overspenninger. Normen sier at transiente fase-jord overspenninger vanligvis ikke vil overstige 6 kV som toppverdi i lavspenningsanlegg, men at høyere spenninger kan forekomme av og til. For høyspenningsanlegg er det ikke indikert noen verdier.

Det ønskes en så optimal regulering av transiente overspenninger som mulig, av hensyn til de kostnader som disse påfører samfunnet. Det er imidlertid meget komplisert å stille konkrete krav til ulike parametere ved transiente overspenninger, og dette vil heller ikke være samfunnsmessig rasjonelt. Hva som er mest samfunnsmessig rasjonelt, vil avhenge av blant annet type sluttbrukergrupper, nettstruktur og nettutstrekning, og vil variere med plassering i det norske kraftsystemet.

På denne bakgrunn er det ikke foreslått konkrete krav til transiente overspenninger. Det er derimot foreslått en bestemmelse, § 3-4 syvende ledd, hvor NVE kan pålegge at det gjennomføres tiltak for å redusere dette dersom det er påvist at dette er samfunnsmessig rasjonelt. Avbøtende tiltak i nettkundenes egne installasjoner for å redusere konsekvenser av transiente overspenninger, må vurderes av den enkelte nettkunde. Her finnes det også viktige momenter tilknyttet egne sikringstiltak (overspenningsvern) og forsikringsavtaler.

4.2.12 Signaltransmisjon på kraftnettet

Med signaltransmisjon på kraftlinjer menes et signal som er overlagret forsyningsspenningen i den hensikt å overføre informasjon via kraftnettet [3]. Det foreligger ikke dokumentert erfaring med hvordan slik signaloverføring kan påvirke elektrisk utstyr som er tilknyttet det norske kraftsystemet.



Figur 27: Eksempel på signaloverføring overlagret spenningskurven. Øverste figur viser spenningskurven og det overlagrede signalet separat. Nederste figur viser summen av disse, dvs hvordan spenningskurven blir seende ut. I dette tilfellet har signalet frekvens 500 Hz, og effektivverdi lik 10 % av den grunnharmoniske spenningen.

Signaler overført i kraftnettet kan klassifiseres i tre typer [3]:

- Rippelkontrollsignaler som er overlagret sinusformet signal i området 110 Hz til 3 kHz.
- Kraftledning bæresignal som er overlagret sinusformet signal i området mellom 3 kHz og 148,5 kHz.
- Merkesignaler på nettet som er overlagret korttids endringer (transienter) på utvalgte punkter av spenningens kurveform.

Europanormen [3] angir grenseverdier for spenningsnivåer av signalfrekvenser i prosent av nominell spenning. De angitte grenseverdiene skal oppfylles for 99 % av døgnet.

Da det ikke foreligger dokumentasjon på problemer i det norske kraftsystemet som følge av signaltransmisjon på kraftnettet, foreslås det ikke grenseverdier til dette i ny forskrift om leveringskvalitet.

4.3 Generelle bestemmelser

NVE har funnet det nødvendig å foreslå noen generelle bestemmelser for å klargjøre ansvarsforhold mellom ulike aktører knyttet til leveringspålitelighet og spenningskvalitet.

4.3.1 Utbedring

Det er viktig at full forsyningen til sluttbrukere gjenopprettes uten ugrunnet opphold, når disse opplever avbrudd eller innskrenkninger i levert energi. Når sluttbrukere opplever redusert spenningskvalitet som er dårligere en de grenseverdier som fremgår av forslag til forskrift, er det også viktig at spenningskvaliteten gjenopprettes uten utgrunnet opphold. NVE har derfor funnet det nødvendig å foreslå en bestemmelse som sier at ubedring av forringet leveringskvalitet skal skje uten ugrunnet opphold og at den eller de som er ansvarlig for dette, skal iverksette aktuelle midlertidige løsninger for å avhjelpe situasjonen. Krav til utbedring av forhold som forringer leveringskvaliteten i kraftsystemet, er også begrunnet under kapittel 4.1. Den tidligere nevnte KILE-ordningen som regulerer langvarige avbrudd, gir ikke sterke nok incentiver til nettselskapene for å hindre at enkelte nettkunder blir liggende lenge utkoblet ved avbrudd. Den foreslåtte bestemmelsen skal sikre at økonomiske argumenter ikke blir det eneste nettselskapet legger til grunn ved gjenoppretting av forsyning. Bestemmelsen er videre nødvendig for å kunne fatte vedtak overfor nettkunder som forringer leveringskvaliteten i kraftsystemet.

Ved feil eller hendelser i eget nettanlegg, som kan medføre at kravene til leveringskvalitet ikke kan overholdes, skal nettselskapet kontaktes. Nettselskapet må avklare hvorvidt de aktuelle anlegg fortsatt kan være tilknyttet nettet og om nettselskapet på noen måte kan avhjelpe situasjonen ved å utføre driftskoblinger i egne anlegg. Dette kan eksempelvis gjelde for et industrianlegg som har installert harmonisk filter og lignende. Ved havari av det harmoniske filteret, er det ikke gitt at produksjonen i industrianlegget kan opprettholdes uten at forstyrrelsesnivået i overliggende nettanlegg overskrider krav til spenningskvalitet foreslått i forskrift om leveringskvalitet. NVE har funnet det nødvendig å foreslå en bestemmelse som pålegger den enkelte aktør å informere om slike hendelser.

NVE ønsker å presisere at nettselskapene så langt som mulig skal utføre driftskoblinger for å minimere omfanget av forhold som reduserer leveringskvaliteten i systemet, selv om det er andre aktører enn dem selv som er årsak til den forringende leveringskvaliteten. NVE har derfor gitt en bestemmelse i forskriften om dette.

Når nettselskapene skal prioritere hvem som først skal få gjenopprettet forsyningen etter et avbrudd eller som skal sikres levering av elektrisitet ved kapasitetsbegrensninger i nettet, er det viktig at forsyning som har betydning for liv og helse først og fremst blir ivaretatt. Iht rasjoneringsforskriften skal det finnes planer for prioritering av tilgjengelig energi under rasjonering. Forsyning som har betydning for liv og helse er en viktig del av denne planen.

Nettselskap må fra tid til annen koble ut sine nettkunder grunnet planlagte arbeider. For å minimere de samfunnsmessige konsekvensene av en slik utkobling, er det nødvendig at nettkundene varsles i tilstrekkelig tid på forhånd, slik at avbøtende tiltak kan iverksettes.

4.3.2 Nettselskapenes saksbehandling ved mangler ved leveringskvaliteten

Nettselskapenes behandling av henvendelser fra nettkunder om leveringspålitelighet og spenningskvalitet har gjennom årene vært et forsømt punkt hos flere selskaper. NVE har registrert eksempler hvor nettkunder har ventet opptil flere år på svar fra nettselskapet om hva som er problemet og hvilke tiltak som er aktuelle å iverksette. Det er også registrert mangel på kunnskap om temaet hos nettselskapene.

NVE har derfor funnet det nødvendig å foreslå bestemmelser som gir regler for saksbehandling ved nevnte henvendelser. Den foreslåtte bestemmelsen skal sikre alle nettkunder en tilfredsstillende behandling og tidsrespons hos det tilknyttede nettselskap. Det er foreslått at total saksbehandlingstid skal ikke overstige fire måneder.

Det kan være store driftsmessige forskjeller i kraftsystemet mellom hverdag og helg. For at målinger som utføres for å detektere årsak til problemer som oppleves av nettkunder skal være troverdige, er det viktig at nettselskapene utfører disse over en lengre tidsperiode (minimum en ukes varighet). Det er også meget viktig at målingene så langt som mulig reflekterer belastningsforholdene slik de er når problemene oppstår. Dette fordi en vesentlig endring av belastningen i nettet eller kortslutningsytelsen vil ha stor betydning for måleresultatet. Eksempelvis vil det ved en klage på for lav stasjonær spenning i mars måned, ikke være tilstrekkelig at nettselskapet foretar målinger i juni, selv om dette tillates i henhold til total behandlingstid, da belastningen i nettet kan ha endret seg mye i løpet av dette tidsrommet.

Ved uenighet mellom nettselskap og nettkunder skal nettselskapet informere om at NVE er klageinstans for tvister vedrørende leveringskvalitet. Det er en egen bestemmelse om dette i forskriften.

4.3.3 Feilanalyse

Feilanalyse av en driftsforstyrrelse innebærer å kartlegge hvordan kraftsystemet oppførte seg under denne forstyrrelsen. En slik analyse skal avdekke årsak og konsekvenser ved gjennomgang av et hendelsesforløp. Dette kan gi grunnlag for å initiere tiltak som optimaliserer leveringskvaliteten i systemet. Resultater fra slike analyser vil kunne indikere om driftsforstyrrelsene ble håndtert riktig, eller om det bør ageres annerledes ved senere driftsforstyrrelser. En analyse vil også kunne fastslå hvem som er ansvarlig for feilen. En gjennomgang av driftsforstyrrelser, vil i tillegg gi nettselskapene bedre innsikt i og forståelse for hvordan egne anlegg oppfører seg.

Feiltype som ikke medfører store problemer/konsekvenser under én driftsforstyrrelse, kan likevel føre til større problemer/konsekvenser dersom den oppstår et annet sted i kraftsystemet. Dette gjelder spesielt feil i kontrollanlegg og vernsystemer. NVE har registrert at feil som oppstår i kontrollanlegg og vernsystemer, ikke alltid er like godt dokumentert av alle nettselskap.

Det er viktig at alle feil som oppstår under en driftsforstyrrelse, registreres i Fasit[11] eller SDI[12], som er standardiserte registreringssystemer for feil og avbrudd. Dette muliggjør sammenligninger av ulike anleggskonsesjonærer eller områdekonsesjonærer, eller sammenligning mot hele landet gjennom landsstatistikker. Ved å registrere alle feil og tiltak i Fasit, kan man følge med på trender og utvikling av nettet. Viser registreringen en stadig økning av feil, kan dette ses sammen med årsak og det kan finnes satsingsområder for hvor selskapet bør legge sine ressurser. Dersom selskapet ser en markant økning i feil som skyldes vegetasjon, kan det skyldes at trasérydding har vært nedprioritert i for stor grad.

Registreringene kan også brukes for å synliggjøre hvordan KILE-kostnader kan minimeres. For eksempel kan avbrudd hos sluttbruker bli både omfattende og langvarig som følge av feil i vern og kontrollutstyr. Dersom dette er et gjentakende problem, vil man kunne tallfeste innsparingspotensial ved å øke ressurser for nettopp vern og kontrollutstyr.

Forskrift om systemansvaret[13] inneholder krav til feilanalyse i både distribusjons-, regional- og sentralnettet. En fullstendig analyse av alle feil kan imidlertid være meget omfattende, spesielt for de laveste spenningsnivåene. NVE har derfor funnet det nødvendig å begrense omfanget av analysene og i større grad spesifisere hva det er forventet at disse skal avdekke. NVE er også av den oppfatning at detaljkrav til feilanalyse mer hensiktsmessig hjemles i ny forskrift om leveringskvalitet og at de overordnede rammene for dette beholdes som en del av forskrift om systemansvaret. Viktige momenter i denne forbindelse er at analysene er knyttet til leveringskvalitet, informasjon og kunnskap om denne, samt ansvarsforhold, herunder behandling av kundehenvendelser.

4.3.4 Registrering av leveringspålitelighet og spenningskvalitet

I forskrift om leveringskvalitet er det ikke foreslått konkrete grenseverdier for kortvarige og langvarige avbrudd, kortvarige over- og underspenninger, samt transiente overspenninger. Disse oppstår med tilfeldig hyppighet, hvor en kontinuerlig overvåking er påkrevd for å kunne detektere det faktiske nivået og endringer i dette over tid. Av hensyn til nettkundenes kostnader som følge av slike forhold, mener NVE det er nødvendig med en kontinuerlig overvåkning av de nevnte spenningskvalitetsparametere, med unntak av transiente overspenninger. Transiente overspenninger medfører mindre kostnader for nettkunder enn de andre nevnte parametere, samt at mange spenningstransformatorer ikke gir pålitelige måleverdier for tilstrekkelig høye frekvenser. NVE mener at en kontinuerlig overvåkning av omfanget av spenningssprang i høyspenningsnettet er nødvendig, da dette er en viktig årsak til at kundene er misfornøyd med leveringskvaliteten (ubehag som følge av blink i lyset).

