

Informationsklass  
**K1**

DNr Svenska Kraftnät  
**TR/181**

Enhet  
**SKS, Elkvalitet och systemstudier**

Beteckning  
**TRo6**

Datum  
**2025-02-21**

Samråd  
**TD, cSKS, cSKN, cNTO, cNTK**

**TEKNISK RIKTLINJE**

Utgåva  
**1.0**

Fastställd  
**SKS**

# ELKVALITET

## Uppdateringar

| Utgåva | Ändringsnot     | Datum      |
|--------|-----------------|------------|
| 1.0    | Första utgåvan. | 2025-02-21 |
|        |                 |            |
|        |                 |            |
|        |                 |            |
|        |                 |            |
|        |                 |            |
|        |                 |            |

## Innehåll

|       |                                             |    |
|-------|---------------------------------------------|----|
| 1     | Inledning.....                              | 5  |
| 2     | Allmänna definitioner .....                 | 6  |
| 2.1   | Stamnät .....                               | 6  |
| 2.2   | Anslutningspunkt .....                      | 6  |
| 2.3   | Referensspänning .....                      | 6  |
| 2.4   | Störande installation .....                 | 6  |
| 2.5   | Störnivå .....                              | 6  |
| 2.6   | Tålighetsnivå.....                          | 7  |
| 2.7   | Planeringsnivå .....                        | 7  |
| 2.8   | Nuvarande störnivå.....                     | 7  |
| 2.9   | Tillgängligt störutrymme.....               | 8  |
| 2.10  | Bidrag till störnivå.....                   | 8  |
| 2.11  | Tiominutersvärde .....                      | 8  |
| 3     | Storheter av betydelse för elkvalitet ..... | 9  |
| 3.1   | Vågformsdistorsion .....                    | 9  |
| 3.1.1 | Spänningsövertoner.....                     | 9  |
| 3.1.2 | Diskreta mellantoner i spänningen .....     | 10 |
| 3.1.3 | Supratoner .....                            | 11 |
| 3.2   | Flimmer .....                               | 11 |
| 3.3   | Långsamma spänningsändringar.....           | 12 |
| 3.4   | Snabba spänningsändringar, ej flimmer ..... | 12 |
| 3.5   | Kortvariga spänningssänkningar .....        | 13 |
| 3.6   | Kortvariga spänningshöjningar.....          | 13 |
| 3.7   | Avbrott .....                               | 14 |
| 3.7.1 | Kort avbrott .....                          | 14 |
| 3.7.2 | Långt avbrott.....                          | 15 |
| 3.8   | Transienter .....                           | 15 |
| 3.9   | Osymmetri i trefassspänningen .....         | 15 |
| 3.10  | DC-komponenter .....                        | 16 |
| 4     | Tålighetsnivåer .....                       | 17 |
| 4.1   | Vågformsdistorsion .....                    | 17 |
| 4.1.1 | Spänningsövertoner.....                     | 17 |

|       |                                                                           |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.2 | Diskreta mellantoner i spänningen .....                                   | 17 |
| 4.1.3 | Supratoner .....                                                          | 17 |
| 4.2   | Flimmer .....                                                             | 18 |
| 4.3   | Långsamma spänningsändringar.....                                         | 18 |
| 4.4   | Snabba spänningsändringar, ej flimmer.....                                | 18 |
| 4.5   | Kortvariga spänningssänkningar .....                                      | 18 |
| 4.6   | Kortvariga spänningshöjningar.....                                        | 19 |
| 4.7   | Avbrott .....                                                             | 19 |
| 4.7.1 | Kort avbrott .....                                                        | 19 |
| 4.7.2 | Långt avbrott.....                                                        | 19 |
| 4.8   | Transienter .....                                                         | 19 |
| 4.9   | Osymmetri i trefassspänningen .....                                       | 19 |
| 4.10  | DC-komponenter .....                                                      | 20 |
| 5     | Planeringsnivåer.....                                                     | 21 |
| 5.1   | Vågformsdistorsion .....                                                  | 21 |
| 5.1.1 | Spänningsövertoner.....                                                   | 21 |
| 5.1.2 | Diskreta mellantoner för spänningen .....                                 | 21 |
| 5.1.3 | Supratoner .....                                                          | 22 |
| 5.2   | Flimmer .....                                                             | 22 |
| 5.3   | Långsamma spänningsändringar.....                                         | 22 |
| 5.4   | Snabba spänningsändringar, ej flimmer.....                                | 22 |
| 5.5   | Kortvariga spänningssänkningar .....                                      | 23 |
| 5.6   | Kortvariga spänningshöjningar.....                                        | 23 |
| 5.7   | Avbrott .....                                                             | 23 |
| 5.7.1 | Kort avbrott .....                                                        | 23 |
| 5.7.2 | Långt avbrott.....                                                        | 23 |
| 5.8   | Transienter .....                                                         | 23 |
| 5.9   | Osymmetri i trefassspänningen .....                                       | 23 |
| 5.10  | DC-komponenter .....                                                      | 23 |
| 6     | Tilldelning av gränsvärden för storheter av betydelse för elkvalitet..... | 24 |
| 7     | Verifiering av kravuppfyllnad .....                                       | 25 |
| 8     | Referenser .....                                                          | 26 |

# 1 Inledning

Denna Tekniska Riktlinje definierar storheter av betydelse för elkvalitet i det svenska stamnätet (220–400 kV). Storheterna beskriver i huvudsak egenskaperna hos spänningen i form av avvikelser från en ideal sinuskurva och regleras i anslutningspunkten.

I detta dokument fastställs tålighetsnivåer och planeringsnivåer för respektive storhet. Tålighetsnivån motsvarar den högsta acceptabla störnivån/avvikelsen som får förekomma i stamnätet. Planeringsnivån avser den högsta störnivån/avvikelsen som Svenska kraftnät eftersträvar att bibehålla för en storhet under normala driftsförhållanden i stamnätet, och används som utgångspunkt vid tilldelning av gränsvärden för storheter av betydelse för elkvalitet. Planeringsnivån har en marginal mot tålighetsnivån, till exempel för att ta hänsyn till framtida förändringar i nätet.

Svenska kraftnät ska säkerställa god elkvalitet i stamnätet och ansvarar för att tålighetsnivåerna inte överskrids under normala förhållanden. Detta sker genom kravställning på anläggningar som ska ansluta till stamnätet.

