

Ärende nr: Svk 2024/2683

Datum: 2024-06-10

System för högspänd likström: Bilaga 4

Simuleringsmodeller

Svenska Kraftnät

Svenska kraftnät är ett statligt affärsverk med uppgift att förvalta Sveriges transmissionsnät för el, som omfattar ledningar för 400 kV och 220 kV med stationer och utlandsförbindelser. Vi har också systemansvaret för el. Vi utvecklar transmissionsnätet och elmarknaden för att möta samhällets behov av en säker, hållbar och ekonomisk elförsörjning. Därmed har Svenska kraftnät också en viktig roll i klimatpolitiken.

Version 1.0

Org. Nr 202 100-4284

Svenska kraftnät
Box 1200
172 24 Sundbyberg
Sturegatan 1

Tel: 010-475 80 00
Fax: 010-475 89 50
www.svk.se

Innehåll

1	Inledning	4
2	Simuleringsmodeller som ska tillhandahållas.....	6
2.1	RMS-modeller för simuleringar av kraftsystemet	6
2.2	Transienta modeller för detaljerade simuleringar	6
2.3	Modeller för studier i frekvensdomän	7
2.4	Modeller för överensstämmelsesimuleringar	7
2.5	Modell för bortre omriktarstation	8

1 Inledning

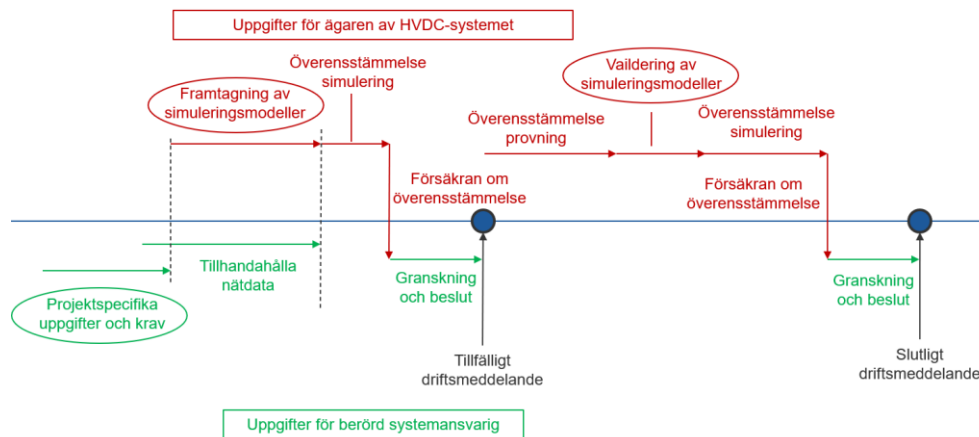
Den här bilagan är en del av instruktionen som beskriver processen för kravverifiering för ett system för högspänd likström anslutet till överföringssystemet. Den beskriver de simuleringsmodeller som ska tillhandahållas inför olika driftsmeddelanden enligt krav i HVDC-förordningen.

Artikel 54, punkt 1 i HVDC-förordningen anger att ”Den berörda systemansvarige får, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, ange att ägaren av systemet för högspänd likström ska tillhandahålla simuleringsmodeller som korrekt återspeglar driftsegenskaperna hos systemet för högspänd likström i både stationärt läge, i dynamiska simuleringar (grundfrekvenskomponent) och i simuleringar med elektromagnetiska transienter.”

Fortsättningsvis står det i artikel 54, punkt 3 att ”Ägaren av systemet för högspänd likström ska kontrollera modellerna mot resultat av överensstämmelseprov som genomförs i enlighet med avdelning VI, och en rapport om denna kontroll ska inlämnas till den berörda systemansvarige för överföringssystemet.”.

Angående format, struktur och dokumentation för modellen anges det i artikel 54, punkt 1 att ”Den berörda systemansvarige ska, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, ange det format i vilket modellerna ska tillhandahållas och den dokumentation om en modells struktur och blockdiagram som ska tillhandahållas.”. I det fall där Svenska kraftnät är både berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet, är det Svenska kraftnät som specificerar vilka modeller som ska tillhandahållas, vilket görs i detta dokument och genom att tillhandahålla de projektspecifika kraven listade i bilaga 1, avsnitt 6. I det fall där anslutning sker till underliggande nät, och Svenska Kraftnät inte är berörd systemansvarig, har Svenska kraftnät i form av berörd systemansvarig för överföringssystemet rätt att via berörd systemansvarig specificera krav på de simuleringsmodeller som ska tillhandahållas till Svenska kraftnät.