NVE foreslår i ny forskrift at kortvarige avbrudd for egne sluttbrukere som følge av hendelser i høyspenningsnettet, skal registreres. NVE har ikke funnet det hensiktsmessig å foreslå tilsvarende krav for hendelser som oppstår i lavspenningsnettet. Dette har sammenheng med de vernløsninger som i dag finnes i lavspenningsnettet.

NVE foreslår at kortvarige over- og underspenninger og spenningssprang skal kartlegges kontinuerlig ved måling på ett eller flere punkter i høyspenningsnettet. Nettselskapet må selv vurdere hvor mange målepunkter som er nødvendige for å kunne estimere fremtidig nivå av kortvarige over- og underspenninger i leveringspunkt i høyspenningsnettet, jf forslag til krav om informasjon. Dette betyr at nettselskapet må ha kunnskap om hvordan disse parametrene forplanter seg i nettanlegget. Det

[11] FASIT – feil og avbruddsstatistikk i totalnettet (230V – 420 kV).
[12] SDI – Statnetts driftsfortyrrelses informasjonssystem
[13] Forskrift om systemansvaret trådte i kraft 17.5.2002, og er tilgjengelig via NVEs internettsider.

presiseres at kartleggingen er ment å gi en oversikt i eget nett, det kreves ikke en direkte måling i ethvert punkt i nettet.

NVE kan som en del av oppfølging av forskriften kreve dokumentasjon på hvilke målepunkter som er valgt og de vurderinger som er lagt til grunn for dette.

De foreslåtte bestemmelsene er viktig for å kunne ivareta plikt til informasjon om leveringspålitelighet og spenningskvalitet, jf kapittel 4.4.2.

Registrering/måling av leveringskvalitetsparametere er også viktig fordi det medfører økt kunnskap hos nettselskapet om status for leveringskvalitet i egne anlegg, og i hvor stor grad egne mål for leveringskvalitet oppfylles.

Kontinuerlig måling av leveringskvalitetsparametere kan også forebygge misnøye hos kunder som følge av redusert leveringskvalitet ved at spesielle forhold oppdages på et tidlig tidspunkt. Behandlingstiden hos nettselskap ved henvendelser fra kunder som er misfornøyd med leveringskvaliteten, kan reduseres, da eventuelle årsaker kan være lettere å detektere. Dette gjelder spesielt dersom de kontinuerlige målinger også kartlegger parametere som eksempelvis langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi, flimmerintensitet, spenningssprang, og overharmonisk forvrengning av spenningens kurveform. Det er ikke per i dag foreslått krav om kontinuerlig måling av disse parametrene. Dette er noe som bør vurderes av nettselskapene når målinger likevel skal utføres i nettet.

4.4 Informasjon om leveringspålitelighet og spenningskvalitet

Energilovforskriften § 5A-3 annet ledd pålegger den som leverer elektrisk energi, å informere tilknyttede aktører om hvilken leveringskvalitet som kan påregnes. Informasjon fra nettselskaper om kvaliteten på levert elektrisitet har vært mangelfull gjennom årene. Ofte har nettselskap kun informert om systemets nominelle verdier for spenning og frekvens ved spørsmål fra nettkunder om leveringskvalitet. Det har også vært en del blanding av begreper, hvor nettselskap har opplyst om leveringspåliteligheten i nettet, når kunden egentlig har ønsket informasjon om spenningskvaliteten.

NVE finner det nødvendig å konkretisere hva som minimum forventes at nettselskapet skal kunne informere sine nettkunder om og hva som skal kunne dokumenteres.

4.4.1 Vilkår i avtale for tilknytning og bruk av nettanlegg

Forskrift om kontroll av nettvirksomhet inneholder en bestemmelse som pålegger nettselskap å inngå en avtale med vilkår for tilknytning av bruk av nettet direkte med den enkelte nettkunde. For å øke både nettselskapets og den enkelte nettkundes bevissthet på leveringskvalitet som tilbys og som mottas, har NVE funnet det riktig å foreslå krav til at denne avtalen skal inneholde vilkår vedrørende leveringskvalitet.

Det presiseres at denne type avtaler ikke gir nettselskapene anledning til å avtale seg bort fra kravene i den nye forskriften, og må ikke forveksles med avtaler om fravikelighet i henhold til den foreslåtte § 1-3.

Nettselskapene kan benytte denne type avtaler til å inngå avtaler med sine nettkunder om nivå av forstyrrelser som kan genereres fra nettkundenes elektriske utstyr, slik at nettselskapet skal kunne ivareta krav til spenningskvalitet gitt i forskrift om leveringskvalitet.

4.4.2 Informasjon om tekniske forhold vedrørende leveringspålitelighet og spenningskvalitet

Nettkunder er vanligvis ikke oppdatert på den til enhver tid gjeldende regulering. Det er derfor viktig at nettselskapene informerer om aktuelle bestemmelser ved ulike henvendelser fra nettkunder der dette er naturlig. Ved henvendelser om leveringskvalitet er det viktig at nettselskapet informerer blant annet om forskrift om leveringskvalitet, at NVE er kontrollmyndighet for forskriften og at eventuelle uenigheter mellom nettselskap og den enkelte nettkunde, kan klages inn for NVE.

Informasjonen om de enkelte leveringskvalitetsparametere er av vesentlig betydning for både eksisterende og potensielle nettkunder. Viktige momenter som underbygger behov for tilgjengelig informasjon om leveringskvalitet i nettet, er:

- Mulighet for nettkunder til å drive og utvikle egne anlegg optimalt i forhold den faktiske leveringskvaliteten.
- Signaler til næringsvirksomhet om gunstig lokalisering.
- Viktig informasjon for NVE som en del av monopolkontrollen av nettselskapene.

Som eksempel trekkes frem at NVE har behandlet saker hvor næringskunder tilknyttet 230 V IT-nettet, har hatt havari av pumpemotorer på grunn av usymmetri som følge av fasebrudd i overliggende 132 kV spolejordet nett. Problemstillingen kunne vært løst ved bedre informasjon fra nettselskapet som forsyner denne kunden. Kunden kunne i så tilfelle installert aktuelle vern i egen installasjon og unngått havari.

Noen nettkunder har behov for mer detaljert kunnskap om nivået på de faktiske spenningskvalitetsparametere i eget leveringspunkt, enn hva de foreslåtte grenseverdier i forskriften gir. Dette er informasjon som nettselskap bør kunne skaffe på oppfordring. Behovet er forbeholdt noen få nettkunder og kostnadene med dette bør dermed ikke belastes nettselskapet økonomisk. NVE har derfor funnet det riktig å foreslå en bestemmelse som pålegger nettselskap på oppfordrning å skaffe til veie informasjon om spenningskvalitetsparametere som ikke dekkes av den vederlagsfrie informasjonsplikten. Nettselskapene kan kreve å få dekket sine kostnader for denne tjenesten.

4.4.3 Metode for måling og kalibrering samt dokumentasjon av utstyrets nøyaktighet

Ved måling av leveringspålitelighet og spenningskvalitet er det viktig med sammenlignbare resultater for den enkelte parameter, uavhengig av hvem som utfører målingen og hvilket instrument som benyttes. Forslag til krav til måleintervall for de enkelte spenningskvalitetsverdier er beskrevet og begrunnet i kapittel 4.2. NVE har funnet det nødvendig at målinger utføres i henhold standarder utgitt av International Electrotechnical Commission (IEC) eller European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC). Det er et bevisst valg ikke å angi nummer for de relevante standarder, da disse over tid vil endres.

Behov for kalibrering av instrumenter kan variere mellom ulike typer instrumenter. Kostbare instrumenter av høy kvalitet kan eksempelvis være bygget opp av dyrere kvalitetskomponenter med større nøyaktighet og mindre endringer/avdrift over tid. NVE mener dermed at kalibreringsintervall må ses opp mot de krav som den enkelte leverandøren stiller for å kunne garantere at den oppgitte målenøyaktighet er korrekt. Ved kalibrering av måleinstrumenter er det viktig at de enkelte måleparametere innehar måleteknisk sporbarhet, for at kalibreringen skal ha tilfredsstillende kvalitet. Måleutstyrets måletekniske sporbarhet er knyttet til felles øverste referansepunkt i måleverdikjeden for de ulike måleparametere. Muligheter for sporbarhet på de forskjellige størrelsene/parametrene som

skal måles, vil variere, men dette bør de ulike utstyrsleverandørene være opptatt av og skaffe til veie dokumentasjon.

Bruker av det aktuelle instrumentet skal kunne dokumentere og garantere at den oppgitte målenøyaktighet overholdes, for at målinger som er utført, skal kunne anses som godkjent i henhold til den foreslåtte forskrift om leveringskvalitet.

Ved målinger er det viktig å ta hensyn til nøyaktighet i måleutstyr som benyttes. Dette gjelder både for måletransformatorer, spenningsdelere, strømtenger, ledninger og selve instrumentet etc. NVE har funnet det riktig å foreslå at nettselskap må ta hensyn til måleutstyrets nøyaktighet når det dokumenterer hvorvidt grenseverdier for spenningskvalitet er overskredet. Dette beskrives med et kort eksempel. For et instrument med en nøyaktighet på ± 2 V som benyttes ved måling av langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi, vil det tillatte intervallet for ti minutters gjennomsnittsverdier være fra 209 V til 251 V, i stedet for fra 207 V til 253 V. Ved måleresultater som viser verdier under 209 V eller over 251 V, vil dette anses å være et brudd på den foreslåtte forskriften.

Ved måling i høyspenningsanlegg må det som regel benyttes måletransformatorer som allerede befinner seg i anleggene. Det bemerkes at enkelte slike måletransformatorer ofte har dårlig nøyaktighet ved andre frekvenser enn den normale nettfrekvensen (50 Hz). Kapasitive måletransformatorer må ikke benyttes til måling av overharmoniske spenninger, med mindre de er kontrollert/kalibrert for andre frekvenser enn 50 Hz slik at en har korreksjonsfaktorer for de ulike overharmoniske komponenter. Tilsvarende gjelder for transiente overspenninger.

Induktive måletransformatorer vil som oftest fungere med tilfredsstillende nøyaktighet med hensyn til måling av overharmoniske spenninger inntil en viss harmonisk orden (frekvens). Inntil hvilken frekvens de induktive måletransformatorene vil gi pålitelige resultater, vil avhenge av hvilket spenningsnivå de er tilknyttet.

5 Kommentarer til de enkelte bestemmelser

5.1 Forslagets kapittel 1 Innledende bestemmelser

Kapitlet omhandler forslag til formål og virkeområde for forskriften, en overordnet bestemmelse om fravikelighet, samt definisjoner.

Merknader til foreslåtte § 1-1 Formål:

Bestemmelsen angir formålet med forskriften, som er å sikre en tilfredsstillende leveringskvalitet i det norske kraftsystemet. Forskriften skal også medvirke til en samfunnsmessig rasjonell drift, utbygging og utvikling av kraftsystemet, under hensyntagen til allmenne og private interesser som blir berørt. Nettselskapenes plikt til å gi aktørene i kraftsystemet relevant og nødvendig informasjon anses som en del av begrepet leveringskvalitet, og er derfor ikke nevnt særskilt.

Merknader til foreslåtte § 1-2 Virkeområde:

Bestemmelsen fastslår hvem forskriften gjelder for. Forskriften gjelder for alle 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 uavhengig av hvilket spenningsnivå anlegget eller utstyret er tilknyttet på. Forskriften gjelder således for innehaver av anleggs- eller områdekonsesjon etter energiloven, den som eier eller driver lavspennings overføringsanlegg, systemansvarlig, produsenter av elektrisk energi og sluttbrukere. Krav vil også gjelde for mobilt tilknyttet utstyr, dersom dette er tilknyttet i det norske kraftsystemet. Sluttbrukere omfatter alle næringskunder, husholdningskunder, hyttekunder osv. Hvem de enkelte bestemmelsene retter seg mot, vil normalt sammenfalle med de som har inngått en tilknytningsavtale med eier, driver eller bruker av elektriske anlegg eller utstyr.