För vågformsdistorsion och flimmer finns det en nuvarande störnivå att ta hänsyn till vid utformning av krav. För dessa storheter tilldelar Svenska kraftnät gränsvärden. Tilldelning sker med utgångspunkt i definierade planeringsnivåer och innebär att anslutningen tilldelas en andel av planeringsnivån för den aktuella storheten.

En installation ska inte utsätta andra nät eller anläggningar för påkänningar över gällande gränsvärden. För att verifiera att storheter av betydelse för elkvaliteten håller sig inom angivna nivåer och gränsvärden krävs uppföljning och mätning. Riktlinjen rekommenderar därför också lämpliga mätmetoder samt metoder för uppföljning. Dessutom åligger det respektive nätägare att ställa krav på anslutande parter i syfte att begränsa negativ återverkan på elkvaliteten i elnätet som helhet.

## 2 Allmänna definitioner

### 2.1 Stamnät

Med stamnät avses det svenska transmissionsnätet 220-400 kV som Svenska kraftnät äger och förvaltar. Detta inkluderar av Svenska kraftnät förvaltade utlandsförbindelser.

### 2.2 Anslutningspunkt

I denna riktlinje definieras en anslutningspunkt till stamnätet som den punkt vid vilken elektrisk energi överförs mellan ägare av olika anläggningsdelar. Mätningar av de storheter som denna riktlinje behandlar bör om möjligt utföras i anslutningspunkten.

### 2.3 Referensspänning

Referensspänning utgörs av nominell systemspänning i anslutningspunkten (400 kV eller 220 kV). Om det i avtal eller på annat sätt överenskommits en från den nominella systemspänningen avvikande spänning ska denna i stället utgöra referensspänning. Vid mätning och uppföljning av händelser används istället begreppet "glidande referensspänning" enligt IEC 61000-4-30 [2].

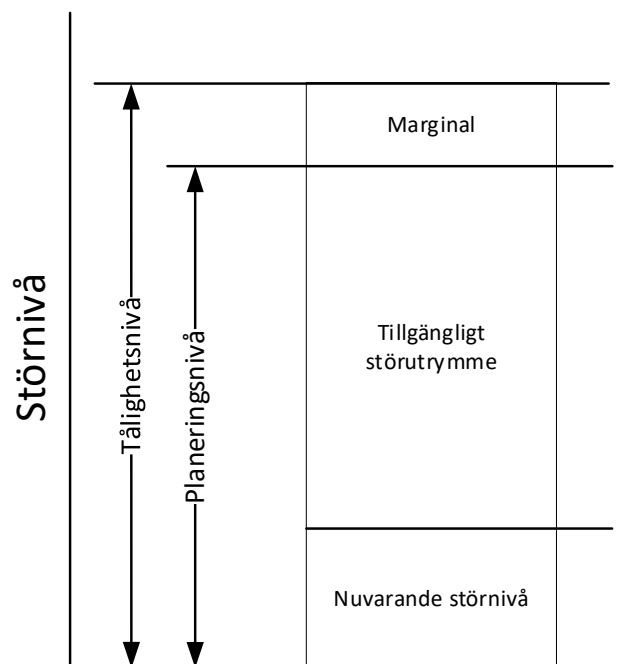
### 2.4 Störande installation

En störande installation avser en anläggning som bedöms kunna ge upphov till störningar med påverkan på elkvaliteten i stamnätet. En sådan anläggning kan vara direkt eller indirekt ansluten till en anslutningspunkt i stamnätet.

### 2.5 Störnivå

Störnivå avser den totala störnivån för en specifik storhet av betydelse för elkvalitet, i en angiven anslutningspunkt till stamnätet.

En översikt över förhållandet mellan olika gränser och nivåer som används för att bibehålla en acceptabel störnivå i stamnätet ges i Figur 1.



Figur 1: Översikt över förhållandet mellan tålighetsnivå, planeringsnivå, tillgängligt störutrymme samt nuvarande störnivå.

## 2.6 Tålighetsnivå

Tålighetsnivå avser den högsta tillåtna störnivån/avvikelsen som får förekomma för en storhet under normala driftsförhållanden i stamnätet och som all primär utrustning som ansluter till stamnätet ska vara dimensionerad för att kunna motstå med bibehållen funktion.

## 2.7 Planeringsnivå

Planeringsnivå är den högsta störnivån/avvikelsen som Svenska kraftnät eftersträvar att ej överskrida för en storhet under normala driftsförhållanden i stamnätet. Planeringsnivån utgör även den referensnivå som används som utgångspunkt vid tilldelning av gränsvärden för storheter av betydelse för elkvalitet.

## 2.8 Nuvarande störnivå

För vågformsdistorsion samt flimmer finns det en befintlig störnivå att ta hänsyn till vid utformning av krav. Den nuvarande störnivån (även kallad bakgrundsnivå) avser den aktuella uppmätta störnivån i en viss anslutningspunkt innan anslutning av en ny störande installation. För övertoner används begreppet bakgrundsdistorsion.

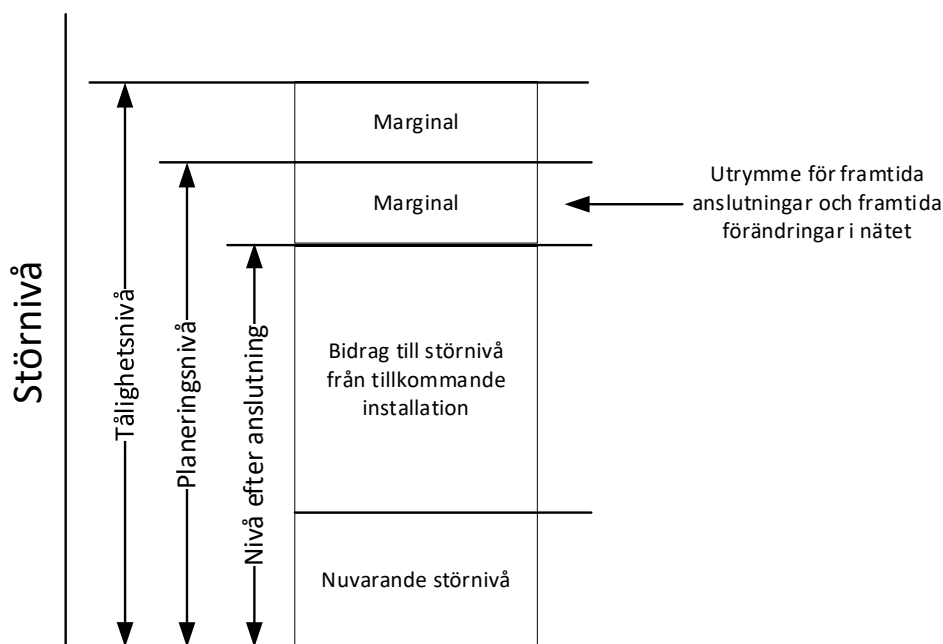
## 2.9 Tillgängligt störutrymme

Det tillgängliga störutrymmet utgör skillnaden mellan planeringsnivån och den nuvarande störnivån i en specifik anslutningspunkt.