En översikt för processen för tillhandahållande av simuleringsmodeller inför de olika driftsmeddelandena visas i Figur 1 som visar uppgifter för ägaren för systemet för högspänd likström och berörd systemansvarig. Notera att berörd systemansvarig i sin tur involverar berörd systemansvarig för överföringssystemet för att specificera de simuleringsmodeller som ska tillhandahållas.



Figur 1 Process för tillhandahållande av simuleringsmodeller. Delsteg där simuleringsmodeller berörs är inringade.

Det första steget är att berörd systemansvarig tillhandahåller de projektspecifika uppgifter och krav som är listade i bilaga 1, avsnitt 6. Detta görs efter förfrågan från anläggningsägaren i början av anslutningsprocessen innan arbetet med kravverifiering påbörjas.

De första simuleringsmodellerna som lämnas in är modellerna inför tillfälligt driftsmeddelande, vilket inkluderar de simuleringsmodeller som använts för överensstämmelsesimuleringarna samt de RMS-modeller och transienta modeller som specificerats av Svenska kraftnät genom att tillhandahålla de projektspecifika uppgifterna listade i bilaga 1, avsnitt 6. Inför slutligt driftsmeddelande ska RMS-modellerna, transienta modellerna och de simuleringsmodeller som har använts till överensstämmelsesimuleringarna valideras med hjälp av resultaten från överensstämmelseprovningarna enligt artikel 54, punkt 3 i HVDC-förordningen. De validerade simuleringsmodellerna skall sedan tillsammans med en modellvalideringsrapport tillhandahållas Svenska kraftnät inför slutligt driftsmeddelande enligt artikel 63, punkt 3 i HVDC-förordningen. Instruktioner för modellvalidering ges i bilaga 7. Dessutom har berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet enligt artikel 54, punkt 4 i HVDC-förordningen rätt att begära registreringar från systemet i syfte att validera simuleringsmodellerna.

2 Simuleringsmodeller som ska tillhandahållas

Simuleringsmodeller av systemet för högspänd likström har en viktig roll för att studera och säkerställa stabil drift av kraftsystemet. Dessa modeller utformas på olika sätt beroende på syftet med simuleringen.

Vid anslutningsförfarandet enligt HVDC-förordningen ska följande modeller tillhandahållas:

- > RMS-modeller för simuleringar av systemet för högspänd likström, enligt specifikation av berörd systemansvarig
- > Transienta modeller för detaljerade simuleringar, enligt specifikation av berörd systemansvarig
- > Modeller för studier i frekvensdomän, tex elkvalitetsstudier.
Simuleringsmodellerna ska vara anpassade för övertonsstudier i Stamnätet och ska tillhandahållas i form av en Thévenin eller Norton-ekvivalent enligt CIGRE TB 766 kapitel 4.1.1 och specifikation av berörd systemansvarig.
- > De simuleringsmodeller som har använts för överrensstämmelsesimuleringarna

2.1 RMS-modeller för simuleringar av kraftsystemet

En RMS-modell för simulering av systemet för högspänd likström ska tillhandahållas av ägaren till anläggningen. Syftet med RMS-modellen är att systemet för högspänd likström ska modelleras i Svenska kraftnäs kraftsystemmodell. Specifikationen av den RMS-modell och data för systemet för högspänd likström som ska tillhandahållas är projektspecifika uppgifter som berörd systemansvarig tillhandahåller inför processen för kravverifiering.

De projektspecifika kraven för simuleringsmodeller är listade i bilaga 1, avsnitt 6.

2.2 Transienta modeller för detaljerade simuleringar

För ett system för högspänd likström behövs detaljerade transienta modeller för att studera interaktion mellan närliggande komponenter i systemet. Berörd systemansvarig bedömer tillsammans med berörd systemansvarig för

överföringssystemet vilka modeller eller vilken data som ska tillhandahållas. Detta är projektspecifik information och avgörs för varje system för högspänd likström.

De projektspecifika kraven för simuleringsmodeller är listade i bilaga 1, avsnitt 6.