Merknader til foreslåtte § 1-3 Fravikelighet:

Bestemmelsen slår fast at det kan inngås private individuelle avtaler om leveringskvalitet som fraviker de krav som følger av de enkelte bestemmelsene i forslaget. Dette kan være avtaler som gir kunden rett til både bedre og dårligere leveringskvalitet enn det som følger av forskriften. Det er imidlertid en forutsetning at inngåelse av private avtaler ikke medfører at andre nettkunder, som ikke er part i en slik avtale, får en leveringskvalitet som er dårligere enn de minstekrav som fremgår av forskriften.

Bestemmelsen åpner ikke for at en områdekonsesjonær kan lage egne standardavtaler som fraviker kravene i forskriften, og tilby dette til alle kundene i nettet. Bestemmelsen er derfor å anse som en unntaksbestemmelse, som forutsettes brukt i tilfeller hvor det av spesielle grunner anses hensiktsmessig og ønskelig å inngå en avtale som fraviker bestemmelsene i forskriften.

I forbindelse med inngåelsen av slike individuelle avtaler, har nettselskapet en plikt til å redegjøre for konsekvensene av avtalen for nettkunden. Dette skal sikre at nettkunden forstår hva avtalen innebærer i forhold til bruken av nettet. Avtalen vil også være viktig i forhold til eventuell klagebehandling i NVE av forhold som ikke er regulert i avtalen. NVE vil bemerke at tvister om overholdelsen av private individuelle avtaler ikke kan klages inn til NVE. Bestemmelsen er ikke til hinder for at slike avtaler kan inngås mellom en nettkunde og en som opptrer på vegne av nettselskapet. Avtaleinngåelse mellom nettselskap og nettkunder reguleres for øvrig gjennom avtaleretten, samt gjennom gjeldende

krav til inngåelse av nettavtale mellom nettselskap og den enkelte nettkunde, jf kontrollforskriften § 13-6.

Merknader til foreslåtte § 1-4 Definisjoner:

Forslaget inneholder en rekke begreper av teknisk art, som det er nødvendig å gi en definisjon av. De tekniske definisjonene er i hovedsak sammenfallende med begrepenes innhold i Europanormen EN 50160 og andre relevante standarder og dokumenter på området. NVE anser det ikke hensiktsmessig å kommentere den enkelte definisjonen, men vil bemerke at definisjonen *nettselskap* omfatter flere aktører enn det som omfattes av NVEs øvrige forskrifter. Definisjonen omfatter også enheter som ikke tildeles inntektsramme tilknyttet de elektriske anleggene, for eksempel enheter som kun innehar overføringsanlegg som defineres som produksjonsrelaterte. Begrepet nettselskap benyttes også for selskap eller person(er) som eier eller driver anlegg for omforming, overføring eller fordeling av elektrisitet med nominell spenning fra og med 230 V til og med 1000 V, selv om de ikke innehar anleggs-, område- eller omsetningskonsesjon etter energiloven. Utenfor definisjonen faller enheter som utelukkende har anleggskonsesjon etter energiloven for bygging og drift av generatoranlegg.

Hvem som i henhold til forslagets bestemmelser er å anse som *nettkunde* og *nettselskap* i konkrete saker, vil i de aller fleste tilfeller være uproblematisk. NVE vil likevel bemerke at et nettselskap også kan være å anse som en nettkunde overfor tilknyttede nettselskap. Hvilke rettigheter og plikter som påhviler den enkelte enhet vil bli bestemt ut fra hvem som har ansvar for å rette forholdet. Den enhet som for eksempel klager på spenningsforstyrrelser som har forplantet seg over fra tilknyttet nettselskaps nett, vil i en tvist være å anse som *nettkunde*. Den eller de enhetene som mottar klagen på spenningsforstyrrelsen, vil i en slik situasjon være å anse som et *nettselskap*.

5.2 Forslagets kapittel 2 Generelle bestemmelser

Kapitlet omhandler forslag til overordnede ansvarsforhold vedr leveringspålitelighet og spenningskvalitet inklusive ansvar for utbedring, kundebehandling, feilanalyse og generell måling og registrering.

Merknader til foreslåtte § 2-1 Utbedring:

Som hovedregel skal den som helt eller delvis eier, bruker eller driver utstyr som reduserer leveringskvaliteten i nettet også ordne opp i forholdet.

I henhold til § 3-4. *Vilkår for konsesjon på elektriske anlegg* bokstav a) *Drift og vedlikehold*, i Energilovforskriften, plikter alle konsesjonærene til enhver tid å holde anlegget i tilfredsstillende driftssikker stand, herunder sørge for vedlikehold og modernisering som sikrer en tilfredsstillende leveringskvalitet. Dette innebærer at alle nettkunder normalt skal ha en kontinuerlig levering av elektrisitet med en tilfredsstillende leveringskvalitet. Den ovennevnte bestemmelse ligger til grunn for de foreslåtte bestemmelsene i §§ 2-1 første ledd og 3-1 første ledd.

§ 2-1 første ledd gir en generell plikt til å utbedre, uten ugrunnet opphold, forhold som medfører kapasitetsbegrensninger, avbrudd eller at de foreslåtte bestemmelsene ikke kan overholdes. Feil eller andre mangler ved eget anlegg eller utstyr omfatter typisk teknisk svikt i anleggsdeler og skader på grunn av påvirkning utenfra. Feil eller andre mangler ved eget anlegg eller utstyr kan også skyldes at elektriske anleggskomponenter er justert eller innstilt slik at de ikke virker som forutsatt, eller at de har en så dårlig kvalitet eller er av en slik karakter at de forringer leveringskvaliteten på en måte som gjør at de foreslåtte minstekrav ikke kan overholdes. Begrepene feil eller andre mangler ved eget anlegg eller utstyr er derfor ment å omfatte alle forhold som medfører avbrudd, kapasitetsbegrensninger eller at det genereres spenningsforstyrrelser ut over de grenser som forslaget inneholder.

Første ledd fastslår videre at forhold som omfattes, skal utbedres og rettes uten ugrunnet opphold. Det er ikke hensiktsmessig å angi en nærmere tidsramme for feilretting, men formuleringen innebærer at enhetene som har ansvaret for å utbedre forholdet, må gjøre betydelige anstrengelser. NVE forutsetter at all feilretting foretas innenfor gjeldende regelverk og retningslinjer knyttet til sikkerhetsmessige aspekter for personell osv. Det vil ikke være i tråd med bestemmelsen å utsette feilretting fordi KILE-kostnaden for avbruddet er lavere enn reparasjonskostnadene. At forholdet skal utbedres uten ugrunnet opphold, innebærer derfor at økonomiske forhold ikke alene er bestemmende for hvor raskt forholdet utbedres. Dersom et nettselskap ikke har tilstrekkelig mannskap for å utbedre flere feil som oppstår samtidig, kan det i gitte situasjoner være nødvendig å benytte ekstern hjelp.

Første ledd presiserer også at de enhetene som eier, driver eller bruker elektriske anlegg eller utstyr som omfattes av forslaget, selv skal bekoste feilretting i egne anlegg. Bestemmelsen gjør ingen innskrenkninger i eventuelle avtaler som fordeler kostnader forbundet med utbedring av slike forhold mellom ulike parter.

Første ledd annet punktum fastsetter også en plikt til å treffe midlertidige tiltak inntil forholdet er brakt i orden. Dette kan for eksempel være å koble feilbefengt anlegg og utstyr fra nettet. Enhetene som omfattes av forskriften, skal derfor så langt som mulig avhjelpe feilen ved midlertidige tiltak dersom feilen kan ha betydning for andre som er tilknyttet nettet.

Forslaget § 2-1 annet ledd pålegger nettkundene å informere nettselskapet de er tilknyttet om feil eller hendelser i eget anlegg eller utstyr, når det er sannsynlig at tilknyttet nettselskap kan få problemer med å overholde bestemmelser i denne forskriften. I praksis vil kravet ha størst betydning for større næringskunder som har forutsetninger for å avdekke slike forhold. Bestemmelsen skal sikre at nettselskap eller nettkunder kan treffe eventuelle midlertidige tiltak.

Forslaget § 2-1 tredje ledd innebærer at det enkelte nettselskap gjennom driften av egne anlegg skal medvirke til å minimere konsekvensene for egne eller andres tilknyttede kunder når det oppstår kapasitetsbegrensninger, avbrudd eller andre forhold som innebærer at bestemmelsene i forslaget ikke kan overholdes. Som eksempel nevnes et tilfelle der et regionalnettsselskap forsyner et distribusjonsnettsselskap over to forsyningslinjer. Dersom den ene av regionalnettslinjene faller ut, plikter den som driver distribusjonsnettet å koble om for om mulig å motta full forsyning via regionalnettets andre forsyningslinje. Dette selv om regionalnettseier vil være ansvarlig konsesjonær med hensyn til KILE kostnader, og distribusjonsnetteier dermed ikke har egne økonomiske incentiver i forhold til dette.

Forslaget § 2-1 fjerde ledd fastsetter hva nettselskapene skal prioritere ved gjenoppretting av full forsyning i forbindelse med kapasitetsinnskrenkninger eller langvarige avbrudd. Prioriteringen er delvis sammenfallende med prioriteringen etter § 9 i rasjoneringsforskriften, og nettselskapene som omfattes av denne, skal derfor ha oversikt over de aktuelle forholdene. For andre nettselskaper enn de som omfattes av § 9 i rasjoneringsforskriften, og som omfattes av forslaget, vil dette normalt ikke være problematisk. Slike enheter er normalt så små at forholdene langt på vei vil være oversiktlige.

Forslaget § 2-1 femte ledd etablerer en plikt for nettselskap til å informere om planlagte arbeider i eget eller andres nett, som medfører avbrudd eller kapasitetsbegrensninger for egne nettkunder. Plikten til å informere gjelder overfor alle egne nettkunder som blir berørt. Dette skal forstås slik at for eksempel det nettselskapet som planlegger arbeider, må informere nettselskap i underliggende nett, som på sin side er forpliktet til å informere egne nettkunder som blir berørt. Mangel på hensiktsmessig varsling vil ha betydning i forhold til KILE-ordningen, ved at avbrudd som ikke kan anses hensiktsmessig varslet, blir å anse som et ikke-varslet avbrudd.

Bestemmelsen stiller ikke krav til at informasjonen skal gis på bestemte måter, men sier at den skal gis på hensiktsmessig måte. Det enkelte nettselskap har derfor selv ansvaret for å finne frem til hvordan

informasjonen skal gis. Det anses tilstrekkelig at større arbeider som berører et nettområde, kunngjøres for eksempel i en eller flere aviser som er alminnelig lest på stedet. Ved arbeider som berører et fåtall kunder, kan det for eksempel være hensiktsmessig å informere per brev eller direkte kontakt per telefon.

Informasjonen i henhold til første punktum skal inneholde tidspunkt for arbeidets begynnelse, og seneste tidspunkt for ferdigstillelse. Informasjonen skal gis i rimelig tid før arbeidet påbegynnes, slik at berørte nettkunder kan treffe nødvendige disposisjoner for å redusere konsekvensene av avbruddet eller kapasitetsbegrensningen.

Merknader til foreslåtte § 2-2 Nettselskapenes saksbehandling ved mangler ved leveringskvaliteten:

Bestemmelsene i forslaget § 2-2 gir saksbehandlingsregler i forbindelse med at et nettselskap mottar henvendelser vedrørende leveringskvalitet fra nettkunder. Bestemmelsen skal sikre en tilfredsstillende behandling av henvendelser om leveringskvalitet, og spesielt de som gjelder misnøye ved leveringskvaliteten.

Forslaget til § 2-2 første ledd fastsetter at henvendelser om leveringskvalitet fra nettkunder skal skje til det nettselskapet kunden er tilknyttet. Det nettselskapet der kunden er tilknyttet kan derfor ikke henvise kunden til andre nettselskaper, selv årsak til problemene har sin opprinnelse i andres nettanlegg. Annet punktum viser til at åpenbare mangler ved leveringskvaliteten skal utbedres i tråd med reglene i § 2-1.