## 2.10 Bidrag till störnivå

Bidrag till störnivå avser en enskild störande installations bidrag till den totala störnivån i stamnätet, som vanligtvis är relaterat till anslutningspunkten. Att mäta störnivån från en enskild störande installation kan dock vara svårt om andra störande källor finns närvarande.

En översikt över förhållandet mellan tålighetsnivå, planeringsnivå, nuvarande störnivå samt bidrag till störnivå från en tillkommande störande installation ges i Figur 2.



Figur 2: Översikt över förhållandet mellan tålighetsnivå, planeringsnivå, nuvarande störnivå samt bidrag till störnivå från en tillkommande störande installation.

## 2.11 Tiominutersvärde

Tiominutersvärde avser ett medelvärde för en given elkvalitetsparameter under en tiominutersperiod enligt definition i IEC 61000-4-30 [2].



## 3 Storheter av betydelse för elkvalitet

I detta avsnitt beskrivs storheter av betydelse för elkvalitet i stamnätet. Storheterna beskriver i huvudsak egenskaperna hos spänningen i form av avvikelser från en ideal sinuskurva. Storheterna varierar under normala driftförhållanden, till exempel till följd av ändrade lastförhållanden, störningar genererade av någon utrustning, eller yttre påverkan.

### 3.1 Vågformsdistorsion

Vågformsdistorsion avser komponenter i spänning och ström med annan frekvens än grundtonen (50 Hz). Vågformsdistorsion orsakas av kraftelektronik (t.ex. vindkraft-, solkraft- och HVDC/FACTS-anläggningar) samt andra olinjära laster (t.ex. ljusbågsugnar) ansluts till elnätet. Förekomsten av vågformsdistorsion innebär att spänningens och strömmens kurvform förvrängs från sin ideala sinusform. Vågformsdistorsion delas vidare upp i övertoner, mellantoner och supratoner.

#### 3.1.1 Spänningsövertoner

Spänningsövertoner definieras som frekvenskomponenter hos spänningen som är heltalsmultiplar av grundtonen. I detta dokument avses så kallade kvasistationära övertoner av mer eller mindre varaktigt slag under normala driftförhållanden.

Orsaken till spänningsövertoner är övertonsströmmens återverkan över nätimpedansen. Förekomsten av resonanser kan vidare bidra till att förstärkning vid vissa frekvenser uppstår. Underliggande nät bidrar till den sammanlagda övertonsnivån i överliggande nät, och tvärtom.

Övertoner i spänningen kan bestämmas individuellt genom deras relativa amplitud relaterad till spänningen vid frekvensen 50 Hz eller sammanlagt genom den totala övertonshalten, THD. Följande två storheter är ett mått på förekomsten av spänningsövertoner:

**Den totala relativa undergrupperade övertonshalten hos spänningen (THDS<sub>U</sub> %)** är ett mått på den samlade övertonshalten, d.v.s. hur mycket spänningens kurvform avviker från sinusformen. Den definieras i enlighet med IEC 61000-4-7 [1] som "Subgroup Total Harmonic Distortion in Voltage THDS<sub>U</sub>, %".

**Den individuella relativa undergrupperade övertonshalten hos spänningen ( $D_{U_{sg,h}}$  %)** är förhållandet mellan effektivvärdet (r.m.s-värdet) för en enskild undergrupperad överton och effektivvärdet för undergruppen motsvarande aktuell grundtonsspänning (50 Hz) enligt ekvation (1). Effektivvärdet för en enskild undergrupperad överton definieras i enlighet med IEC 61000-4-7 [1] som "r.m.s. value of a harmonic subgroup  $Y_{sg,h}$ ", där  $Y$  ersätts med symbolen  $U$  för spänning och  $h$  är ordningsnumret för övertonen i fråga.

$$D_{U_{sg,h}} = 100 \times \frac{U_{sg,h}}{U_{sg,1}} \% \quad (1)$$

Övertoner i spänningen ska mätas enligt IEC 61000-4-30 (klass A) [2]. Resultatet ska som ett minimum redovisas i form av 95 %, 99 % och 100 % veckovärden. 95 %, 99 % och 100 % veckovärdena är de värden som med 95 %, 99 % och 100 % sannolikhet inte överskrider under varje vecka under mätperioden.

Svenska kraftnät ansvarar för att övertonerna i spänningen håller sig inom angivna tålighetsnivåer enligt denna riktlinje. Om en kund överskrider de gränsvärden som tilldelats denne, åligger det kunden att svara för och bekosta åtgärder så att störnivån reduceras till tilldelad nivå.

### 3.1.2 Diskreta mellantoner i spänningen

Mellantoner definieras som frekvenskomponenter som inte är multiplar av grundtonen. Följande storhet är ett mått på förekomsten av diskreta mellantoner:

**Den enskilda diskreta relativa undergrupperade mellantonen hos spänningen ( $D_{U_{isg,h}}$  %)** är förhållandet mellan effektivvärdet (r.m.s-värdet) för en enskild undergrupperad mellanton och effektivvärdet för undergruppen motsvarande aktuell grundtonsspänning (50 Hz) enligt ekvation (2). Effektivvärdet för en enskild undergrupperad mellanton definieras i enlighet med IEC 61000-4-7 [1] som "r.m.s. value of an interharmonic centred subgroup  $Y_{isg,h}$ ", där  $Y$  ersätts med symbolen  $U$  för spänning och  $h$  är ordningsnumret för mellantonen i fråga. Mellantonen mellan ordningsnumret  $h$  och  $h+1$  betecknas som  $Y_{isg,h}$  (t.ex. mellantonen mellan  $h=5$  och  $h=6$  får beteckningen  $Y_{isg,5}$ ). Samma princip följer för  $D_{U_{isg,h}}$ .

$$D_{U_{isg,h}} = 100 \times \frac{U_{isg,h}}{U_{isg,1}} \% \quad (2)$$

Mellantoner i spänningen ska mätas enligt IEC 61000-4-30 (klass A) [2]. Resultatet ska som ett minimum redovisas i form av 95 %, 99 % och 100 % veckovärden. 95 %, 99 % och 100 % veckovärdena är de värden som med

95 %, 99 % och 100 % sannolikhet inte överskrider under varje vecka under mätperioden.

