

# RENBLAD 342

VER 2.0 | 06 / 2020



TEKNISKE FUNKSJONSKRAV  
TIL TILKNYTNINGS- OG  
NETTLEIEAVTALE FOR  
INNMATINGSKUNDER I  
LAVSPENNINGSNETTET



Copyright 2020 © REN AS

## INNHold

|                                                                                                |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 Introduksjon .....</b>                                                                    | <b>3</b>  |
| <b>2 Tekniske funksjonskrav: Tabellformat .....</b>                                            | <b>4</b>  |
| <b>3 Tekniske funksjonskrav: Kapittelformat .....</b>                                          | <b>8</b>  |
| 3.1 Frekvensområde med fortsatt drift (4.4.2) .....                                            | 8         |
| 3.2 Minimumskrav for aktiv effekt levert ved underfrekvens (4.4.3) .....                       | 9         |
| 3.3 Spenningsområde med kontinuerlig drift (4.4.4) .....                                       | 9         |
| 3.4 Immunitet mot hurtig endring av frekvens (4.5.2) .....                                     | 9         |
| 3.5 Tåleevne mot kortvarig underspenning (4.5.3.2, 4.5.3.3) .....                              | 10        |
| 3.6 Tåleevne mot kortvarig overspenning (4.5.4) .....                                          | 11        |
| 3.7 Effektrespons mot overfrekvens (4.6.1) .....                                               | 12        |
| <b>3.8 Effektrespons mot underfrekvens (4.6.2) .....</b>                                       | <b>12</b> |
| 3.9 Reaktiv effektkontroll, funksjonsområde (4.7.2.2 og 4.7.2.3) .....                         | 13        |
| 3.10 Reaktiv effektkontrollmodus og karakteristisk kurve (4.7.2.3 og 4.7.2.3.4) .....          | 13        |
| 3.11 Krav til verninnstillinger for spenning og frekvens (4.9.2) .....                         | 13        |
| 3.12 Oppstart av kraftproduksjon, og gjeninnkobling etter utløst vern (4.10.2 og 4.10.3) ..... | 14        |
| <b>4 Krav til harmoniske spenninger .....</b>                                                  | <b>15</b> |
| <b>5 Referanser .....</b>                                                                      | <b>16</b> |

## 1 INTRODUKSJON

Småskala elektrisk energiproduksjon tilkoblet lavspenningsnettet utgjør en økende del av total strømproduksjon, og det er de siste årene blitt utformet krav for at disse generatorene skal yte sin del av ansvaret for stabiliteten i kraftsystemet. Dette dokumentet lister opp tekniske krav til produksjonsenheter som skal mate elektrisk energi inn i lavspenningsnettet. Kravene er satt slik at de innfrir lovpålagte krav fra nasjonal og europeisk lovgivning.

RENblad 0342 vil også kunne benyttes som vedlegg til Energi Norges standardavtale for sluttbrukere. Det henvises til kapittel 4.6 i Energi Norges standardavtale.

Solcelleanlegg utgjør majoriteten av produksjon som tilknyttes lavspenningsnettet, men dette dokumentet er gjeldende også for alle andre teknologier som mater inn elektrisk kraft, blant annet vindturbiner og batteribanker. De ulike formene for elektrisk energiproduksjon sorteres inn i to hovedkategorier, som definert i Tabell 1.

Kapittel 2 lister opp de tekniske funksjonskravene etter mal fra europenormen NEK EN 50549-1 Annex C. I kapittel 3 er de samme verdiene gjengitt på norsk, med forklarende tekst. Kapittel 4 setter krav til harmoniske spenninger som produksjonsenheter har lov til å forårsake i nettet.

Produksjonsenheter skal overholde alle relevante krav gitt i NEK EN 50549-1. For alle krav hvor standarden åpner for at det settes nasjonale krav innenfor de gitte rammene, skal disse kravene være spesifisert i dette RENbladet.

Ytterligere detaljer rundt kravene som er listet opp i kapittel 2 og 3 kan leses i NEK EN 50549-1. For krav om sikker installasjon, skal produksjonsenheter oppfylle kravene i gjeldende NEK 400. For nettselskapets håndtering av plusskunder i planleggingsfasen, se [RENblad 3040](#).

