

System för högspänd likström: Bilaga 1

Projektspecifika uppgifter och krav

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	Reglerfunktioner och stabilitet	5
3	Skydd och begränsare	13
4	Driftövervakning och fjärrkontroll	15
5	Feltålighet, spänningsintervaller och kapabilitet	18
6	Simuleringsmodeller	21

1 Inledning

Bilaga 1 är en del av instruktionen för kravverifiering för ett system för höghänsnd likström anslutet till överföringssystemet.

Som en del av anslutningsförfarandet enligt Kommissionens förordning (EU) 2016/1447, HVDC-förordningen, ska systemansvarige och/eller systemansvarige för överföringssystemet tillhandahålla uppgifter och krav på system för höghänsnd likström. En del av dessa uppgifter är specificerade i Energimarknadsinspektionens föreskrift EIFS 2019:3. De återstående uppgifterna som enligt HVDC-förordningen ska specificeras är sammanställda i denna bilaga.

Uppgifterna och kraven specificeras av den berörda systemansvarige och/eller berörda systemansvarige för överföringssystemet i samband med genomförandet av det specifika projektet.

När ett system för höghänsnd likström eller en likströmsansluten kraftparksmodul ansluts till det svenska transmissionsnätet har Svenska kraftnät rollen både som berörd systemansvarig och rollen som berörd systemansvarig för överföringssystemet.

2 Reglerfunktioner och stabilitet

De projektspecifika underlag och krav som behandlar reglerfunktioner och stabilitet listas i Tabell 1.

Tabell 1 Projektspecifika uppgifter och krav enligt HVDC-förordningen för reglerfunktioner och stabilitet

Paragraf	Krav
13.1.a	När det gäller förmåga till reglering av överförd aktiv effekt: Ett system för högspänd likström ska kunna justera den överförda aktiva effekten upp till systemets maximala kapacitet för överföring av aktiv effekt i vardera riktningen, efter en instruktion från den berörda systemansvarige för överföringssystemet. Den berörda systemansvarige för överföringssystemet i) får ange en största och en minsta effektstegsstorlek för justering av den överförda aktiva effekten, ii) får ange en lägsta kapacitet för överföring av aktiv effekt via högspänd likström i vardera riktningen, och under denna effekt begärs ingen kapacitet för överföring av aktiv effekt, och iii) ska ange den maximala tidsfrist inom vilken systemet för högspänd likström ska kunna justera den överförda aktiva effekten efter mottagande av en begäran från den berörda systemansvarige för överföringssystemet.
13.1.b	Den berörda systemansvarige för överföringssystemet ska ange hur systemet för högspänd likström ska kunna ändra den överförda aktiva effekt som matas in i händelse av störningar i ett eller flera av de växelströmsnät till vilka systemet är anslutet. Om den inledande fördröjningen innan ändringen påbörjas är större än 10 millisekunder från mottagandet av den utlösningssignal som sänds av den berörda systemansvarige för överföringssystemet ska ägaren av systemet för högspänd likström ge en rimlig motivering till fördröjningen till den berörda systemansvarige för överföringssystemet.
13.1.c	Den berörda systemansvarige för överföringssystemet får ange att ett system för högspänd likström ska ha förmåga till snabb reversering av aktiv effekt. Effektreverseringen ska vara möjlig från maximal kapacitet för överföring av aktiv effekt i en riktning till maximal kapacitet för överföring av aktiv effekt i den andra riktningen så snabbt som det är tekniskt genomförbart, och ägaren av systemet för högspänd likström ska ge en rimlig motivering till de berörda systemansvariga för överföringssystemen om den tid som krävs är längre än två sekunder.
13.1.d	System för högspänd likström som sammanlänkar olika kontrollområden eller synkronområden ska vara utrustade med reglerfunktioner som gör det möjligt för de berörda systemansvariga för överföringssystemen att ändra den överförda aktiva effekten med tanke på gränsöverskridande balansering.
13.2	Ett system för högspänd likström ska kunna justera ramphastigheten för variationer i aktiv effekt inom sin tekniska förmåga i enlighet med