Forslaget til annet ledd bestemmer at det er nettselskapet som skal foreta nødvendige målinger og utredninger, der årsaken til den mangelfulle leveringskvaliteten ikke er åpenbar. Dette innebærer også at nettselskapet har en plikt til å foreta målinger og utredninger for å avdekke om det foreligger en mangelfull leveringskvalitet. Nettselskapet kan i slike tilfeller kreve skriftlig begrunnelse med angivelse av forhold av betydning, for å forenkle arbeidet med å avdekke eventuelle feil. Nettselskapene kan ikke kreve at nettkunden utfører egne målinger eller beregninger for å underbygge sin henvendelse. Skriftlig begrunnelse fra nettkunden omfatter kun å gi en nærmere angivelse av symptomer som følge av mangelfull leveringskvalitet. Skriftlighet omfatter også bruk av skriftlig elektronisk kommunikasjon, for eksempel e-post eller telefaks.

Et foreløpig svar i henhold til tredje ledd skal blant annet inneholde en bekreftelse til kunden om at saken er mottatt, en orientering om den videre saksbehandlingen, og en foreløpig fremdriftsplan. Så langt som mulig skal nettselskapet innen denne fristen også gjøre vurderinger med hensyn til hva som kan være årsak, og angi dette.

Utførte målinger i henhold til tredje ledd annet punktum vil sikre så pålitelige resultater som mulig. Det er foreslått en måleperiode på minst én uke, og at målingene skal utføres ved tilsvarende forhold som ved det innklagde forholdet. Eksempelvis vil det ved en klage på for lav stasjonær spenning i mars måned, ikke være tilstrekkelig at nettselskapet foretar målinger i juni, selv om dette tillates i henhold til total behandlingstid, da belastningen i nettet kan være meget endret i løpet av dette tidsrommet.

Saken skal i henhold til fjerde ledd være avsluttet innen fire måneder, hvor konklusjon skal baseres på relevante utredninger og praktiske målinger. Nettselskapenes totale frist på fire måneder er for øvrig sammenfallende med de krav som stilles til regulatorenes klagebehandling i artikkel 23 nr 5 i EU direktiv 2003/54/EU. 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 forskrift. Dette skal sikre at saken bringes videre, inntil forholdet er avdekket og eventuelt utbedret.

Forslaget § 2-2 femte ledd bestemmer at nettselskapene ikke kan kreve særskilt vederlag i forbindelse med klagebehandling. NVE anser det som naturlig at klagebehandling finansieres gjennom de ordinære tariffene innenfor inntektsrammereguleringen. Selskap uten inntektsramme må dekke disse kostnadene som ordinære driftskostnader.

Merknader til foreslåtte § 2-3 Informasjon om klageadgang

Forslaget til § 2-3 bestemmer at nettselskapet har en plikt til å informere nettkundene om at uenighet om overholdelse av denne forskrift kan klages inn til NVE, som er kontrollmyndighet etter § 5-1. NVE kan etter bestemmelsen i § 5-2 gi de pålegg som er nødvendige for gjennomføring av forskriften.

Merknader til foreslåtte § 2-4 Feilanalyse:

Bestemmelsene presiserer innholdet i nettselskapenes plikt til å gjennomføre feilanalyser i henhold til forskrift om systemansvaret. Annet ledd begrenser plikten til feilanalyse i distribusjonsnett, til å omfatte feil i nettanlegg med høyspenning og som medfører langvarige avbrudd. Nettselskapet har derfor ingen plikt til å gjennomføre en detaljert feilanalyse i forbindelse med kortvarige avbrudd eller spenningsforstyrrelser som skyldes feil i høyspenningsdistribusjonsnett. Nettselskapene har heller ingen plikt til å foreta feilanalyse i forbindelse med driftsforstyrrelser som oppstår som følge av feil i lavspenningsanlegg, det være seg kortvarige eller langvarige avbrudd, eller spenningsforstyrrelser.

De nettselskap som omfattes av bestemmelsene, benytter allerede FASIT (feil og avbruddsstatistikk i totalsystemet) som registreringssystem, med unntak av Statnett som benytter SDI (Statnetts driftsforstyrrelses informasjonssystem). Det er ikke nødvendig med oppgradering av FASIT eller SDI for å oppfylle de foreslåtte kravene.

Merknader til foreslåtte § 2-5 Registrering av leveringspålitelighet og spenningskvalitet:

Bestemmelsene i forslaget § 2-5 stiller krav til registrering og måling av leveringspålitelighet og spenningskvalitet, som minimum skal lagres i fem år. Disse kravene må ses i sammenheng med nettselskapenes plikt til å gi informasjon til sine nettkunder.

Første ledd bestemmer at nettselskap som har område- eller anleggskonsesjon, skal registrere kortvarige avbrudd for nettkunder tilknyttet egne nettanlegg, som følge av feil i høyspenningsnettet.

Annet og tredje ledd innebærer at nettselskap som har område- eller anleggskonsesjon, skal etablere et eller flere målepunkter på strategisk viktige steder i nettet. Målingene i henhold til annet og tredje ledd skal som et minimum registrere kortvarige over- og underspenninger og spenningssprang. Andre leveringskvalitetsparametere bør også registreres når det likevel er plassert ut måleinstrumenter.

5.3 Forslagets kapittel 3 Krav til leveringspålitelighet og spenningskvalitet

Kapitlet omhandler forslag til bestemmelser om leveringspålitelighet, spenningens frekvens, effektivverdi og kurveform, hvorav det fremgår forslag til konkrete grenseverdier for spenningens frekvens og for enkelte parametere for spenningens effektivverdi og kurveform.

Merknader til foreslåtte § 3-1 Leveringspålitelighet i leveringspunkt mot sluttbrukere:

Første ledd slår fast at nettselskap kan koble ut nettkunder for å gjennomføre nødvendige arbeider som nevnt i bestemmelsen. Det følger av energiloven § 3-3 at områdekonsesjonærene har plikt til å levere elektrisk energi til abonnentene innenfor det geografiske området konsesjonen gjelder for, og foreslåtte § 3-1 første ledd er en presisering av at utkobling av nettkunder i disse tilfellene ikke er å anse som et brudd på leveringsplikten. Bestemmelsen må ses i sammenheng med forslaget til § 2-1, som blant annet sier at gjenoppretting av forsyningen skal skje uten ugrunnet opphold. § 3-1 første

ledd gir ikke videre tidsrammer for retting av feil enn det som følger av § 2-1. Bestemmelsen må også ses i sammenheng med forslaget til § 2-1 femte ledd, som pålegger nettselskap å varsle planlagte arbeider som medfører kapasitetsbegrensninger eller avbrudd.

Annet ledd inneholder en bestemmelse som gir NVE myndighet til å gi aktørene pålegg om å gjennomføre tiltak for å redusere antall kortvarige og langvarige avbrudd. En forutsetning for at bestemmelsen skal komme til anvendelse er at nettkundene eller nettselskap kan dokumentere og påvise at et tiltak er samfunnsmessig rasjonelt. Utredningskostnader skal bekostes av initiativtager. Bestemmelsen gir ikke NVE en plikt til å foreta slike utredninger, men bestemmelsen vil gi NVE en mulighet til på eget initiativ å kunne foreta dette. NVE kan etter eget initiativ igangsette utredninger, eksempelvis ved å pålegge nettselskap dette, og deretter gi aktuelle pålegg for gjennomføring.

Bestemmelsens rekkevidde ligger innenfor det NVE kan gi pålegg om i henhold til energilovforskriften § 3-4 bokstav a), som sier at konsesjonæren til enhver tid plikter å holde anlegget i tilfredsstillende driftssikker stand, herunder sørge for vedlikehold og modernisering som sikrer en tilfredsstillende leveringskvalitet. Bestemmelsen gjelder også for nettselskaper eller nettkunder som ikke har konsesjon, men kun innenfor samme omfang som for de som er underlagt § 3-4 bokstav a).

Bestemmelsen vil først og fremst ha betydning for næringskunder og nettselskaper, og er ment som en sikkerhetsventil i de tilfellene varigheten og hyppigheten av kortvarige og langvarige avbrudd innebærer vesentlige konsekvenser for tilknyttede nettkunder og nettselskap.

Merknader til foreslåtte § 3-2 Spenningens frekvens:

Bestemmelsens første punktum pålegger systemansvarlig å overholde de grenseverdier for spenningens frekvens- og tidsavvik som er fastsatt i den nordiske systemdriftsavtalen. Forslaget gir således NVE mulighet til å gi pålegg overfor systemansvarlig, dersom frekvensreguleringen ikke er i tråd med avtalen mellom de systemansvarlige i det nordiske området.

Annet punktum gir grenseverdier for frekvensregulering i nett som ligger i separatdrift.

Merknader til foreslåtte § 3-3 effektivverdi i leveringspunkt:

Bestemmelsene omhandler spenningens effektivverdi i leveringspunkt. Leveringspunkt er i henhold til definisjonen i § 1-4 et definert grensesnitt mellom nettselskap og nettkunde, der elektrisitet utveksles.

Første ledd fastsetter grenseverdier med hensyn til langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi i leveringspunkt for anlegg med nominell spenning 230 V IT, 230/400 V TN eller 690 V IT. Nettselskapene skal som minimum påse at langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi holdes innenfor et intervall på ± 10 % av nominell spenning, målt som gjennomsnitt over ti minutter. Gjennomsnittet over en uke skal som minimum ligge innefor et intervall på ± 6 %.

Annet ledd er utformet på samme måte som forslaget til § 3-1 annet ledd, men gjelder tiltak for å redusere antall kortvarige over- og underspenninger i leveringspunkt. Det vises for øvrig til kommentarene til § 3-1 annet ledd.

Forslaget § 3-3 tredje ledd fastsetter grenseverdier for spenningssprang i leveringspunkt. Det gjelder ulike grenseverdier for ulike spenningsnivåer. Grenseverdiene i tabellen er å anse som minimumskrav, og spenningssprang skal derfor ikke overstige de fastsatte verdiene.

Fjerde ledd setter krav til korttidsintensitet av flimmer i leveringspunkt. Det gjelder ulike grenseverdier for ulike spenningsnivåer. Grenseverdiene i tabellen er å anse som minimumskrav, og korttidsintensitet av flimmer skal derfor ikke overstige de fastsatte verdiene.

Femte ledd setter krav til usymmetri mellom de tre fasespenninger i leveringspunkt. Det gjelder ulike grenseverdier for ulike spenningsnivåer. Grenseverdiene i tabellen er å anse som minimumskrav, og usymmetri mellom de tre fasespenninger skal derfor ikke overstige de fastsatte verdiene.

På hvilken måte ulike parametere skal måles, fremgår av definisjonene i forslaget § 1-4, og i tråd med forslaget § 4-3.

Merknader til foreslåtte § 3-4 Spenningens kurveform i leveringspunkt:

Bestemmelsene omhandler spenningens kurveform i leveringspunkt. Leveringspunkt er i henhold til definisjonen i § 1-4 et definert grensesnitt mellom nettselskap og nettkunde, der elektrisitet utveksles.

Bestemmelsen stiller krav til total harmonisk forvrengning av spenningens kurveform og individuelle overharmoniske spenninger. Det gjelder ulike grenseverdier for ulike spenningsnivåer. Grenseverdiene i tabellen er å anse som minimumskrav, og nettselskapene skal påse at de fastsatte verdiene ikke overstiges.

Forslaget § 3-4 syvende ledd er utformet på samme måte som forslaget § 3-1 annet ledd, men gjelder tiltak for å redusere forekomsten av transiente overspenninger i leveringspunkt. Det vises for øvrig til kommentarene til § 3-1 annet ledd.

5.4 Forslagets kapittel 4 Informasjon om leveringspålitelighet og spenningskvalitet

Kapitlet omhandler forslag til informasjon om leveringspålitelighet og spenningskvalitet.