I enkelte krav skilles det mellom «synkron» og «ikke-synkron» generatorteknologi. Disse begrepene forklares i Tabell 1. De ulike parametersymbolene som brukes er oppsummert i Tabell 2. Ved uklarheter henvises det til NEK EN 50549-1.

| Navn                            | Betydning                                                                                            |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Synkron generatorteknologi      | Kraftproduksjon tilkoblet nettet via synkrongenerator.                                               |
| Ikke-synkron generatorteknologi | Kraftproduksjon tilkoblet nettet via kraftelektronikk (bl.a. solcelleanlegg) eller asynkrongenerator |

Tabell 1: Forskjell mellom synkron og ikke-synkron generatorteknologi

| Parameter   | Beskrivelse                                                                             |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| $P_n$       | Nominell aktiv effekt (kWp)                                                             |
| $P_M$       | Momentan aktiv effekt som leveres ved øyeblikket funksjonen som bygger på $P_M$ trigges |
| $P_{max}$   | Maksimal aktiv effekt som kan leveres til nettet.                                       |
| $\cos \phi$ | Effektfaktor                                                                            |
| $U_n$       | Nominell nettspenning                                                                   |

Tabell 2: Beskrivelse av parametersymboler

## 2 TEKNISKE FUNKSJONSKRAV: TABELLFORMAT

Kravene gjelder for type A omformere (800 W - 1,5 MW), og er hentet fra Annex C i europenormen EN 50549-1.

| Clause(s)/subclause(s)<br>of this EN                                                                                                              | Parameter               | DSO Requirement<br>(Norske krav) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| 4.4.2 Operating frequency range<br><br>(Frekvensområde med fortsatt drift)                                                                        | 47,0 - 47,5 Hz Duration | 20 s                             |
|                                                                                                                                                   | 47,5 - 48,5 Hz Duration | 30 min                           |
|                                                                                                                                                   | 48,5 - 49,0 Hz Duration | 30 min                           |
|                                                                                                                                                   | 49,0 - 51,0 Hz Duration | Unlimited                        |
|                                                                                                                                                   | 51,0 - 51,5 Hz Duration | 30 min                           |
|                                                                                                                                                   | 51,5 - 52,0 Hz Duration | 15 min                           |
| 4.4.3 Minimal requirement for active power delivery at underfrequency<br><br>(Minimumskrav for evnen til å levere aktiv effekt ved underfrekvens) | Reduction threshold     | 49,5 Hz                          |
|                                                                                                                                                   | Maximum reduction rate  | 10 % $P_M$ /Hz                   |
| 4.4.4 Continuous operating voltage range<br><br>(Spenningsområde for kontinuerlig drift)                                                          | Upper limit             | 110 % $U_n$                      |
|                                                                                                                                                   | Lower limit             | 85 % $U_n$                       |

|                                                                                                                                                                            |                                                                                  |          |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
| 4.5.2 Rate of change of frequency (ROCOF) immunity<br><br>(Immunitet mot frekvensendringsrate)<br><br>(Dette er kun teknisk tålegrense, må ikke forveksles med ROCOF-vern) | ROCOF withstand capability (defined with a sliding measurement window of 500 ms) |          |          |
|                                                                                                                                                                            | Non-synchronous generating technology:                                           | 2 Hz/s   |          |
|                                                                                                                                                                            | Synchronous generating technology:                                               | 1 Hz/s   |          |
| 4.5.3.2 Generating plant with non-synchronous generating technology<br><br>(Kraftverk med ikke-synkron generatorteknologi)                                                 | Maximum power resumption time                                                    | 1 s      |          |
|                                                                                                                                                                            | Voltage-Time-Diagram                                                             | Time [s] | U [p.u.] |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                  | 0        | 0,2      |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                  | 0,15     | 0,2      |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                  | 1,5      | 0,85     |
| 4.5.3.3. Generating plant with synchronous generating technology<br><br>(Kraftverk med synkrongenerator-teknologi)                                                         | Maximum power resumption time                                                    | 1 s      |          |
|                                                                                                                                                                            | Voltage-Time-Diagram                                                             | Time [s] | U [p.u.] |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                  | 0        | 0,3      |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                  | 0,15     | 0,3      |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                  | 0,15     | 0,7      |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                  | 0,7      | 0,7      |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                  | 1,5      | 0,85     |
| 4.5.4 Over-voltage ride through (OVRT)<br><br>(Evne til å forbli tilkoblet ved overspenning)                                                                               | Voltage-Time-Diagram                                                             | Time [s] | U [p.u.] |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                  | 0        | 1,25     |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                  | 0,1      | 1,25     |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                  | 0,1      | 1,2      |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                  | 5        | 1,2      |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                  | 5        | 1,15     |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                  | 60       | 1,15     |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                  | 60       | 1,1      |