Svenska kraftnät ansvarar för att de diskreta mellantonerna i spänningen håller sig inom angivna tålighetsnivåer enligt denna riktlinje. Om en kund överskrider de gränsvärden som tilldelats denne, åligger det kunden att svara för och bekosta åtgärder så att störnivån reduceras till tilldelad nivå.

### 3.1.3 Supratoner

Vågförmsdistorsion i form av spänningsövertoner brukar vanligtvis beaktas upp till 2,5 kHz. Modern kraftelektronikansluten utrustning kan dock orsaka vågförmsdistorsion vid betydligt högre frekvenser (2-150 kHz), vilket refereras till som supratoner. Det finns idag inga vedertagna planeringsnivåer för supratoner. Det finns inte heller någon vedertagen metod för mätning. Där mätning av supratoner utförs, ska dessa tillsvidare utföras i enlighet med IEC 61000-4-30 (klass A) [2] Annex C.

Tålighetsnivåer och planeringsnivåer för supratoner tillämpas ej i dagsläget.

## 3.2 Flimmer

Flimmer är benämningen på det subjektiva intrycket av ljusfluktuationer vilka i sin tur orsakas av t.ex. fluktuationer i spänning. Följande två storheter är ett mått på intensiteten hos flimmer:

> **Korttidsvärde (P<sub>st</sub>)** mätt över en period om tio minuter.

> **Långtidsvärde (P<sub>lt</sub>)** beräknat utifrån en sekvens av tolv P<sub>st</sub>-värden under ett två-timmarsintervall enligt ekvation (3).

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

P<sub>st</sub> och P<sub>lt</sub> definieras enligt IEC/TR 61000-3-7 [3].

Flimmer ska mätas enligt IEC 61000-4-30 (klass A) [2] och IEC 61000-4-15 [4]. Resultatet ska som ett minimum redovisas i form av 95 %, 99 % och 100 % veckovärden för P<sub>st</sub> och P<sub>lt</sub>. 95 %, 99 % och 100 % veckovärden är de värden som med 95 %, 99 % och 100 % sannolikhet inte överskrider under varje vecka under mätperioden.

Om det under en mätperiod inträffat en kortvarig spänningssänkning och/eller höjning leder detta till höga P<sub>st</sub>- och P<sub>lt</sub>-värden. Om det under mätperioden registrerats en avvikelse från den glidande referensspänningen med mer än 10 % (dvs. en kortvarig spänningssänkning och/eller

spänningshöjning har registrerats) ska Pst- och Plt-värden för denna mätperiod flaggas.

Om en kund överskrider det flimmerutrymme som tilldelats denne, åligger det kunden att svara för och bekosta åtgärder så att flimmernivån reduceras till tilldelad nivå.

Temporära kortvariga överskridanden (gäller både enskild kund som orsakar flimmer och kunder tillsammans) kan tillåtas efter att separat avtal om detta tecknats.

### 3.3 Långsamma spänningsändringar

Långsamma spänningsändringar bestäms utifrån tiominutersvärden av spänningens effektivvärde och beror i huvudsak på dygnsvariationer i nätets belastning.

Långsamma spänningsändringar ska mätas enligt IEC 61000-4-30 (klass A) [2]. Resultatet ska redovisas i form av 95 %, 99 % och 100 % veckovärden beräknade utifrån förekommande tiominutersvärden. Följande index ska tillämpas då spänningen ligger utanför angivna gränser; tidpunkt, antalet tiominutersvärden utanför gränserna, högsta/lägsta värdet och medelvärdet.

Svenska kraftnät har ett övergripande ansvar för att aktuell spänning håller sig inom tillåtna gränser. Gränser för långsamma spänningsändringar behandlas inte i detta dokument.

### 3.4 Snabba spänningsändringar, ej flimmer

Snabba spänningsändringar definieras enligt föreskriften EIFS 2023:3 [5] som en ändring av spänningens effektivvärde som är snabbare än 0,5 procent per sekund och där spänningens effektivvärde före, under och efter ändringen är mellan 90 procent och 110 procent av referensspänningen. Snabba spänningsändringar bestäms av stationär och maximal spänningsändring där  $\Delta U_{\text{stationär}}$  är skillnaden mellan spänningens effektivvärde före och efter ändringen och  $\Delta U_{\text{max}}$  är den maximala spänningsändringen under ett spänningsändringsförlopp.

En ändring av spänningens effektivvärde som orsakar en spänningssänkning eller spänningshöjning som är större än 10 % av överenskommen spänning i anslutningspunkten, definieras som en kortvarig spänningssänkning, se avsnitt 3.5, alternativt spänningshöjning, se avsnitt 3.6 .

Snabba spänningsändringar ska mätas enligt IEC 61000-4-30 (klass A) [2]. Resultatet ska redovisas i form av en sammanställning av varaktighet,

stationär spänningsändring, samt maximal spänningsändring enligt IEC 61000-4-30 [2].

Svenska kraftnät liksom ansvariga för underliggande nät ansvarar för att dimensionera brytarkopplade reaktiva komponenter så att angivna gränsvärden ej överskrids, se avsnitt 4.4 och 5.4.

### 3.5 Kortvariga spänningssänkningar

En kortvarig spänningssänkning (även kallad spänningsdipp) definieras enligt föreskriften EIFS 2023:3 [5] som en tillfällig sänkning av spänningens effektivvärde under 90 procent av referensspänningen.

Kortvariga spänningssänkningar orsakas oftast av olika fel i stamnätet eller underliggande nät, t.ex. jordfel och kortslutningar, och kan påverka stora geografiska områden. Även kopplingar av stora laster, t.ex. motorer eller transformatorer kan ge upphov till lokala spänningsdippar.