Merknader til foreslåtte § 4-1 Vilkår i avtale for tilknytning og bruk av kraftnettet:

Bestemmelsen stiller krav til at de nettavtaler som inngås mellom nettselskap og nettkunder iht § 13-6 i kontrollforskriften, jf kapittel 6.3, skal inneholde vilkår om leveringskvalitet. Det anses tilstrekkelig at det i slike avtaler henvises til offentligrettslig regulering på området, dersom det ikke inngås særskilte private avtaler i henhold til forslagets § 1-3. Hvorvidt nettavtaler inneholder ytterligere regulering av for eksempel grenseverdier for den enkelte nettkundens rett til å ”forurense” elektrisitetsforsyningen, vil være frivillig. Avtaleinngåelse mellom nettselskap og nettkunder reguleres for øvrig gjennom avtaleretten.

Merknader til foreslåtte § 4-2 Informasjon om tekniske forhold vedr leveringspålitelighet og spenningskvalitet:

Bestemmelsene i foreslåtte § 4-2 gjelder informasjon om leveringspålitelighet og spenningskvalitet. Bestemmelsene kan anses som en presisering av den plikt, som enhver som leverer elektrisk energi, har til å informere tilknyttede aktører om hvilken leveringskvalitet som kan påregnes, jf energilovforskriften § 5A-3 annet ledd.

Første ledd pålegger nettselskapene ved henvendelser fra nettkunder om leveringspålitelighet og spenningskvalitet, å informere om gjeldende regulering. Det anses tilstrekkelig å informere om at forskriften finnes, hvor det er mulig å få tak i den og aktuelle bestemmelser i andre forskrifter.

Annet ledd gir eksisterende og potensielle nettkunder en rett til å få nærmere informasjon om leveringspålitelighet og spenningskvalitet som kan forventes i leveringspunktet. Dette innebærer at nettselskapene skal ha tilgjengelig informasjon om forholdene som er nevnt i bokstavene a) til h). Estimering av ulike verdier skal gjøres ut fra målte og eller beregnede data, og andre relevante forhold i nettet. Nettselskapene kan ikke kreve særskilt vederlag for informasjon som gis etter annet ledd.

Fjerde ledd bestemmer at nettselskapene har en plikt til å fremskaffe informasjon om spenningskvaliteten i nettet til eksisterende eller potensielle nettkunder.

Femte ledd bestemmer at nettselskap kan kreve å få dekket sine kostnader for å utføre plikter i henhold til fjerde ledd som er lik nødvendige kostnader tilknyttet målingen, inklusive timeverk for personell og utstyr.

Merknader til foreslåtte § 4-3 Metode for måling og kalibrering samt dokumentasjon av utstyrets nøyaktighet:

De foreslåtte bestemmelsene i § 4-3 skal sikre at nettselskapene foretar målinger i henhold til standardiserte metoder. Dette for å sikre tilfredsstillende kvalitet på måleresultater. I henhold til annet ledd pålegges nettselskapene å kalibrere måleutstyr, samt å oppgi måleteknisk sporbarhet. Måleteknisk sporbarhet er definert i forslaget til § 1-4. Etter tredje ledd plikter nettselskapet å oppgi måleutstyrets totale nøyaktighet og begrensninger i forbindelse med dokumentasjon av målinger, herunder nøyaktighet for instrument, måletransformatorer, spenningsdelere, strømtenger med videre.

5.5 Forslagets kapittel 5 Øvrige bestemmelser

Kapitlet omhandler forslag til øvrige bestemmelser, inklusive tilsyn og kontroll, pålegg og tvangsmulkt, dispensasjon samt ikrafttreden og overgangsbestemmelser.

Merknader til foreslåtte § 5-1 Tilsyn og kontroll:

Bestemmelsen fastslår at NVE er tilsyns- og kontrollmyndighet. Den pålegger de som omfattes av forskriften å medvirke til gjennomføringen av tilsyn og kontroll, gjennom blant annet å fremskaffe nødvendige opplysninger og informasjon.

NVE vil for eksempel be om å få oversendt informasjon fra målinger og registreringer fra ulike nettselskaper som en del av oppfølgingen av den foreslåtte forskriften.

Merknader til foreslåtte § 5-2 Pålegg og tvangsmulkt:

Bestemmelsene i første og annet ledd fastslår at NVE kan gi de pålegg som er nødvendig for gjennomføringen av forskriften og ilegge tvangsmulkt for overtredelse av pålegg. Dette følger for øvrig av energiloven og energilovforskriften, men inntas av hensyn til informasjon overfor de som omfattes av forskriften. At NVE er tilsyns- og kontrollmyndighet innebærer at aktørene kan klage eventuelle overtredelser av forskriften inn for NVE. Behandlingen av slike saker følger for øvrig forvaltningslovens regler.

Merknader til foreslåtte § 5-3 Dispensasjon:

Bestemmelsen fastsetter at NVE kan dispensere fra forskriften. Et vilkår for å kunne gi en dispensasjon, er at det foreligger særlig grunn. Bestemmelsen er å anse som en sikkerhetsventil, og vil bli brukt restriktivt.

Merknader til foreslåtte § 5-4 Ikrafttreden og overgangsbestemmelser:

NVE tar sikte på at forskriften skal tre i kraft fra 1. januar 2005.

Etter forslaget til § 5-4 annet ledd skal § 4-2 fjerde ledd boksavene e) og f) tre i kraft fra 1. januar 2007. Bakgrunnen for dette er at nettselskapene skal få nødvendig tid til å foreta nødvendige målinger før kravet til informasjon om estimerte antall kortvarige avbrudd og estimerte verdier for kortvarige over- og underspenninger, trer i kraft.

6 Avgrensning mot andre forskrifter forvaltet av NVE

Flere av de allerede eksisterende forskriftene som er gitt med hjemmel i energiloven, inneholder bestemmelser som berører problemstillinger tilknyttet leveringskvalitet. Den foreslåtte forskriften om leveringskvalitet i kraftsystemet (FOL) er tilpasset disse forskriftene. Dette kapitlet gir en kort oppsummering av hvordan leveringskvalitet er regulert i andre forskrifter som NVE forvalter, og hvordan den nye forskriften er tilpasset disse.

6.1 Lov om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energiloven)

Energiloven § 3-3 (*Leveringsplikt*) lyder:

"*Den som gis områdekonsesjon etter § 3-2 skal levere elektrisk energi til abonnentene innenfor det geografiske området konsesjonen gjelder for.*

Departementet kan dispensere fra leveringsplikten når særlige grunner tilsier det."

Hva som inngår i leveringsplikten med hensyn til kvalitet er ikke nærmere definert i energiloven. Bestemmelsene i den nye forskriften om leveringskvalitet er en nærmere definering av hva som må være oppfylt for at leveringsplikten skal anses å være oppfylt.

6.2 Forskrift om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energilovforskriften)

Energilovforskriften § 3-4 *Vilkår for konsesjon for elektriske anlegg* bokstav a) *Drift og vedlikehold* lyder:

"*Konsesjonæren plikter til enhver tid å holde anlegget i tilfredsstillende driftssikker stand, herunder sørge for vedlikehold og modernisering som sikrer en tilfredsstillende leveringskvalitet.*"

Hva som er tilfredsstillende leveringskvalitet har til nå ikke vært definert, men presiseres i forslag til ny forskrift om leveringskvalitet.

Energilovforskriften § 5A-3 *Leveringskvalitet*, første ledd lyder:

"*Det kan settes krav til leveringskvalitet overfor aktørene i kraftsystemet. Krav til leveringskvaliteten kan blant annet være minimumskrav for hva som er å anse som tilfredsstillende leveringskvalitet.*"

Denne bestemmelsen er viktig med hensyn til å kunne stille krav til både nettselskaper og nettkunder, herunder også produsenter, samt systemansvarlig med flere. Den nye forskriften klargjør ansvarsforholdene mellom de ulike aktørene og inneholder konkrete bestemmelser om leveringspålitelighet, spenningskvalitet og tilhørende informasjon..

Energilovforskriften § 5A-3 *Leveringskvalitet*, annet ledd lyder:

”*Den som leverer elektrisk energi plikter å informere tilknyttede aktører om hvilken leveringskvalitet som kan påregnes. Det kan inngås private avtaler om en annen leveringskvalitet.*”

Første punkt i dette ledd pålegger nettselskap en informasjonsplikt om leveringskvalitet overfor sine nettkunder. I den nye forskriften er det spesifisert hva det som minimum forventes at nettselskapene informerer om.

Annet punkt i dette ledd åpner for at kravene i forskrift om leveringskvalitet kan fravikes dersom det inngås en privat avtale med en kunde om en annen leveringskvalitet. En slik avtale skal være frivillig for både nettselskap og nettkunde. Denne bestemmelsen er plassert som § 1-3 i forskrift om leveringskvalitet og gir en presisering av energilovforskriften § 5A-3 med hensyn til private avtaler.

En privat avtale om en annen leveringskvalitet enn det kunden har krav på gjennom forskriftens bestemmelser, medfører ikke at nettselskapet kan fravike de gjeldende bestemmelser i energilovforskriften og forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariffer. En differensiering av tariffer eller anleggsbidrag for å ta hensyn til at kunden har inngått en avtale om en økt eller redusert leveringskvalitet utover bestemmelsene i forskrift om leveringskvalitet, må gjøres innenfor de rammer som er fastsatt gjennom regelverket for tariffer.

6.3 Forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariffer (kontrollforskriften)

Rapportering i henhold til kapittel 6 *Avbruddsrapportering* i kontrollforskriften benyttes i dag blant annet til statistikkformål og som underlag for beregning av KILE kostnader for det enkelte selskap. Sammen med kapittel 9 *Kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke levert energi*, har disse bestemmelsene direkte konsekvens for det enkelte selskaps inntektsmuligheter knyttet mot selskapets leveringskvalitet. I kapittel 6 og 9 er leveringskvalitet utelukkende knyttet mot langvarige avbrudd, det vil si avbrudd med en varighet lengre enn 3 minutter. Ulike KILE-satser benyttes for ulike kundegrupper, basert på spørreundersøkelser, jf. kapittel 1.2.1, og er differensiert på henholdsvis varslede og ikke varslede avbrudd for hver kundegruppe. Ikke levert energi (ILE) beregnes etter bestemte regler, og KILE-beløp i det enkelte tilfellet beregnes som den respektive KILE-sats multiplisert med ILE for det aktuelle tidsrommet.

For hvert selskap beregnes et forventet årlig KILE-beløp basert på gitte forutsetninger og kriterier. Dersom et selskap oppnår et lavere faktisk KILE-beløp for et gitt år enn hva forventningsverdien er, vil selskapet kunne oppnå differansen som fortjeneste. Dersom det faktiske KILE-beløpet for et selskap skulle bli høyere enn forventningsverdien, vil selskapets inntektsramme bli redusert tilsvarende differansen. Reduksjoner og økninger i inntektsrammene vil ha innvirkning på de tariffer som nettkundene må betale over tid.

Den nevnte KILE-ordningen er under evaluering som et eget prosjekt hos NVE. NVE vil blant annet vurdere mulige utvidelser av KILE-ordningen til å omfatte andre sider av leveringskvaliteten og å se på forbedringspotensialer i forhold til det som reguleres i dag gjennom ordningen. Eventuelle utvidelser eller endringer vil kunne medføre tilsvarende tilpasninger i forskrift om leveringskvalitet. Eventuelle endringer i KILE-ordningen tas sikte på å implementeres i forskrifter i forbindelse med inngang til ny reguleringsperiode fra 2007.

Kontrollforskriften § 13-6 *Nettavtale* lyder:

”*Avtaler med vilkår for tilknytning og bruk av nettet skal inngås direkte mellom nettselskapene og hver enkelt kunde.*”

Dette er en viktig bestemmelse for både nettselskap og nettkunder, blant annet for å kunne oppfylle de krav som ligger i FOL. Nettselskap kan gjennom nettavtalen blant annet gi grenseverdier for nettkundenes påvirkning på spenningskvaliteten for at det totale nivået for denne i egne nettanlegg skal tilfredsstille bestemmelsene i FOL.