|                                                                                                                           |                                          |                                                                                                                             |         |                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------|
| 4.6.1 Power response to overfrequency<br><br>(Effektrespons ved overfrekvens)                                             | Threshold frequency $f_1$                | 50,5 Hz                                                                                                                     |         |                            |
|                                                                                                                           | Droop                                    | 5 %                                                                                                                         |         |                            |
|                                                                                                                           | Power reference                          | $P_{\max}$ for synchronous generating technology and EESS<br><br>$P_{\max}$ for other non-synchronous generating technology |         |                            |
|                                                                                                                           | Intentional delay                        | 0 s                                                                                                                         |         |                            |
|                                                                                                                           | Deactivation threshold $f_{\text{stop}}$ | Deactivated                                                                                                                 |         |                            |
|                                                                                                                           | Deactivation time $t_{\text{stop}}$      | -                                                                                                                           |         |                            |
|                                                                                                                           | Acceptance of staged disconnection       | Yes                                                                                                                         |         |                            |
|                                                                                                                           |                                          |                                                                                                                             |         |                            |
| 4.6.2 Power response to underfrequency<br><br>(Effektrespons ved underfrekvens, kun relevant for energi-lagringseenheter) | Threshold frequency $f_1$                | 49,0 Hz                                                                                                                     |         |                            |
|                                                                                                                           | Droop                                    | 5 %                                                                                                                         |         |                            |
|                                                                                                                           | Power reference                          | $P_{\max}$                                                                                                                  |         |                            |
|                                                                                                                           | Intentional delay                        | 0 s                                                                                                                         |         |                            |
| 4.7.2.2 Capabilities<br><br>(Evner)                                                                                       | Active factor range overexcited          | 0,9                                                                                                                         |         |                            |
|                                                                                                                           | Active factor range underexcited         | 0,9                                                                                                                         |         |                            |
| 4.7.2.3 Control modes<br><br>(Kontrollmoduser)                                                                            | Enabled control mode                     | $\cos \phi(P)$                                                                                                              |         |                            |
| 4.7.2.3.4 Power related control mode<br><br>(Effektrelatert kontrollmodus)                                                | Characteristic curve                     | Point                                                                                                                       | $P/P_n$ | Power factor               |
|                                                                                                                           |                                          | 1                                                                                                                           | 0,0     | 1,0                        |
|                                                                                                                           |                                          | 2                                                                                                                           | 0,5     | 1,0                        |
|                                                                                                                           |                                          | 3                                                                                                                           | 1,0     | 0,9 <sub>overexcited</sub> |

|                                                                                                            |                                                                 |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------|
| 4.9.2 Requirements on voltage and frequency protection<br><br>(Krav til spennings- og frekvensbeskyttelse) | Threshold for protection as dedicated device [ in A or kW, kVA] | 30 kVA     |
|                                                                                                            | Undervoltage threshold stage 1                                  | $0,8 U_n$  |
|                                                                                                            | Undervoltage operate time stage 1                               | 3 s        |
|                                                                                                            | Undervoltage threshold stage 2                                  | $0,45 U_n$ |
|                                                                                                            | Undervoltage operate time stage 2                               | 0,3 s      |
|                                                                                                            | Overvoltage threshold stage 1                                   | $1,10 U_n$ |
|                                                                                                            | Overvoltage operate time stage 1                                | 30 s       |
|                                                                                                            | Overvoltage threshold stage 2                                   | $1,15 U_n$ |
|                                                                                                            | Overvoltage operate time stage 2                                | 0,1 s      |
|                                                                                                            | Overvoltage threshold 10 min mean protection                    | $1,10 U_n$ |
|                                                                                                            | Underfrequency threshold stage 1                                | 47,5 Hz    |
|                                                                                                            | Underfrequency operate time stage 1                             | 20 s       |
|                                                                                                            | Underfrequency threshold stage 2                                | 47 Hz      |
|                                                                                                            | Underfrequency operate time stage 2                             | 5 s        |
|                                                                                                            | Overfrequency threshold stage 1                                 | 52 Hz      |
|                                                                                                            | Overfrequency operate time stage 1                              | 20 s       |
|                                                                                                            | Overfrequency threshold stage 2                                 | 52,5 Hz    |
|                                                                                                            | Overfrequency operate time stage 2                              | 5 s        |