Kortvariga spänningssänkningar ska mätas enligt den mätmetod som anges i IEC 61000-4-30 (klass A) [2]. I stamnätet ska en så kallad glidande referensspänning användas för att detektera och utvärdera kortvariga spänningssänkningar. Den s.k. trignivån ska i stamnätet vara 10 %, dvs. en kortvarig spänningssänkning detekteras om den relativa spänningssänkningen i en eller flera faser är större än eller lika med 10 % under mer än 10 ms.

Kortvariga spänningssänkningar ska redovisas i form av en s.k. dipptabell i enlighet med EIFS 2023:3 [5]. Presentation kan också ske i form av en sammanställning av tidpunkt, kvarvarande spänning (lägsta fas eller för varje fas), samt varaktighet (längsta varaktighet eller för varje fas).

Svenska kraftnät liksom ansvariga för underliggande nät har ett ansvar att försöka begränsa antalet och varaktigheten hos kortvariga spänningssänkningar. Vid fel som påverkar stamnätet men härrör underliggande nät och som inte bedöms uppfylla kraven på god kvalitet i avsnitt 4.5 och 5.5 är det berörd nätägare som ansvarar för att vidta åtgärder.

Det är dock inte praktiskt möjligt att helt undvika förekomster av kortvariga spänningssänkningar.

### 3.6 Kortvariga spänningshöjningar

En kortvarig spänningshöjning definieras enligt föreskriften EIFS 2023:3 [5] som en tillfällig höjning av spänningens effektivvärde över 110 procent av referensspänningen.

Kortvariga spänningshøjningar ska mätas enligt den mätmetod som anges i IEC 61000-4-30 (klass A) [2]. I stamnätet ska en så kallad glidande referensspänning användas för att detektera och utvärdera kortvariga spänningshøjningar. Den s.k. trignivån ska i stamnätet vara 10 %, dvs. en kortvarig spänningshøjning detekteras om den relativa spänningshøjningen i en eller flera faser är större än eller lika med 10 % under mer än 10 ms.

Kortvariga spänningshøjningar redovisas enligt samma princip som för kortvariga spänningssänkningar.

Svenska kraftnät liksom ansvariga för underliggande nät har ett ansvar att försöka begränsa antalet och varaktigheten hos kortvariga spänningshøjningar. Det är dock inte praktiskt möjligt att helt undvika förekomster av kortvariga spänningshøjningar.

## 3.7 Avbrott

Ett avbrott kan klassificeras enligt följande:

- > Aviserat, när elanvändaren är underrättad i förväg, i syfte att utföra planerat arbete i nätet.
- > Tillfälligt, orsakat av bestående eller övergående fel, i de flesta fall till följd av yttre händelser, utrustningsfel eller störningar.

Det som behandlas i detta dokument är tillfälliga avbrott.

### 3.7.1 Kort avbrott

Ett kort avbrott definieras enligt EIFS 2023:3 [5] som en spänningssänkning (eller avbrott) ned till 0 (noll) i en eller flera faser, med en varaktighet på minst 100 millisekunder upp till och med 3 minuter.

Korta avbrott ska mätas enligt den mätmetod som anges i IEC 61000-4-30 (klass A) [2]. I stamnätet ska en så kallad glidande referensspänning användas för att detektera och utvärdera korta avbrott. Den s.k. trignivån ska i stamnätet vara 1 % av överenskommen spänning i anslutningspunkten, dvs. ett kort avbrott detekteras om kvarvarande spänning är mindre än eller lika med 1 %.

Korta avbrott redovisas i form av en sammanställning av tidpunkt och varaktighet.

Svenska kraftnät liksom ansvariga för underliggande nät har ett ansvar att försöka begränsa antalet och varaktigheten hos korta avbrott.

### 3.7.2 Långt avbrott

Ett långt avbrott definieras enligt EIFS 2023:3 [5] som ett avbrott som är längre än 3 minuter. I det fall en anläggning är elektriskt tillkopplad kortare tid än 3 minuter mellan fler på varandra följande avbrott ska återställningen inte beaktas. Hela tidsperioden från det första avbrottets början till det sista avbrottets slut ska då anses tillhöra samma avbrott.

Långvariga avbrott i stamnätet orsakas av bestående fel och är mycket ovanliga. Dessa avbrott behandlas separat från de elkvalitetsfenomen som i övrigt behandlas i detta dokument.

Svenska kraftnät liksom ansvariga för underliggande nät har ett ansvar att försöka begränsa antalet och varaktigheten hos långa avbrott.

## 3.8 Transienter

Transienta överspänningar definieras enligt IEC 60071-1 [6] som kortvariga överspänningar med en varaktighet på några millisekunder eller mindre. Det kan dock förekomma överspänningar med längre varaktighet, till exempel resonanta överspänningar. Transienta överspänningar definieras normalt utifrån mått som amplitud, stigtid och halvvärdestid.

Transienter som uppstår i kraftsystemet orsakas till exempel av kopplingar eller atmosfäriska överspänningar. Förekomsten av transienter varierar dels med årstid (åskperioder) samt avstånd till manövrerade komponenter som exempelvis kablar eller reaktorer och kondensatorer.

Svenska kraftnät har normalt ett ansvar mot underliggande nät. Viss försiktighet måste dock iakttas då impedansförhållanden i näten är avgörande för hur transienter fortplantas.

Någon standardiserad mätmetod för transienter finns i dagsläget inte. En beskrivning av och exempel på vilka parametrar som krävs för att detektera och karaktärisera transienter beskrivs kort i en informativ del i IEC 61000-4-30 [2].

Transienter ska redovisas i form av vågformsdata.

## 3.9 Osymmetri i trefasspänningen

Osymmetri (obalans) i ett trefasigt system karaktäriseras av någon eller båda av följande:

- > Spänningen mellan fas-jord (eller fas-fas) är inte lika i de tre faserna.
- > Fasläget mellan dessa spänningar avviker från 120 grader.

Osymmetri definieras som förhållandet mellan trefassspänningens nollföljds- eller minusföljdskomponent och trefassspänningens plusföljdskomponent enligt ekvation (4) och (5):

$$U_-/U_+ \quad (4)$$

$$U_0/U_+ \quad (5)$$

I stamnätet orsakas osymmetrier i huvudsak av osymmetriska nätimpedanser, vanligtvis härrörande från ofullständigt skruvade luftledningarna. Svenska kraftnäts tekniska riktlinje TR15-02 beskriver krav avseende skruvning av luftledningarna.