Kontrollforskriften § 15-1 *Om utkoblbar overføring* lyder:

"*Nettselskapene skal tilby utkoblbar overføring til redusert tariff når:*

a) kapasitetsforholdene i nettet er slik at det foreligger særlig høy risiko for utkobling av en kunde eller en kundegruppe, eller

b) kunden har elkjeler med driftsklar brenselsfyrt reserve.

Med sikte på å utnytte nettet optimalt kan utkoblbar overføring tilbys til annet uttak som har redusert krav til leveringssikkerhet."

Dersom kapasitetsforholdene i nettet er slik at det foreligger særlig høy risiko for utkobling (dårlig leveringspålitelighet) av en kunde eller en kundegruppe, stiller denne bestemmelsen krav til at nettselskapet skal tilby nettkunden avtale om utkoblbar overføring til redusert tariff.

Kontrollforskriften sier videre at tariffene kan differensieres basert på objektive og kontrollerbare kriterier. Forskjeller i leveringskvalitet kan relateres til forhold i nettet og anses således som et objektivt kriterium for differensiering som er innenfor denne bestemmelsen. Ved differensiering av tariffen for å ta hensyn til ulik leveringskvalitet, må det tas hensyn til forskriftens krav til ikke-diskriminering. Forskriften sier at nettselskapet plikter å tilby alle som etterspør nettjenester ikke-diskriminerende og objektive punkttariffer og vilkår. Tilbys en redusert eller økt tariff til en kunde som inngår avtale om en redusert eller økt leveringskvalitet utover hva forskrift om leveringskvalitet krever, må nettselskapet tilby tilsvarende vilkår til andre kunder med tilsvarende forhold/leveringskvalitet. Dette er spesielt viktig med hensyn til eventuelle avtaler om fravikelighet.

Det bemerkes at en avtale om fravikelighet vil gjelde for bruk av nettet og ikke for tilknytning. Dersom en slik avtale er inngått mellom et nettselskap og en gitt nettkunde, og denne nettkunden flytter, kan en ny beboer som da tar i bruk det samme anlegget nekte å godta en avtale om fravikelighet. I hvilken grad det er nettselskapet som skal bekoste eventuell oppgradering for å tilfredsstille de foreslåtte bestemmelsene i ny forskrift, eller om det er mulighet for å innkreve anleggsbidrag, må avklares i det enkelte tilfellet.

6.4 Forskrift om systemansvaret i kraftsystemet (FOS)

I henhold til FOS § 4 bokstav e) skal systemansvarlig samordne og følge opp konsesjonærer og sluttbrukere sine disposisjoner med sikte på å oppnå tilfredsstillende leveringskvalitet og en effektiv utnyttelse av kraftsystemet.

FOS definerer selv ingen konkrete krav til leveringskvalitet med unntak av frekvens- og tidsavvik. Systemansvarlig har under utarbeidelse en egen veileder for teknisk dimensjonering av anlegg tilknyttet regional- og sentralnettet (VtA), som blant annet omhandler krav til leveringskvalitet i de nevnte nettområder. Denne veilederen må tilpasses de nye kravene som kommer i FOL.

Systemansvarlig håndterer spesielle behov til anleggenes funksjon gjennom egne enkeltvedtak.

FOS § 10 Frekvensregulering lyder:

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

FOS § 12 *Anstrengte driftssituasjoner og driftsforstyrrelser* tredje ledd lyder:

"*Systemansvarlig skal fastsette hvem som skal utøve frekvensreguleringen i et område som midlertidig er uten fysisk tilknytning til tilgrensende overføringsnett.*"

I nordisk systemdriftsavtale er det gitt eksplisitte krav for tillatt tids- og frekvensavvik. I FOS er det ikke angitt egne krav for nett i separat drift, og kravene iht den nordiske systemdriftsavtalen skal derfor oppfylles også i separat drift iht FOS. Den nye forskriften om leveringskvalitet behandler også frekvens, og gir nye grenseverdier for nett i separatområder. Forslaget til bestemmelsene i den nye forskriften medfører ikke endringer med hensyn til ansvarsforhold knyttet til utøvelse av frekvensregulering. Ansvaret for å opprettholde den momentane balansen til enhver tid er gjennom FOS lagt til den systemansvarlige. Dersom forslag til bestemmelse om frekvens i ny forskrift om leveringskvalitet trer i kraft, vil FOS § 10 gå ut ved førstkommende revisjon av FOS.

FOS § 15 *Spenningsregulering og utveksling av reaktiv effekt* første ledd lyder:

"*Systemansvarlig kan fastsette spenningsgrenser og grenser for utveksling av reaktiv effekt i regional- og sentralnettet.*"

Med bakgrunn i denne bestemmelsen kan systemansvarlig til en viss grad påvirke leveringskvaliteten i regional- og sentralnettet ved å fastsette konkrete grenseverdier. Disse verdiene skal ikke settes slik at bestemmelsene i FOL blir vanskelig å oppfylle.

FOS § 22 *Feilanalyse og statistikk* annet og fjerde ledd lyder:

"*Systemansvarlig skal gjennomføre feilanalyse ved driftsforstyrrelser i regional- og sentralnettet, og i produksjonsenheter tilknyttet dette. Der kun en konsesjonær er involvert gjennomføres feilanalysen av denne konsesjonæren.*"

"*Konsesjonær skal gjennomføre feilanalyse ved driftsforstyrrelser i eget distribusjonsnett.*"

FOS stiller imidlertid ingen konkrete krav til hva feilanalyser iht denne bestemmelsen skal inneholde. I forslag til en ny forskrift om leveringskvalitet konkretiseres hva som skal inngå i en slik analyse. Feilanalyse er viktig for å ha bedre kontroll med leveringskvaliteten i eget anlegg og hvordan denne påvirker og har påvirket kvaliteten ved driftsforstyrrelser. Statistikk som er utarbeidet med bakgrunn i feilanalyse, vil være viktig underlag for hvordan elektriske anlegg bør drives, vedlikeholdes og dimensjoneres.

6.5 Forskrift om energiutredninger (FOE)

I FOE § 6 om *Kraftsystemutvalg* finnes det en naturlig grenseflate mot FOL. Utredningsansvarlig for kraftsystemutredningsarbeidet skal minst en gang i året invitere systemansvarlig, utredningsansvarlige i tilgrensende utredningsområder, kraftforsyningens distriktssjef og representanter fra større nettkunder til møte i kraftsystemutvalget. På dette møtet skal kraftsystemutredningen presenteres og diskuteres med mulighet for innspill og kommentarer. Slike innspill og kommentarer bør også gjelde forhold tilknyttet mangelfull leveringskvalitet og nødvendige avbøtende tiltak. Blant større nettkunder bør både forbrukere og produsenter være representert. Invitasjonen bør gå til organisasjoner som representerer slike interesser.

6.6 Forskrift om planlegging og gjennomføring av rekvisisjon av kraft og tvangsmessige leveringsinnskrenkninger ved kraftrasjonering (Rasjoneringsforskriften)

Rasjoneringsforskriften skal sikre at kraftrasjonering blir gjennomført på en samfunnsmessig rasjonell måte, slik at energien blir best mulig utnyttet ut fra hensynet til allmenne og private interesser. Forskriften kommer til anvendelse på den som i medhold av § 5A-2 i energiloven er utpekt som rasjoneringsmyndighet. Forskriften kommer også til anvendelse på enhver som helt eller delvis eier eller driver nett eller produksjon, den som driver organisert markedsplass i medhold av energiloven § 4-5, samt omsettere og sluttbrukere.

En rasjoneringssituasjon gir ingen dispensasjon fra de nye bestemmelsene i FOL. Leveringskvaliteten skal opprettholdes for de nettkunder som ikke rammes av rasjoneringssituasjonen. Det er avgjørende at de som får levert elektrisitet, får levert denne med en slik kvalitet at elektrisk utstyr virker som det skal og ikke blir ødelagt.

Rasjoneringsforskriften § 9 *Prioritering* lyder:

"*Under rasjonering skal tilgjengelig energi prioriteres etter følgende overordnede hensyn:*

a) liv og helse,

b) vitale samfunnsinteresser innenfor administrasjon og forvaltning, informasjon, sikkerhet, infrastruktur, forsyninger mv. og

c) næringsliv og berørte økonomiske interesser.

Ved prioritering av forbruk etter første ledd bør det legges vekt på avsavnsverdier.

Rasjoneringsmyndigheten skal til enhver tid påse at det foreligger planer for prioriteringen etter første ledd. Planene skal utarbeides i samarbeid med berørte myndighetsorganer og representanter for berørte private interesser"

Denne bestemmelsen forutsetter en kartlegging av nettselskapenes nettkunder. Det er gode grunner til å stille tilsvarende krav i forskrift om leveringskvalitet for forhold av betydning for liv og helse også i mer normale driftssituasjoner. De øvrige punktene er ivaretatt gjennom andre mekanismer som KILE-ordningen og krav til utbedringer uten ugrunnet opphold i forslaget til forskrift om leveringskvalitet.

6.7 Forskrift om beredskap i kraftforsyningen (BfK)

Leveringskvaliteten skal så langt mulig opprettholdes også i beredskapssituasjoner, i henhold til BfK kalt ekstraordinære situasjoner, jf energiloven kapittel 6 *Beredskap*. Følgelig vil kravene etter forskrift om leveringskvalitet i slike situasjoner ikke uten videre bli satt ut av kraft. I den grad det oppstår omfattende skader på kraftforsyningsanlegg eller andre ekstraordinære driftsforstyrrelser vil det for NVE kunne være aktuelt å vurdere eventuell dispensasjon fra FOL. Dermed kan et minimumsnivå for elektrisitetsforsyningen opprettholdes så langt mulig, selv om leveringskvaliteten står tilbake for det som er ønskelig. Det forutsettes her at nettselskapene påser at leveringskvaliteten ikke blir så dårlig at det oppstår skader eller andre ulemper for sluttbruker som i en gitt periode overstiger fordelen ved å ha tilgang til elektrisitet.

Et vesentlig formål med nevnte BfK er nettopp å forebygge og forhindre avbrudd i forbindelse med ekstraordinære situasjoner. Dersom avbrudd likevel finner sted, skal det sørges for rask

gjenoppretting. Det vises her til blant annet krav til ressurser i BfKs § 3-4 *Drift* og § 3-5 *Gjenoppretting av funksjon*, og krav til sikringstiltak ved viktige kraftforsyningsanlegg etter BfK § 5-5 *Sikringsnivå*. Her utfyller de nevnte forskrifter hverandre. BfK stiller blant annet krav til KBO[14]-enhetenes (herunder alle nettselskapene) ressursberedskap og til å gjennomføre sikringstiltak som skal forebygge, forhindre og eventuelt raskt kunne gjenopprette funksjon.

BfK stiller generelle krav til analyser iht BfK § 1-3 Risiko og sårbarhetsanalyser og i forbindelse med nybygg, ombygginger og lignende av viktige kraftanlegg etter BfK § 5-4 Analyse. BfKs krav skal her bidra til å identifisere risikopotensialet og treffe optimale tiltak for å redusere nevnte risiko. Dette skal igjen bidra til å minske sannsynligheten for og konsekvensene av omfattende avbrudd (mht omfang og varighet).

[14] Kraftforsyningens beredskapsorganisasjon

7 Økonomiske og administrative konsekvenser

7.1 Økonomiske, administrative og andre vesentlige konsekvenser av forslaget

Som beskrevet tidligere i dokumentet, legger forslaget ikke opp til noen generell hevning av leveringskvaliteten, jf kapittel 2. NVE anser dermed at forslaget ikke vil gi en omfattende kostnadsøkning og at det derfor ikke er grunnlag for en generell oppjustering av inntektsrammen. Det kan likevel være enkelttilfeller hvor det kan være grunner for å gjøre individuelle justeringer. Dette må eventuelt dokumenteres i søknad fra det aktuelle selskap.

Forslaget til kapittel 1 i forskriften inneholder bestemmelser om formål, virkeområde, fravikelighet og definisjoner, og vil i liten grad innebære administrative eller økonomiske konsekvenser for de som blir berørt.