|                                                                                                               |                                                                                                     |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 4.10.2 Automatic reconnection after tripping<br><br>(Automatisk gjeninnkobling etter tripp/utkobling)         | Lower frequency                                                                                     | 49,9 Hz     |
|                                                                                                               | Upper frequency                                                                                     | 50,1 Hz     |
|                                                                                                               | Lower voltage                                                                                       | 85 % $U_n$  |
|                                                                                                               | Upper voltage                                                                                       | 110 % $U_n$ |
|                                                                                                               | Observation time                                                                                    | 60 s        |
|                                                                                                               | Active power increase gradient                                                                      | 50 %/min    |
| 4.10.3 Starting to generate electrical power<br><br>(Når kraftverket skal begynne å generere elektrisk kraft) | Lower frequency                                                                                     | 49,9 Hz     |
|                                                                                                               | Upper frequency                                                                                     | 50,1 Hz     |
|                                                                                                               | Lower voltage                                                                                       | 85 % $U_n$  |
|                                                                                                               | Upper voltage                                                                                       | 110 % $U_n$ |
|                                                                                                               | Observation time                                                                                    | 60 s        |
|                                                                                                               | Active power increase gradient                                                                      | 50 %/min    |
| 4.11.1 Ceasing active power<br>(Avslutning av aktiv effektproduksjon)                                         | Remote operation of the logic interface                                                             | No          |
| 4.11.2 Reduction of active power on set point<br><br>(Redusering av aktiv effekt på settpunkt)                | Remote operation<br><br>NOTE: If yes, further definition is provided by the DSO                     | No          |
| 4.12 Remote information exchange<br><br>(Fjerntilgang til informasjonsutveksling)                             | Remote information exchange required<br><br>NOTE: If yes, further definition is provided by the DSO | No          |

Tabell 3: Tekniske funksjonskrav type A-omformere

### 3 TEKNISKE FUNKSJONSKRAV: KAPITTELFORMAT

Kapittelnummer i parentes refererer til nummerering i Tabell 3.

#### 3.1 Frekvensområde med fortsatt drift (4.4.2)

Generatoren tåle å være tilkoblet nettet under de ulike frekvensene så lenge som Tabell 4 angir uten å ta skade av dette. Vær oppmerksom på at dette bare er krav om teknisk tåleevne, og *ikke* hva vern-innstillinger skal settes til.



| Frekvens       | Tid    |
|----------------|--------|
| 47,0 – 47,5 Hz | 20 s   |
| 47,5 – 48,5 Hz | 30 min |
| 48,5 – 49,0 Hz | 30 min |
| 49,0 – 51,0 Hz | Alltid |
| 51,0 – 51,5 Hz | 30 min |
| 51,5 – 52,0 Hz | 15 min |

Tabell 4: Minimumskrav til produksjonseenhetens evne til å holde seg tilkoblet til nettet

### 3.2 Minimumskrav for aktiv effekt levert ved underfrekvens (4.4.3)

Om frekvensen synker under angitt frekvens i Tabell 5, skal generatoren ikke redusere sin leverte aktive effekt med mer enn det som er angitt reduksjonsfaktor.  $P_M$  betegner den aktive effekten som ble levert i øyeblikket frekvensen sank ned forbi angitt frekvens.

| Frekvens | Maksimal reduksjonsfaktor |
|----------|---------------------------|
| 49,5 Hz  | 10 % av $P_M$             |