Osymmetrin i spänningen ska mätas enligt IEC 61000-4-30 (klass A) [2].

Resultatet ska som ett minimum redovisas i form av 95 %, 99 % och 100 % veckovärden. 95 %, 99 % och 100 % veckovärdena är de värden som med 95 %, 99 % och 100 % sannolikhet inte överskrider under varje vecka under mätperioden.

Svenska kraftnät ansvarar, genom tillräckligt skruvade kraftledningarna, för att nätimpedanserna i stamnätet är tillräckligt symmetriska. Varje kund ansluten till stamnätet ansvarar för att uttagen ström är symmetrisk och därmed inte orsakar osymmetrier i spänningen.

### 3.10 DC-komponenter

DC-komponenter orsakas framförallt av stora HVDC-anläggningar samt av geomagnetiskt inducerade strömmar, s.k. GIC (eng. Geomagnetically Induced Currents). Kvasistationära likspänningar på grund av GIC uppnår höga värden beroende på solfläcksaktiviteter. DC-komponenter behandlas i stamnätet separat från de elkvalitetsfenomen som tas upp i detta dokument.



## 4 Tålighetsnivåer

Tålighetsnivå avser den högsta tillåtna störnivån i stamnätet under normala driftsförhållanden. All primär utrustning som ansluter till stamnätet ska vara dimensionerad för att kunna motstå dessa nivåer med bibehållen funktion.

Svenska kraftnät ansvarar för att tålighetsnivåer ej överskrids inom stamnätet genom att fastställa planeringsnivåer och tilldela gränsvärden för storheter av betydelse för elkvalitet. En del av de fenomen som behandlas i detta dokument är dock så oförutsägbara att det inte är praktiskt möjligt att ange tålighetsnivåer för dessa.

### 4.1 Vågformsdistorsion

#### 4.1.1 Spänningsövertoner

Under varje period av en vecka ska 95 % av antalet 10 minutersvärden för **den individuella relativa undergrupperade övertonshalten hos spänningen  $D_{Usg,h}$**  vara mindre än eller lika med värdena i Tabell 1.

Dessutom ska 95 % av antalet 10 minutersvärden under varje period av en vecka för **den totala relativa undergrupperade övertonshalten hos spänningen  $THDS_U$**  (inklusive alla övertoner upp till och med den 50:e) vara mindre än eller lika med 4,5 %.

Tabell 1: Tålighetsnivåer för den individuella relativa undergrupperade övertonshalten hos spänningen  $D_{Usg,h}$ .

| Udda övertoner ej multiplar av 3 |                          | Udda övertoner multiplar av 3 |                  | Jämna övertoner     |                                   |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Överton (h)                      | Övertonshalt (%)         | Överton (h)                   | Övertonshalt (%) | Överton (h)         | Övertonshalt (%)                  |
| 5                                | 2,50                     | 3                             | 2,50             | 2                   | 1,75                              |
| 7                                | 2,50                     | 9                             | 1,25             | 4                   | 1,00                              |
| 11                               | 1,85                     | 15                            | 0,60             | 6                   | 0,50                              |
| 13                               | 1,85                     | 21                            | 0,40             | 8                   | 0,50                              |
| $17 \leq h \leq 49$              | $1,5 \cdot \frac{17}{h}$ | $21 < h \leq 45$              | 0,40             | $10 \leq h \leq 50$ | $0,2375 \cdot \frac{10}{h} + 0,2$ |

#### 4.1.2 Diskreta mellantoner i spänningen

Under varje period av en vecka ska 95 % av antalet 10-minutersvärden för **den enskilda diskreta relativa undergrupperade mellantonen hos spänningen  $D_{Uisg,h}$**  vara mindre än eller lika med 0,5 %.

#### 4.1.3 Supratoner

Tålighetsnivåer för supratoner tillämpas ej i dagsläget.

## 4.2 Flimmer

Under varje period av en vecka ska 95 % av antalet **Pst- (korttidsvärde)** och **Plt-värden (långtidsvärde)** vara mindre än eller lika med nedan angivna värden.

$$Pst.95 \% \leq 1,5$$

$$Plt.95 \% \leq 1,25$$

Pst.95 % är det Pst-värde som med 95 % sannolikhet inte överskrids under mätperioden. Samma sak avses med Plt.95 %.

## 4.3 Långsamma spänningsändringar

Långsamma spänningsändringar behandlas i stamnätet separat från de elkvalitetsfenomen som diskuteras i detta dokument, se avsnitt 3.3.

## 4.4 Snabba spänningsändringar, ej flimmer

För snabba spänningsändringar ska den stationära spänningsändringen  $\Delta U_{stationär}$  ej överskrida 3 % under ett spänningsändringsförlopp. Vidare ska den maximala spänningsändringen  $\Delta U_{max}$  ej överskrida 5 %. Det som avses är snabba relativa spänningsändringar som kan uppstå till exempel på grund av koppling av brytarkopplade reaktiva resurser, kablar, eller planerade snabba lastförändringar, och som ej orsakats av åska, jordfel eller liknande oplanerade händelser.

Sällan förekommande överskridanden tillåts efter överenskommelse eller om det är motiverat av driftsäkerhetsskäl.

## 4.5 Kortvariga spänningssänkningar

Kortvariga spänningssänkningar i anslutningspunkter till stamnätet klassificeras enligt Tabell 2. Kortvariga spänningssänkningar härrör t.ex. fel i stamnätet eller underliggande nät. Vid fel som påverkar stamnätet men härrör underliggande nät och som klassificeras som "Inte god kvalitet" är det berörd nätägare som ansvarar för att vidta åtgärder.

Tabell 2: Kortvariga spänningssänkningar inom området "God kvalitet" bedöms som god spänningskvalitet i enlighet med föreskriften EIFS 2023:3, [5].

| Systemspänning,<br>U (%) | Varaktighet,<br>t (ms) |                    |                    |                     |                       |             |
|--------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|-------------|
|                          | $10 \leq t \leq 100$   | $100 < t \leq 150$ | $150 < t \leq 600$ | $600 < t \leq 5000$ | $5000 < t \leq 60000$ | $60000 < t$ |
| $80 \leq U < 90$         | God kvalitet           |                    | Inte god kvalitet  |                     |                       |             |
| $70 \leq U < 80$         |                        |                    |                    |                     |                       |             |
| $40 \leq U < 70$         |                        |                    |                    |                     |                       |             |
| $5 \leq U < 40$          |                        |                    |                    |                     |                       |             |
| $U < 5$                  |                        |                    |                    |                     |                       |             |

## 4.6 Kortvariga spänningshöjningar

Svenska kraftnät liksom ansvariga för underliggande nät har ett ansvar att försöka begränsa antalet kortvariga spänningshöjningar. Tålighetsnivåer för kortvariga spänningshöjningar tillämpas ej.