Forslaget til kapittel 2 i forskriften inneholder bestemmelser om plikt til utbedring av feil og andre forhold som påvirker leveringskvaliteten i nettet, nettselskapenes behandling av kundehenvendelser, feilanalyser og registrering og måling av leveringspålitelighet og spenningskvalitet.

Plikten til å utbedre feil og andre forhold som påvirker leveringskvaliteten i nettet, vil innebære at den som er ansvarlig for utbedringen, må bære kostnaden ved dette. Nettselskapenes plikt til å behandle kundehenvendelser etter de foreslåtte reglene, samt plikten til å foreta feilanalyser og registrering og måling av leveringspålitelighet og spenningskvalitet, vil innebære at nettselskapenes kostnader kan øke noe. Forslaget vil også ha visse administrative konsekvenser for nettselskapene, ettersom det stilles krav til dokumentasjon, registrering og oppbevaring av data. NVE anser likevel ikke at forslaget innebærer vesentlige endringer i forhold til det som nettselskapene allerede håndterer eller burde håndtere i forhold til dette. Behandling av kundehenvendelser inngår for eksempel som en del av nettselskapenes ordinære oppgaver, og kostnaden forbundet med dette inngår i selskapenes årlige inntektsrammer.

Forslaget om at nettselskapene skal foreta kontinuerlige målinger av visse parametere, kan gi noen økonomiske og administrative konsekvenser. Dette gjelder kostnader for anskaffelse og bruk av måleutstyret. NVE kommer til å be om å få oversendt en oversikt over planlagt omfang av permanente målepunkter og målinger i nettet. NVE vil dermed kunne vurdere de økonomiske og administrative konsekvensene. NVE krever ikke at det skal settes ut et stort antall nye måleinstrumenter i systemet.

Forslaget til kapittel 3 i forskriften inneholder grenseverdier og krav til leveringspålitelighet og spenningskvalitet. Krav som stilles, er langt på vei sammenfallende med det de fleste nettselskapene har forpliktet seg til gjennom avtaler. Forslaget vil således ikke innebære større økonomiske eller administrative konsekvenser. Forslaget vil imidlertid kunne medføre økonomiske konsekvenser for nettselskaper som per i dag ikke oppfyller de kravene som stilles til leveringskvaliteten i leveringspunktene gjennom standard nettleieavtale. NVE kan ikke se at forslaget til kapittel 3 i forskriften vil ha vesentlige administrative, økonomiske eller andre vesentlige negative konsekvenser for andre som blir berørt.

Forslaget til kapittel 4 i forskriften gjelder krav til avtaler for tilknytning og bruk, nettselskapenes plikt til å gi informasjon om leveringspålitelighet og spenningskvalitet, samt metoder for måling,

kalibrering og dokumentasjon av måleutstyrets nøyaktighet. Disse kravene kan medføre noe økte kostnader for de nettselskapene som omfattes av kravene.

Forslaget til kapittel 5 i forskriften antas ikke å medføre vesentlige økonomiske eller administrative konsekvenser for de som omfattes av forskriften.

For NVE innebærer forslaget at det kan gi noe økt arbeidsbelastning. Dette gjelder først og fremst i den grad aktørene bringer uenigheter inn for NVE som tilsyns- og kontrollmyndighet. Olje- og energidepartementet vil tilsvarende kunne få en noe økt arbeidsbelastning som klageorgan for de enkeltvedtak NVE fatter.

NVE kan for øvrig ikke se at forslaget innebærer økonomiske, administrative eller andre vesentlige konsekvenser for andre offentlige myndigheter, privatpersoner eller næringsliv.

7.2 Generelt om forholdet til nettselskapenes inntektsrammer

NVE regulerer det samlede inntektsnivået for nettvirksomheten ved å fastsette inntektsrammer for det enkelte selskap. Hovedprinsippet i inntektsrammereguleringen er at selskapene ikke automatisk skal være sikret full kostnadsdekning og maksimal avkastning ved å velte alle nye kostnader over til forbrukerne.

Inntektsreguleringen gjøres ved at NVE fastsetter en øvre maksimal grense for årlig tillatt inntekt. Innenfor rammene av denne tillatte inntekten er det opp til selskapene selv å disponere ressursene på en best mulig måte. Av dette følger at selskapene ikke skal være garantert full kostnadsdekning for hver enkelt innsatsfaktor.

NVE fastsetter selskapenes inntektsrammer på bakgrunn av inngangsverdier basert på individuelle historiske kostnader og verdier. Inngangsverdiene ligger i prinsippet fast gjennom hele reguleringsperioden. Denne frikoblingen mellom selskapenes inntekter og kostnader gir selskapene incentiver til kostnadseffektiv drift, og er et essensielt virkemiddel i reguleringen for å oppnå et samfunnsmessig rasjonelt energisystem.

Innenfor reguleringsperioden gjøres det årlige justeringer av inntektsrammen for å ta hensyn til inflasjon, referanserente, referansepris på kraft samt at det gis et tillegg i inntektsrammen for å kompensere for kostnader knyttet til nyinvesteringer. Øvrige kostnadsendringer innenfor reguleringsperioden dekkes i prinsippet av risikopremien.

En konsekvens av NVEs gjeldende reguleringsmodell er dermed at kostnadsendringer innenfor reguleringsperioden, og utover det som fanges opp av de årlige justeringene, generelt ikke blir reflektert i beregningsgrunnlaget for inntektsrammene før oppdatering til en ny reguleringsperiode. Dette gjelder både for kostnader som faller bort og for kostnader som kommer til. Forbrukerne av overføringstjenester betaler årlig ca 1 milliard kroner for at nettselskapene selv skal håndtere slik risiko.

Endringer i kostnadsnivået vil på grunn av NVEs oppdateringsregel bli reflektert i beregningsgrunnlaget for årlig inntektsramme i senere reguleringsperioder. Jevnlige revisjoner sikrer en langsiktig sammenheng mellom selskapenes kostnader og inntekter, samt kostnadsdekning over tid. Selskapenes muligheter for rimelig avkastning gitt effektiv drift er også sterkt knyttet til denne sammenhengen.

Nettselskapene kan for øvrig søke om en særskilt økning av inntektsrammene i henhold til § 8-5 i kontrollforskriften, dersom statlige myndigheter pålegger tiltak som medfører kostnader ut over det som med rimelighet må påregnes dekket innenfor årlig inntektsramme for eget nett.

8 Forslag til forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet

Kapittel 1. Innledende bestemmelser

§ 1-1. *Formål*

Forskriften skal sikre en tilfredsstillende leveringskvalitet i det norske kraftsystemet og medvirke til 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.

§ 1-3. *Fravikelighet*

Det kan inngås frivillige private avtaler om en annen leveringskvalitet enn det som er fastsatt i denne forskriften. Ved inngåelse av private avtaler, skal nettselskapet eksplisitt redegjøre for hvilke konsekvenser en slik avtale vil medføre for nettkunden. En forutsetning for inngåelse av slike avtaler er at de øvrige nettkundene blir tilbudt en leveringskvalitet som overholder bestemmelsene i denne forskriften.

§ 1-4. *Definisjoner*

I denne forskrift menes med:

a) *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).

b) *Driftsforstyrrelse*: Utløsning, påtvunget eller utilsiktet utkobling eller mislykket innkobling som følge av feil i kraftsystemet.

c) *Flimmer*: Den synlige variasjon i lys hvor luminansen eller spektralfordelingen varierer med tiden. Intensitet av flimmer måles som gjennomsnitt over ti minutter og er omtalt som korttidsintensitet.

d) *Kortvarige overspenninger:* Hurtig økning i spenningens effektivverdi til høyere enn 110 % av avtalt spenningsnivå, med varighet fra 10 millisekunder til 60 sekunder.

e) *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.

f) *Langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi*: Variasjoner av gjennomsnittsverdier over 10 minutter for spenningens effektivverdi.

g) *Leveringskvalitet*: Samlebegrep som omfatter begrepene leveringspålitelighet og spenningskvalitet, samt ikke tekniske elementer som kundeservice, informasjon m.m.

h) *Leveringspunkt*: Et definert grensesnitt mellom nettselskap og nettkunde der elektrisitet utveksles.

i) *Leveringspålitelighet*: Kraftsystemets evne til å levere elektrisk energi til sluttbruker. Leveringspålitelighet er knyttet til hyppighet og varighet av avbrudd i forsyningsspenningen.

j) *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 sammenlikninger (kalibreringer) med angitte måleusikkerheter for alle trinn i kjeden.

k) *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.

l) *Nettselskap*: Den som driver eller eier anlegg for omforming, overføring eller fordeling av elektrisitet med nominell spenning fra og med 230 V og høyere.

m) *Nominell spenning*: Den spenning som elektriske anlegg eller elektrisk utstyr er beregnet for, eller karakterisert ved.

n) *Overharmoniske spenninger:* Sinusformede spenninger med frekvens lik et multiplum av spenningens grunnharmoniske frekvens. Total harmonisk forvrengning av spenningen uttrykkes ved:

$$\%THD_U = \frac{\sqrt{\sum_{2}^{\infty} U_h^2}}{U_1} \cdot 100\%$$

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

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

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

o) *Spenningskvalitet*: Kvalitet på spenning i henhold til gitte kriterier, og beskrives ved spenningens frekvens, effektivverdi og kurveform.

p) *Spenningssprang*: Hurtige endringer i spenningens effektivverdi mellom to påfølgende nivåer som opprettholdes i bestemte, men uspesifiserte tidsrom. Spenningssprang uttrykkes ved:

$$\%U_{sprang} = \frac{\Delta U_{dyn}}{U_N} \cdot 100\%$$

der ΔU_{dyn} er den dynamiske spenningsdifferansen mellom spenningens topp- eller bunnverdi, og den nye stasjonære verdien og U_N er spenningens nominelle verdi.

q) *Transiente overspenninger*: Overfrekvente overspenninger som er vanligvis sterkt dempet, normalt borte innenfor en halvperiode (10 ms). Stigetiden kan variere fra mindre enn et mikrosekund til noen få millisekunder.

r) *Usymmetri mellom de tre fasespenninger*: Tilstand hvor fasespenningenes effektivverdier, eller tidsforskyvningen mellom de tre fasespenningene i et trefasesystem ikke er like. Usymmetri uttrykkes ved:

$$\%U_{usymmetri} = \frac{U_-}{U_+} \cdot 100\%$$

der U_- er spenningens negative fasesekvenskomponent og U_+ er spenningens positive fasesekvenskomponent.

Kapittel 2. Generelle bestemmelser

§ 2-1. *Utbedring*

De som omfattes av denne forskriften skal ved feil eller andre mangler ved eget anlegg eller utstyr, som medfører kapasitetsbegrensninger i nettet, avbrudd eller at bestemmelsene i denne forskriften ikke kan overholdes, for egen regning utbedre forholdet uten ugrunnet opphold. Inntil forholdet er utbedret, skal den som er ansvarlig for forholdet, iverksette aktuelle midlertidige løsninger for å avhjelpe situasjonen.

Nettkunder skal uten ugrunnet opphold informere tilknyttet nettselskap om feil eller hendelser i eget anlegg eller utstyr når det er sannsynlig at tilknyttet nettselskap kan få problemer med å overholde bestemmelser i denne forskriften.

Nettselskap skal så langt som mulig utføre driftskoblinger for å minimere omfanget av forhold som omfattes av første og andre ledd.

Nettselskap skal ved kapasitetsbegrensinger i nettet eller langvarige avbrudd prioritere gjenoppretting av forsyning til leveringspunkt av betydning for liv og helse.

Nettselskap skal ved planlagte arbeider i egne eller andres anlegg, som medfører avbrudd eller kapasitetsbegrensninger, informere de berørte nettkundene om tidspunkt og varighet i rimelig tid før arbeidene igangsettes. Informasjonen skal gis på en hensiktsmessig måte.

§ 2-2. *Nettselskapenes saksbehandling ved mangler ved leveringskvaliteten*

Henvendelser om leveringskvalitet fra nettkunder skal skje til det nettselskapet kunden er tilknyttet. Åpenbare mangler ved leveringskvaliteten skal utbedres i henhold til § 2-1.