Tabell 5: Minimumskrav for evne til å levere aktiv effekt ved underfrekvens

### 3.3 Spenningsområde med kontinuerlig drift (4.4.4)

Generatoren skal være teknisk i stand til å levere effekt kontinuerlig innenfor spenningsområdet angitt i Tabell 6.

| Parameter       | Verdi                 |
|-----------------|-----------------------|
| Spenningsområde | $0,85 U_n - 1,10 U_n$ |

Tabell 6: Krav til spenningsområde med evne til kontinuerlig drift

Ved  $U_n = 230$  V vil dette si intervallet 195,5-253 V.

### 3.4 Immunitet mot hurtig endring av frekvens (4.5.2)

Avhengig av teknologi, skal kraftverket i sin helhet kunne holde seg tilkoblet ved minst så store frekvensendringer som gitt i Tabell 7.

| Generatortype                                 | Minimum frekvensendring som skal tåles |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------|
| Tilkoblet med ikke-synkron generatorteknologi | 2 Hz/s                                 |
| Tilkoblet med synkron generatorteknologi      | 1 Hz/s                                 |

Tabell 7: Krav til immunitet mot hurtig endring av frekvens

Endringsraten er definert med et flytende målevindu på 500 ms.

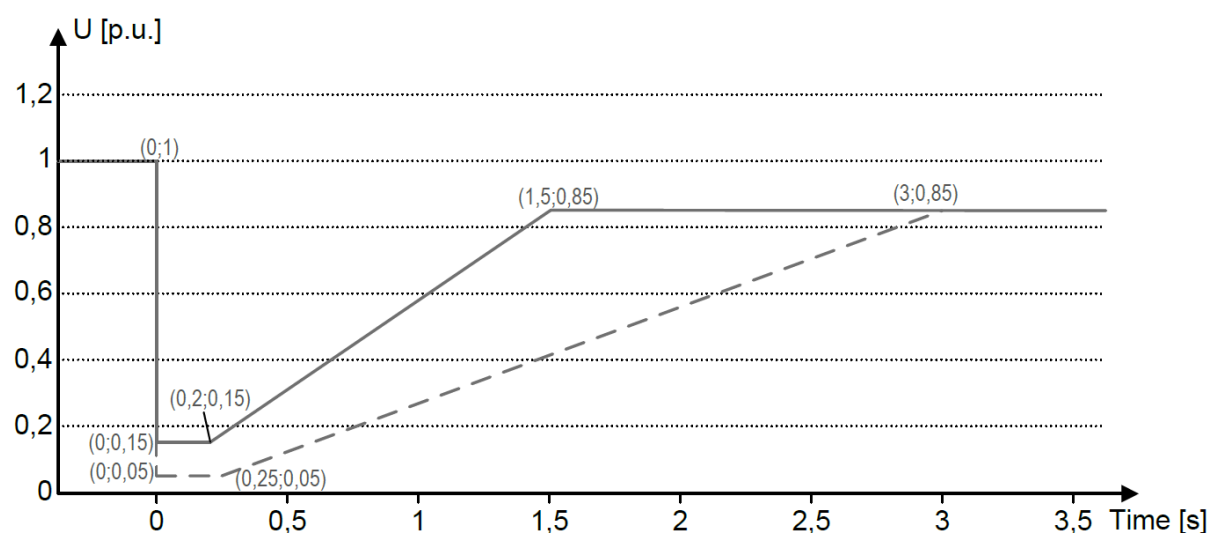
### 3.5 Tåleevne mot kortvarig underspenning (4.5.3.2, 4.5.3.3)

Det skilles her mellom generatorene av synkron og ikke-synkron teknologi. I begge tilfeller gis påkrevd tåleevne mot underspenning som et spenning-tid-diagram.

Produksjonsenheten skal kunne holde seg tilkoblet nettet gjennom spenningsnivåer og varigheter på disse som ligger over heltrukket linje i **Figur 1** eller **Figur 2** (avhengig av teknologi), og skal til enhver tid være transient stabil og beholde synkronisme. Spenning-tid-diagrammene er også gjengitt i tabellformat i Tabell 8 og Tabell 9.