2.3 Modeller för studier i frekvensdomän

Modeller för studier i frekvensdomän, tex elkvalitetsstudier, ska tillhandahållas. Simuleringsmodellerna ska vara anpassade för övertonsstudier i Stamnätet och ska tillhandahållas i form av en Thévenin eller Norton-ekvivalent enligt CIGRE TB 766 kapitel 4.1.1. Detta är projektspecifik information och avgörs för varje system för högspänd likström.

De projektspecifika kraven för simuleringsmodeller är listade i bilaga 1, avsnitt 6.

2.4 Modeller för överensstämmelsesimuleringar

I processen inför tillfälligt driftsmeddelande ska överensstämmelsesimuleringar göras för att teoretiskt verifiera kravuppfyllnad. En del av överensstämmelsesimuleringarna ska upprepas inför slutligt driftsmeddelande med en simuleringsmodell som är validerad med hjälp av mätdata från överensstämmelseprovningsen.

Berörd systemansvarig har rätt att återupprepa överensstämmelsesimuleringarna och därmed ska de modeller som anläggningsägaren använt för dessa simuleringar tillhandahållas till berörd systemansvarig både inför tillfälligt driftsmeddelande och slutligt driftsmeddelande.

Utformningen av simuleringsmodellen för överensstämmelsesimuleringen ska göras med syfte att modellen ska vara tillräckligt bra för att återspegla de egenskaper hos systemet för högspänd likström som påverkar möjligheten till kravuppfyllnad för det aktuella kravet. Olika modeller kan användas för att verifiera olika krav.

Utformning av modellen och val av simuleringsprogram specificeras inte av Svenska kraftnät, men för att säkerställa att Svenska kraftnät kan återupprepa simuleringarna kan dokumentation av modellen behövas vid val av vissa simuleringsprogram. Det behöver således inte vara den RMS modell som ska tillhandahållas enligt specifikation i avsnitt 2.1 eller den transienta modell som tillhandahålls enligt avsnitt 2.2, men samma modell får användas under

förutsättning att den uppfyller kraven för en simuleringsmodell som används för kravverifiering.

För att avgöra om modellen tillräckligt väl representerar verkligheten görs en modellvalidering genom att jämföra simuleringsresultat och mätresultat från överensstämmelseprovning, vilket beskrivs i bilaga 7. Vid behov uppdateras simuleringsmodellen och simuleringarna upprepas för att påvisa modellens överensstämmelse med den verkliga anläggningen. I utvärderingen inför tillfälligt driftsmeddelande görs en bedömning av berörd systemansvarig om den använda simuleringsmodellen anses vara tillräckligt noggrann.

För att få en simuleringsmodell med tillräcklig prestanda för att verifiera kravuppfyllnad anges i artikel 54, punkt 2 att åtminstone följande komponenter omfattas (beroende på vilket krav som ska verifieras):

- > Modeller av omriktarenheter för högspänd likström.
- > Modeller av växelströmskomponenter.
- > Modeller av likströmsnätet.
- > Reglerenhet för spänning och effekt.
- > Särskilda reglerfunktioner, i förekommande fall, t.ex. funktion för dämpning av effektpendlingar (POD, Power Oscillation Damping), reglering av subsynkron torsionssamverkan (SSTI, Subsynchronous Torsional Interaction).
- > Reglering av flera anslutningspunkter, i förekommande fall.
- > Modeller av skydd för systemet för högspänd likström, enligt överenskommelse mellan den berörda systemansvarige för överföringssystemet och ägaren av systemet för högspänd likström.

2.5 Modell för bortre omriktarstation

För en bortre omriktarstation ska ägaren av system för högspänd likström, tillsammans med berörd systemansvarig, förse ägaren av den likströmsanslutna kraftparksmodulen med nätekivalenter som representerar systemet, så att ägarna av de likströmsanslutna kraftparksmodulerna kan utforma sina system i fråga om övertoner enligt artikel 42.c och 49 i HVDC-förordningen.

Svenska kraftnät är ett statligt affärsverk med uppgift att förvalta Sveriges transmissionsnät för el, som omfattar ledningar för 400 kV och 220 kV med stationer och utlandsförbindelser. Vi har också systemansvaret för el. Vi utvecklar transmissionsnätet och elmarknaden för att möta samhällets behov av en säker, hållbar och ekonomisk elförsörjning. Därmed har Svenska kraftnät också en viktig roll i klimatpolitiken

SVENSKA KRAFTNÄT
Box 1200
172 24 Sundbyberg
Sturegatan 1

Tel: 010-475 80 00
Fax: 010-475 89 50
www.svk.se