Nettselskapet skal ved henvendelser der mangelen ikke er åpenbar, 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 § 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 forskrift.

Nettselskap kan ikke kreve særskilt vederlag for saksbehandling etter første til fjerde ledd.

§ 2-3. *Informasjon om klageadgang*

Ved uenighet mellom nettselskap og nettkunde om overholdelse av denne forskrift, plikter nettselskapet å informere kunden om at forholdet kan klages inn til Norges vassdrags- og energidirektorat som er kontrollmyndighet etter § 5-1.

§ 2-4. *Feilanalyse*

Feilanalyse av driftsforstyrrelser som gjennomføres i henhold til forskrift om systemansvaret, skal omfatte nødvendige undersøkelser for å avklare hendelsesforløp, årsak og konsekvenser. Undersøkelsene skal inkludere en analyse av om aktuelle vern eller andre kontrollfunksjoner har fungert tilfredsstillende.

Anleggs- og områdekonsesjonærer kan i distribusjonsnettet begrense analysen etter første ledd til å omfatte driftsforstyrrelser i anlegg med nominell spenning over 1000 V og som medfører langvarige avbrudd.

Resultatet av feilanalysene i henhold til første og annet ledd, herunder beregnet mengde ikke levert energi til sluttbrukere og energi i form av tapt vann i kraftverk, skal registreres i FASIT eller SDI, som er standardiserte registreringssystem for driftsforstyrrelser i kraftsystemet. Registreringene skal lagres i minimum fem år.

§ 2-5. *Registrering av leveringspålitelighet og spenningskvalitet*

Nettselskap med område- eller anleggskonsesjon skal registrere kortvarige avbrudd for sluttbrukere tilknyttet egne anlegg som følge av hendelser i høyspenningsnettet. Registreringen skal avdekke antall, varighet, avbrutt effekt og mulig årsak til de kortvarige avbruddene.

Nettselskap med område- eller anleggskonsesjon skal til enhver tid registrere kortvarige over- og underspenninger ved ett eller flere målepunkt i høyspenningsnettet. Registreringen skal avdekke antall, varighet, spenningsavvik, samt mulig årsak til de kortvarige over- og underspenningene.

Nettselskap med område- eller anleggskonsesjon skal til enhver tid registrere spenningssprang ved ett eller flere målepunkt i høyspenningsnettet. Registreringen skal avdekke antall, spenningsendring, samt mulig årsak til spenningssprangene.

Data fra registreringene i henhold til første, annet og tredje ledd skal lagres i minimum fem år.

Kapittel 3. Krav til leveringspålitelighet og spenningskvalitet

§ 3-1. *Leveringspålitelighet i leveringspunkt mot sluttbruker*

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

Norges vassdrags- og energidirektorat kan pålegge de som omfattes av denne forskriften å gjennomføre tiltak for å redusere omfanget av kortvarige og langvarige avbrudd, dersom det kan påvises at dette er samfunnsmessig rasjonelt.

§ 3-2. *Spenningens frekvens*

Systemansvarlig skal sørge for at spenningens frekvens- og tidsavvik holdes innenfor bestemmelser i nordisk systemdriftsavtale. Systemansvarlig skal i separatområder sørge for at spenningens frekvens er innenfor 50 ± 2 Hz målt som ti sekunders gjennomsnittsverdi.

§ 3-3. *Spenningens effektivverdi i leveringspunkt*

Nettselskap skal i anlegg med nominell spenning 230 V IT, 230/400 V TN eller 690 V IT, sørge for at langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi er innenfor et intervall på ± 10 % av nominell spenning målt som gjennomsnitt over ti minutter, og innenfor et intervall på ± 6 % målt som gjennomsnitt over en uke.

Norges vassdrags- og energidirektorat kan pålegge de som omfattes av denne forskriften å gjennomføre tiltak for å redusere omfanget av kortvarige over- og underspenninger, dersom det kan påvises at dette er samfunnsmessig rasjonelt.

Nettselskap skal sørge for at spenningssprang ikke overstiger følgende verdier i egne anlegg med det respektive nominelle spenningsnivå, U_N [kV]:

Antall (n) spenningssprang	**Spenningssprang [%]**		
	$0,23 \leq U_N \leq 35$	**$35 < U_N \leq 245$**	**$245 < U_N$**
$n \leq 1$ pr time	4	3	3
$1 < n \leq 10$ pr time	3	2,5	1
$10 < n \leq 100$ pr time	2	1,5	1
$100 < n \leq 1000$ pr time	1,25	1	1

Nettselskap skal sørge for at flimmerintensitet ikke overstiger følgende verdier i egne anlegg med det respektive nominelle spenningsnivå, U_N [kV], målt som gjennomsnitt over ti minutter:

	$0,23 \leq U_N \leq 35$	**$35 < U_N \leq 245$**	**$245 < U_N$**
Korttidsintensitet av flimmer (pu)	1,0	0,8	0,6

Nettselskap skal sørge for at usymmetri mellom de tre fasespenninger ikke overstiger følgende verdier i egne anlegg med det respektive nominelle spenningsnivå, U_N [kV], målt som gjennomsnitt over ti minutter:

	$0,23 \leq U_N \leq 35$	**$35 < U_N \leq 245$**	**$245 < U_N$**
Usymmetri mellom de tre fasespenninger (%)	2,0	1,5	1,0

§ 3-4. *Spenningens kurveform i leveringspunkt*

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

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

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 %	>15	0,5 %	>6	0,5 %
13	3,0 %				
17	2,0 %				
19, 23, 25	1,5 %				
>25	1,0 %				

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

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

Odde harmoniske				Like harmoniske	
Ikke multiplum av 3		Multiplum av 3			
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 i anlegg med nominell spenning over 245 kV, sørge for at total harmonisk forvrengning av spenningens kurveform ikke overstiger 2 % målt som gjennomsnitt over ti minutter.

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

Odde harmoniske				Like harmoniske	
Ikke multiplum av 3		Multiplum av 3			
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 %		

Norges vassdrags- og energidirektorat kan pålegge de som omfattes av denne forskriften å gjennomføre tiltak for å redusere omfanget av transiente overspenninger, dersom det kan påvises at dette er samfunnsmessig rasjonelt.

Kapittel 4. Informasjon om leveringspålitelighet og spenningskvalitet

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

Nettselskap skal sørge for at det i avtale for tilknytning og bruk av nettet, som inngås mellom nettselskapene og hver enkelt nettkunde, fastsettes vilkår vedrørende leveringskvalitet. Vilkår kan ikke stille nettkunder dårligere enn de minimumskrav som er fastsatt i denne forskriften, med mindre det er inngått en særskilt avtale om fravikelighet i henhold til § 1-3.

§ 4-2. *Informasjon om tekniske forhold vedr leveringspålitelighet og spenningskvalitet*

Nettselskap skal ved henvendelser fra nettkunder om leveringspålitelighet eller spenningskvalitet informere om gjeldende regulering av leveringskvalitet.

Nettselskap skal på oppfordring fra eksisterende eller potensielle nettkunder informere om leveringspålitelighet og spenningskvalitet i leveringspunkt, og skal ha tilgjengelig informasjon om størrelser beskrevet i bokstav a) til h):

a) Spenningens effektivverdi samt estimerte langsomme variasjoner av denne i leveringspunkt.

b) Resultater fra feilanalyser utført i henhold til § 2-4.

c) Resultater fra registreringer utført i henhold til § 2-5.

d) Estimert antall langvarige avbrudd i leveringspunkt per år for de neste fem år.

e) Estimert antall kortvarige avbrudd i leveringspunkt per år for de neste fem år.

f) Estimert antall kortvarige over- og underspenninger i eget forsyningsområde per år for de neste fem år.

g) Beregnet minimal og maksimal kortslutningsytelse for de neste fem år i leveringspunkt. Endring i oppgitte verdier i femårsperioden skal meddeles de som tidligere har mottatt informasjon om dette.

h) Spesielle forhold i nettet som kan ha innvirkning på leveringskvaliteten som nettkundene opplever, herunder blant annet risiko for fasebrudd og jordfeil i spolejordet nett, koblingstransienter og gjeninnkoblingsautomatikk, samt betydningen av disse forholdene.

Informasjon i henhold til annet ledd skal baseres på registrerte, målte og/eller beregnede data. Nettselskapene kan ikke kreve særskilt vederlag for informasjon som gis etter annet ledd.

Ved skriftlige henvendelser fra eksisterende eller potensielle nettkunder som ønsker informasjon om status for nivå av flimmerintensitet, usymmetri mellom de tre fasespenninger eller overharmoniske spenninger i leveringspunkt, skal nettselskap overlevere informasjon om dette basert på faktiske målinger.

Nettselskap kan kreve nødvendige kostnader dekket for å utføre plikter i henhold til fjerde ledd, inklusive timeverk for personell og utstyr.

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

Målinger som utføres som følge av bestemmelsene i denne forskriften skal, utover det som er fastsatt i denne forskriften, utføres i henhold til relevante standarder 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.

Kapittel 5. Øvrige bestemmelser

§ 5-1. *Tilsyn og kontroll*

Norges vassdrags- og energidirektorat fører tilsyn og kontroll med at bestemmelser 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 opplysninger og informasjon 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.

§ 5-3. *Dispensasjon*

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

§ 5-4. *Ikrafttreden og overgangsbestemmelser*

Denne forskriften trer i kraft fra 1.1.2005.

§ 4-2 fjerde ledd bokstavene e) og f) trer i kraft fra 1.1.2007.

9 Referanser

[1] SINTEF TR A5856/ EBL-K 152-2003, **Krav til spenningskvalitet**, H. Seljeseth, K. Sand, SINTEF Energiforskning, oktober 2003.

[2] SINTEF TR A5883/ EBL-K 161-2004, **Spenningskvalitet og kortvarige avbrudd i Norge. Rikets tilstand 1993 – 2003**, H. Seljeseth, SINTEF Energiforskning, februar 2004.

[3] NEK EN 50160: 1999, **Spenningskarakteristikker for elektrisitet levert fra offentlige distribusjonsnett**, Norsk Elektroteknisk Komite – NEK, 2003.

[4] IEC 61000-3-7, **Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 7: Assessment of emission limits for fluctuating loads i MV and HV power systems – Basic EMC publication**, International Electrical Commission – IEC.

[5] **Retningslinjer for tekniske krav til anlegg i norsk hovednett**, systemansvarlig (Statnett SF), juni 1998.

[6] **Veileder for teknisk dimensjonering av anlegg tilknyttet regional og sentralnettet**, systemansvarlig (Statnett SF), mars 2004.

[7] **Definisjoner knyttet til feil og avbrudd i det elektriske kraftsystemet – Versjon 2**, Referansegruppe feil og avbrudd, 2001.

[8] SINTEF TR A5752/ EBL-K 135-2003, **Sluttbrukeres kostnader forbundet med strømbrudd og spenningsforstyrrelser: Del 1 av 3: Spørreundersøkelse – Metodeunderlag**, SINTEF Energiforskning/ Samfunns- og næringslivsforskning, 2003

[9] SINTEF TR A5754/ EBL-K 136-2003, **Sluttbrukeres kostnader forbundet med avbrudd og spenningsforstyrrelser: Del 2 av 3: Spørreundersøkelse – Resultater**, SINTEF Energiforskning/ Samfunns- og næringslivsforskning, 2003

[10] SINTEF TR A5921/ EBL-K 160-2004, **Sluttbrukeres kostnader forbundet med avbrudd og spenningsforstyrrelser: Del 3 av 3: Spørreundersøkelse – Utfyllende analyser**, SINTEF Energiforskning/ Samfunns- og næringslivsforskning, 2004

[11] **Roterende elektriske maskiner**, S. Bua, M. Dalva, O. V. Thorsen, Universitetetsforlaget, 1987.

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Dokumentserien i 2004

Nr. 1 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Ranelva. Flomsonekartprosjektet (17 s.)

Nr. 2 Inger Sætrang: Statistikk over tariffer i reginal- og distribusjonsnettet 2003 (52 s.)

Nr. 3 Frode Trengereid: Leveringskvalitet i kraftsystemet. Forslag til forskrift (80 s)