Ved redusert produksjon som følge av underspenning skal begge generatortyper kunne gjenta minst 90 % av opprinnelig kraftproduksjon (eller opp til ny tilgjengelig produksjon) innen 1 sekund etter at spenningen er tilbake i normalt driftsområde.

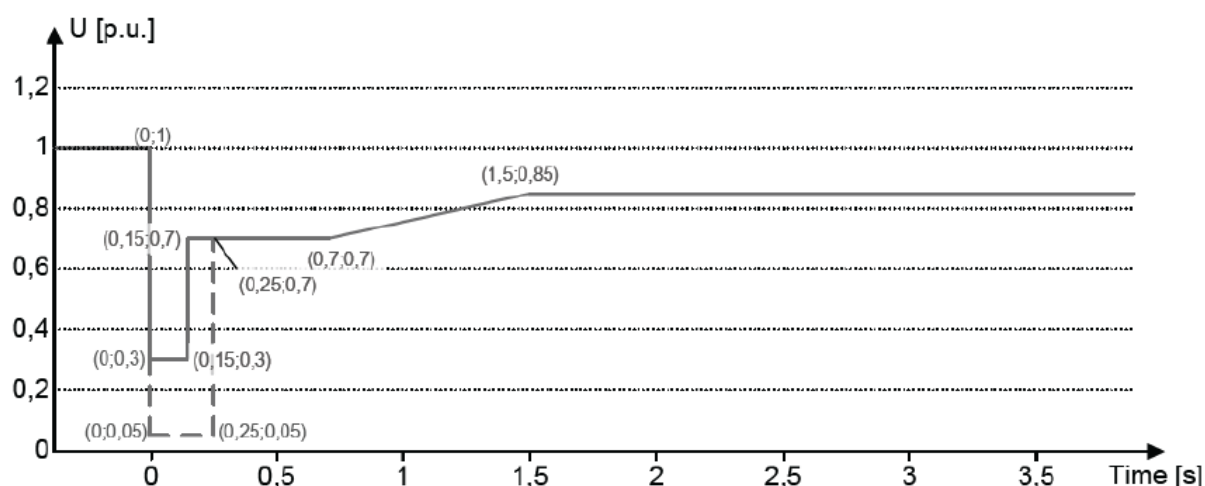
#### Ikke-synkron generatorteknologi



**Figur 1** Ikke-synkron generatorteknologi skal kunne tåle underspenninger i henhold til den heltrukne linjen i denne figuren (skal tåle spenninger/tidspunkter som ligger over linjen)

| Tid [s] | Spenning [p.u.] |
|---------|-----------------|
| 0,0     | 0,2             |
| 0,15    | 0,2             |
| 1,5     | 0,85            |

Tabell 8: Kurven fra **Figur 1** oppgitt som punkter. Alle oppgitte punkter er forbundet til hverandre med lineære linjer.



**Figur 2** Synkron generatorteknologi skal kunne tåle underspenninger i henhold til den heltrukne linjen i denne figuren (skal tåle spenninger/tidspunkter som ligger over linjen)

| Tid [s] | Spenning [p.u.] |
|---------|-----------------|
| 0,0     | 0,3             |
| 0,15    | 0,3             |
| 0,15    | 0,7             |
| 0,7     | 0,7             |
| 1,5     | 0,85            |

Tabell 9: Kurven fra **Figur 2** oppgitt som punkter. Alle oppgitte punkter er forbundet til hverandre med lineære linjer

### 3.6 Tåleevne mot kortvarig overspenning (4.5.4)

Hvis samlet produksjon fra kraftverket leverer over 16 A per fase, skal det være i stand til å forbli tilkoblet minst like lenge som definert i Tabell 10. Vær oppmerksom på at dette er et krav til teknisk tåleevne, og *ikke* er et krav til vern-innstillinger.

| Tid [s] | U [p.u.] <sup>1</sup> |
|---------|-----------------------|
| 0,0     | 1,25                  |
| 0,1     | 1,25                  |
| 0,1     | 1,20                  |
| 5,0     | 1,20                  |
| 5,0     | 1,15                  |
| 60      | 1,15                  |
| 60      | 1,10                  |

Tabell 10: Krav til tåleevne mot kortvarig overspenning

<sup>1</sup> «p.u.» = «Per Unit». 1,25 p.u. = 1,25\*U<sub>n</sub>

Spenningen som legges til grunn skal være den høyeste spenningen mellom fase- og nøytralleder. Hvis nettsystemet ikke har nøytralleder, skal det være den høyeste spenningen mellom to faseledere.