## 4.7 Avbrott

### 4.7.1 Kort avbrott

Förekomster av kortvariga avbrott är så oförutsägbara att det inte är praktiskt möjligt att ange tålighetsnivåer. Svenska kraftnäts målsättning är att försöka minimera antalet kortvariga avbrott.

### 4.7.2 Långt avbrott

Långvariga avbrott behandlas i stamnätet separat från de elkvalitetsfenomen som diskuteras i detta dokument. Tålighetsnivåer för långvariga avbrott tillämpas ej.

## 4.8 Transienter

Anläggningar i eller anslutna till stamnätet får ej ge upphov till sådana transienter som inte kan begränsas av överspänningsskydd installerade i stamnätet eller i anslutande nät. Transienters amplitud kan begränsas med s.k. ventilavledare. Tålighetsnivåer för transienter tillämpas ej.

## 4.9 Osymmetri i trefassspänningen

Under varje period av en vecka ska samtliga (100 %) 10-minutersvärden för trefassspänningens osymmetri vara mindre än eller lika med 2 %.

## 4.10 DC-komponenter

DC-komponenter behandlas i stamnätet separat från de elkvalitetsfenomen som diskuteras i detta dokument. Tålighetsnivåer för DC-komponenter tillämpas ej.

## 5 Planeringsnivåer

Anläggningar anslutna till stamnätet ska förhålla sig till de planeringsnivåer som fastställs i nedan avsnitt för respektive storhet. För storheter inom kategorin vågformsdistortion samt flimmer kommer Svenska kraftnät att tilldela gränsvärden med utgångspunkt i de definierade planeringsnivåerna enligt den princip som beskrivs i avsnitt 6.

En del av de fenomen som behandlas i detta dokument är så oförutsägbara att det inte är praktiskt möjligt att ange planeringsnivåer för dessa.

### 5.1 Vågformsdistorsion

#### 5.1.1 Spänningsövertoner

Under varje period av en vecka ska 95 % av antalet 10-minutersvärden för **den individuella relativa undergrupperade övertonshalten hos spänningen  $D_{Usg,h}$**  vara mindre än eller lika med värdena som anges i Tabell 3.

Dessutom ska **den totala relativa undergrupperade övertonshalten hos spänningen  $THDS_U$**  (inklusive alla övertoner upp till och med den 50:e) vara mindre än eller lika med 3 % enligt IEC/TR 61000-3-6 [7].

Svenska kraftnät kommer att tilldela gränsvärden för spänningsövertoner enligt den princip som beskrivs i avsnitt 6.

Tabell 3: Planeringsnivåer för den individuella relativa undergrupperade övertonshalten hos spänningen  $D_{Usg,h}$ , enligt IEC/TR 61000-3-6 [7].

| Udda övertoner ej multiplar av 3 |                          | Udda övertoner multiplar av 3 |                  | Jämna övertoner     |                                  |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------|----------------------------------|
| Överton (h)                      | Övertonshalt (%)         | Överton (h)                   | Övertonshalt (%) | Överton (h)         | Övertonshalt (%)                 |
| 5                                | 2,00                     | 3                             | 2,00             | 2                   | 1,40                             |
| 7                                | 2,00                     | 9                             | 1,00             | 4                   | 0,80                             |
| 11                               | 1,50                     | 15                            | 0,30             | 6                   | 0,40                             |
| 13                               | 1,50                     | 21                            | 0,20             | 8                   | 0,40                             |
| $17 \leq h \leq 49$              | $1,2 \cdot \frac{17}{h}$ | $21 < h \leq 45$              | 0,20             | $10 \leq h \leq 50$ | $0,19 \cdot \frac{10}{h} + 0,16$ |

#### 5.1.2 Diskreta mellantoner för spänningen

Under varje period av en vecka ska 95 % av antalet 10-minutersvärden för **den enskilda diskreta relativa undergrupperade mellantonen hos spänningen  $D_{Uisg,h}$**  vara mindre än eller lika med 0,2% enligt IEC/TR 61000-3-6 [7].

Svenska kraftnät kommer att tilldela gränsvärden för mellantoner enligt den princip som beskrivs i avsnitt 6.

### 5.1.3 Supratoner

Planeringsnivåer för supratoner tillämpas ej i dagsläget.

## 5.2 Flimmer

Under varje period av en vecka ska 95 % av antalet **Pst- (korttidsvärde)** och **Plt-värden (långtidsvärde)** vara mindre än eller lika med nedan angivna värden.

$$Pst.95 \% \leq 1,0$$

$$Plt.95 \% \leq 0,8$$

Vidare ska veckovärdena för Pst.99 % och Plt.99 % inte överstiga 95 %-värdena med mer än 50 %.

Pst.95 % är det Pst-värde som med 95 % sannolikhet inte överskrider under mätperioden. Samma sak avses med Plt.95 %. Pst.99 % är det Pst-värde som med 99 % sannolikhet inte överskrider under mätperioden. Samma sak avses med Plt.99 %. Svenska kraftnät kommer att tilldela gränsvärden för flimmer enligt den princip som beskrivs i avsnitt 6.

## 5.3 Långsamma spänningsändringar

Långsamma spänningsändringar behandlas i stamnätet separat från de elkvalitetsfenomen som diskuteras i detta dokument, se avsnitt 3.3.

## 5.4 Snabba spänningsändringar, ej flimmer

För snabba spänningsändringar ska den stationära spänningsändringen  $\Delta U_{stationär}$  ej överskrida 3 % under ett spänningsändringsförlopp. Vidare ska den maximala spänningsändringen  $\Delta U_{max}$  ej överskrida 5 %. Det som avses är snabba relativa spänningsändringar som kan uppstå till exempel på grund av koppling av brytarkopplade reaktiva resurser, kablar, eller planerade snabba lastförändringar, och som ej orsakats av åska, jordfel eller liknande oplanerade händelser.

Brytarkopplade reaktiva resurser (shuntkondensatorer eller -reaktorer) ska dimensioneras så att  $\Delta U_{max}$  ej överskrider 3 % vid normala driftförhållanden.

Sällan förekommande överskridanden tillåts efter överenskommelse eller om det är motiverat av driftsäkerhetsskäl.

## 5.5 Kortvariga spänningssänkningar

Kortvariga spänningssänkningar i anslutningspunkter till stamnätet klassificeras enligt Tabell 2. Det är inte god kvalitet om det förekommer kortvariga spänningssänkningar inom området ”Inte god kvalitet” i Tabell 2.

Svenska kraftnäts målsättning är att försöka minimera antalet kortvariga spänningssänkningar.

## 5.6 Kortvariga spänningshöjningar

Svenska kraftnät liksom ansvariga för underliggande nät har ett ansvar att försöka begränsa antalet kortvariga spänningshöjningar. Planeringsnivåer för kortvariga spänningshöjningar tillämpas ej.

## 5.7 Avbrott

### 5.7.1 Kort avbrott

Förekomsten av kortvariga avbrott är så oförutsägbara att det inte är praktiskt möjligt att ange planeringsnivåer. Svenska kraftnäts målsättning är att försöka minimera antalet kortvariga avbrott.

### 5.7.2 Långt avbrott

Långvariga avbrott behandlas i stamnätet separat från de elkvalitetsfenomen som diskuteras i detta dokument. Planeringsnivåer för långvariga avbrott tillämpas ej.

## 5.8 Transienter

Förekomsten av transienter är så oförutsägbara att det inte är praktiskt möjligt att ange planeringsnivåer. Svenska kraftnäts målsättning är att försöka minimera antalet transienter.

## 5.9 Osymmetri i trefassspänningen

Under varje period av en vecka skall 99 % av antalet 10-minutersvärden för trefas-spänningens osymmetri vara mindre än eller lika med 1 %.

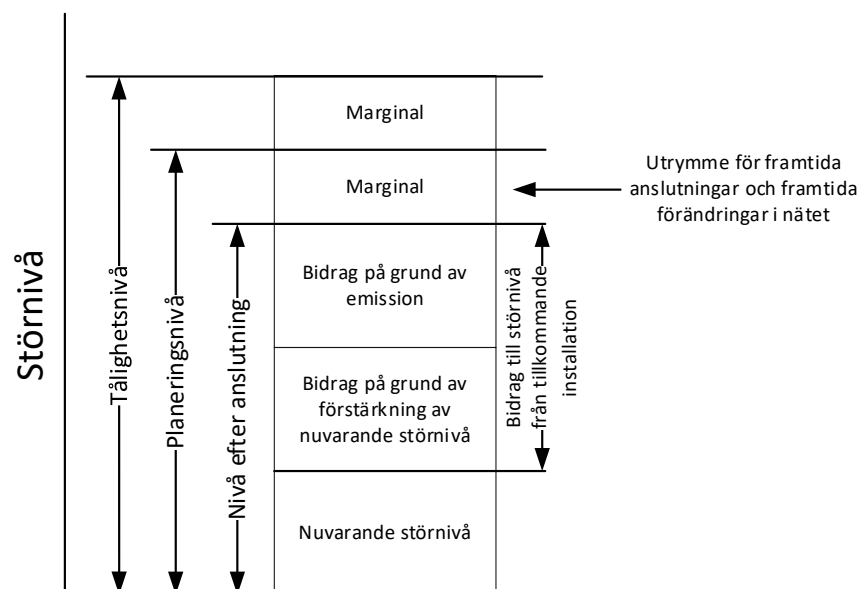
## 5.10 DC-komponenter

DC-komponenter behandlas i stamnätet separat från de elkvalitetsfenomen som diskuteras i detta dokument. Planeringsnivåer för DC-komponenter tillämpas ej.

## 6 Tilldelning av gränsvärden för storheter av betydelse för elkvalitet

För vågformsdistorsion och flimmer finns det en befintlig störnivå att ta hänsyn till vid utformning av krav. Tilldelning av gränsvärden för dessa storheter (i en angiven anslutningspunkt) sker med utgångspunkt i definierade planeringsnivåer, nuvarande störnivå, samt marginal för framtida anslutningar och framtida förändringar i nätet. Detta innebär att varje anslutning till stamnätet tilldelas en andel av planeringsnivån för dessa storheter. En översikt visas i Figur 3 för tilldelning av störutrymme för spänningsövertoner.

För spänningsövertoner och mellantoner avser gränsvärden det *aggregerade* övertonsinnehållet i anslutningspunkten (bidraget från en störande installation i form av generering av övertoner *kombinerat med* förstärkningen av nuvarande störnivå). För att ge förutsättningar för anslutande part att beräkna bidraget från en nyanslutning tillhandahåller Svenska kraftnät den nuvarande störnivån samt stamnätets frekvensberoende impedans i anslutningspunkten, framräknad vid olika driftfall.



Figur 3: Princip för tilldelning av störutrymme för övertoner.



## 7 Verifiering av kravuppfyllnad

Alla installationer som ansluter till stamnätet ska på begäran från Svenska kraftnät teoretiskt kunna redovisa att anslutningen uppfyller av Svenska kraftnät fastställda krav på elkvalitet.

Svenska kraftnät genomför vidare verifieringsmätningar vid driftsättning samt kontinuerligt under hela installationens livstid, för att säkerställa kravuppfyllnad.

## 8 Referenser

- [1] IEC 61000-4-7. Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto, Edition 2.1 2009-10.
- [2] IEC 61000-4-30. Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods, Edition 3.1 2021-03.
- [3] IEC/TR 61000-3-7. Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-7: Limits – Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems, Edition 2.0 2008-2.
- [4] IEC 61000-4-15. Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-15: Testing and measurement techniques – Flickermeter – Functional and design specifications, Edition 2.0 2010-08.
- [5] EIFS 2023:3. Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd om krav som ska vara uppfyllda för att överföringen av el ska vara av god kvalitet, 14 sep 2023.
- [6] IEC 60071-1. Insulation co-ordination - Part 1: Definitions, principles and rules, Edition 9, 2019-08.
- [7] IEC/TR 61000-3-6. Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-6: Limits – Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems, Edition 2.0 2008-02.