### 3.7 Effektorespons mot overfrekvens (4.6.1)

Hvis frekvensen overstiger 50,5 Hz, skal kraftverket redusere sin produksjon i henhold til følgende krav i Tabell 11.

| Parameter                                                   | Verdi      |
|-------------------------------------------------------------|------------|
| Aktiveringsfrekvens                                         | 50,5 Hz    |
| Statikk                                                     | 5 %        |
| Referanse                                                   | $P_{\max}$ |
| Forsinkelse                                                 | 0 s        |
| Utkobling ved statikk forbi minimum produksjon <sup>2</sup> | Ja         |

Tabell 11: Krav til effektorespons mot overfrekvens

$P_{\max}$  er maksimal nominell effekt.

### 3.8 Effektorespons mot underfrekvens (4.6.2)

Dette punktet er kun gjeldende for elektriske energilagringseenheter.

Om frekvensen faller under angitt frekvens, skal relevante generatorer levere aktiv effekt tilsvarende verdiene i Tabell 12.

| Parameter           | Verdi      |
|---------------------|------------|
| Aktiveringsfrekvens | 49 Hz      |
| Statikk             | 5 %        |
| Referanse           | $P_{\max}$ |
| Forsinkelse         | 0 s        |

Tabell 12: Krav til effektorespons mot underfrekvens

<sup>2</sup> Eng: «Acceptance of staged disconnection». Sier at hvis frekvensen øker til et nivå som krever en reduksjon av produsert aktiv effekt som er lavere enn hva kraftverket er i stand til å levere, skal det koble seg ut.

### 3.9 Reaktiv effektkontroll, funksjonsområde (4.7.2.2 og 4.7.2.3)

Produksjonsenheten skal være i stand til å endre effektfaktor innenfor området gitt i tabell Tabell 13.

| Parameter           | Verdi                                  |
|---------------------|----------------------------------------|
| Effektfaktor-område | 0,9 overeksitert til 0,9 undereksitert |

Tabell 13: Krav til evne til å endre effektfaktor

### 3.10 Reaktiv effektkontrollmodus og karakteristisk kurve (4.7.2.3 og 4.7.2.3.4)

Benyttet kontrollmodus skal være «cos  $\phi(P)$ », som vil si at anleggets effektfaktor endrer seg avhengig av effekten som produseres. Endringen følger en gitt karakteristisk kurve. Denne kurven gis av tabellverdiene i Tabell 14.

| Punkt | $P/P_n$ | Effektfaktor     |
|-------|---------|------------------|
| 1     | 0,0     | 1,0              |
| 2     | 0,5     | 1,0              |
| 3     | 1,0     | 0,9 overeksitert |

Tabell 14: Tabellverdier for karakteristisk kurve for cos  $\phi(P)$ -basert regulering (effektfaktor som endrer seg i takt med levert effekt)

$P/P_n$  betyr levert aktiv effekt delt på nominell aktiv effekt (kWp).

### 3.11 Krav til verninnstillinger for spenning og frekvens (4.9.2)

Om anlegget har samlet installert effekt over verdien angitt i Tabell 15, skal frekvens- og spenningsvern være plassert i en egen, dedikert enhet.

| Parameter                                                    | Verdi  |
|--------------------------------------------------------------|--------|
| Grense for vernbeskyttelse montert i ekstern, dedikert enhet | 30 kVA |

Tabell 15: Grense for når vernbeskyttelsen for anlegget skal være i en dedikert enhet

Vær oppmerksom på at de påfølgende tabellene med krav i dette delkapitlet ikke er relatert til anleggets størrelse, slik forrige punkt var.

Utløsertid på vern skal stilles inn etter følgende parametere som gitt i Tabell 16 og Tabell 17.

| Parameter                         | Verdi      |
|-----------------------------------|------------|
| Underspenning utløsernivå steg 1  | 0,8 $U_n$  |
| Underspenning utløsingstid steg 1 | 3 s        |
| Underspenning utløsernivå steg 2  | 0,45 $U_n$ |
| Underspenning utløsingstid steg 2 | 0,3 s      |
| Overspenning utløsernivå steg 1   | 1,10 $U_n$ |
| Overspenning utløsingstid steg 1  | 30 s       |
| Overspenning utløsernivå steg 2   | 1,15 $U_n$ |
| Overspenning utløsingstid steg 2  | 0,1 s      |

Tabell 16: Krav til verninnstillinger for over- og underspenning

| Parameter                         | Verdi   |
|-----------------------------------|---------|
| Underfrekvens utløsernivå steg 1  | 47,5 Hz |
| Underfrekvens utløsingstid steg 1 | 20 s    |
| Underfrekvens utløsernivå steg 2  | 47 Hz   |
| Underfrekvens utløsingstid steg 2 | 5 s     |
| Overfrekvens utløsernivå steg 1   | 52 Hz   |
| Overfrekvens utløsingstid steg 1  | 20 s    |
| Overfrekvens utløsernivå steg 2   | 52,5 Hz |
| Overfrekvens utløsingstid steg 2  | 5 s     |

Tabell 17: Krav til verninnstillinger for over- og underfrekvens

Produksjonsenheten skal i tillegg måle 10 minutters gjennomsnitt av spenningen (oppdatert minst hvert 3. sekund), og trigge et vern om spenningen overstiger verdien i Tabell 18.

| Parameter                                           | Verdi      |
|-----------------------------------------------------|------------|
| Overspenningsgrense for 10 min. gjennomsnittsmåling | 1,10 $U_n$ |

Tabell 18: Overspenningsgrense for 10 min. gjennomsnittsmåling

### 3.12 Oppstart av kraftproduksjon, og gjeninnkobling etter utløst vern (4.10.2 og 4.10.3)

Tabell 19 gir krav for startbetingelser og oppstartsforløpet ved oppstart av kraftverkets produksjon. Dette gjelder både for normal, manuell oppstart og for automatisk gjeninnkobling etter utløst vern.

| Parameter                                  | Verdi          |
|--------------------------------------------|----------------|
| Nedre frekvens                             | 49,9 Hz        |
| Øvre frekvens                              | 50,1 Hz        |
| Nedre spenningsnivå                        | 85 % av $U_n$  |
| Øvre spenningsnivå                         | 110 % av $U_n$ |
| Observasjonstid                            | 60 s           |
| Økningsgradient for aktiv effektproduksjon | 50 %/min       |

Tabell 19: Krav til betingelser ved oppstart av kraftproduksjon og gjeninnkobling etter utløst vern

Observasjonstiden angir hvor lenge frekvens- og spennings-verdiene må være kontinuerlig innenfor tillatte verdier før kraftverket begynner å levere strøm. Økningsgradienten sier hvor fort anlegget maksimalt kan trappe opp produksjonen sin, som en prosent av nominell aktiv effekt per minutt.

#### 4 KRAV TIL HARMONISKE SPENNINGER

For anlegg *under* 30 kW gjelder grensene i Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet (FoL) for både individuelle harmoniske og total harmonisk forvrengning (THD).

For anlegg *over* 30 kW skal anlegget maksimalt mate inn 70 % av grensene i FoL for individuelle harmoniske og total harmonisk forvrengning (THD), som vist i Tabell 20. Anlegget skal heller ikke gi en THD av spenningens kurveform som overstiger verdiene i Tabell 21.

Verdiene i Tabell 20 og Tabell 21 gjelder for gjennomsnittverdier målt over 10 minutter.

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

Tabell 20: Grenser for individuelle harmoniske forårsaket av generatorer over 30 kW

| Parameter                              | Verdi |
|----------------------------------------|-------|
| THD målt over 10 minutter gjennomsnitt | 6 %   |
| THD målt over en ukes gjennomsnitt     | 4 %   |

Tabell 21: Grenser for THD forårsaket av generatorer over 30 kW

## 5 REFERANSER

1. NEK EN 50549-1
2. RENblad 3040