	instruktioner som lämnats av den berörda systemansvarige för överföringssystemet. Vid ändring av aktiv effekt enligt punkt 1 b och 1 c ska ramphastigheten inte justeras.
13.3	Om så anges av en berörd systemansvarig för överföringssystem i samordning med angränsande systemansvariga för överföringssystem ska reglerfunktionerna i ett system för högspänd likström kunna vidta automatiska avhjälpande åtgärder som omfattar, men inte är begränsade till, stopp av rampning och blockering av frekvenskänslighetsläge (FSM), begränsat frekvenskänslighetsläge – överfrekvens (LFSM-O), begränsat frekvenskänslighetsläge – underfrekvens (LFSM-U) samt frekvensreglering. Kriterierna för utlösning och blockering ska anges av den berörda systemansvarige för överföringssystemet och anmälas till tillsynsmyndigheten. Formerna för detta meddelande ska bestämmas i enlighet med tillämpligt nationellt regelverk.
14.1	Om så anges av en berörd systemansvarig för överföringssystem ska ett system för högspänd likström kunna tillhandahålla syntetisk tröghet som svar på frekvensändringar, genom att aktiveras enligt en plan för låga och/eller höga frekvenser och snabbt anpassa den aktiva effekt som matas in till eller tas ut från växelströmsnätet och därmed begränsa frekvensändringens hastighet. Kravet ska åtminstone ta hänsyn till resultaten av de undersökningar som genomförts av systemansvariga för överföringssystem för att visa om det finns ett behov av att fastställa en minsta tröghet.
14.2	Den berörda systemansvarige för överföringssystemet och ägaren av systemet för högspänd likström ska komma överens om principen för detta regelsystem och tillhörande prestandaparametrar.
15 Bilaga II, A.1.c	Systemet för högspänd likström ska efter en instruktion från den berörda systemansvarige för överföringssystemet kunna justera statikfaktorn för reglering uppåt respektive nedåt, dödbandet för frekvenssvar och arbetsområdet där den aktiva effekten får variera, inom det intervall för aktiv effekt som är tillgängligt för FSM såsom anges i figur 1, och mer allmänt inom de gränser som fastställs i punkterna a och b. Dessa värden ska meddelas till tillsynsmyndigheten. Formerna för detta meddelande ska bestämmas i enlighet med tillämpligt nationellt regelverk. Svenska kraftnäts kommentar: Detta gäller även för LFSM-O och LFSM-U.
15 Bilaga II, A.1.d.ii	Vid drift i frekvenskänslighetsläge (FSM): Systemet för högspänd likström ska kunna justera den aktiva uteffekten ΔP upp till den gräns för det aktiva effektintervallet som begärs av den berörda systemansvarige för överföringssystemet i enlighet med tiderna t_1 och t_2 i enlighet med intervallen i tabell 3, där t_1 är den inledande fördröjningen och t_2 är tiden för full aktivering. Värdena för t_1 och t_2 ska anges av den berörda systemansvarige för överföringssystemet och meddelas till tillsynsmyndigheten. Formerna för detta meddelande ska bestämmas i enlighet med tillämpligt nationellt regelverk.
15 Bilaga II, B.1.c	Utöver kraven i artikel 11 ska följande gälla för begränsat frekvenskänslighetsläge – överfrekvens (LFSM-O): c) Systemet för högspänd likström ska kunna justera den aktiva effekten som frekvenssvar så snabbt som det är tekniskt genomförbart

	utifrån dess inneboende egenskaper, med en inledande fördröjning och tid för full aktivering som bestäms av den berörda systemansvarige för överföringssystemet och meddelas till tillsynsmyndigheten i enlighet med tillämpligt nationellt regelverk.
15 Bilaga II, C.1.c	Utöver kraven i artikel 11 ska följande gälla för begränsat frekvenskänslighetsläge – underfrekvens (LFSM-U): c) Den aktiva effekten som frekvenssvar ska aktiveras så snabbt som det är tekniskt genomförbart utifrån de inneboende egenskaperna, med en inledande fördröjning och tid för full aktivering som bestäms av den berörda systemansvarige för överföringssystemet och meddelas till tillsynsmyndigheten i enlighet med tillämpligt nationellt regelverk.
16.1	Om så anges av den berörda systemansvarige för överföringssystemet ska ett system för högspänd likström vara utrustat med ett oberoende reglerläge för modulering av den aktiva uteffekten från omriktarstationen i systemet för högspänd likström, beroende på frekvenserna vid samtliga anslutningspunkter för systemet för högspänd likström, för att upprätthålla stabila systemfrekvenser.
16.2	Den berörda systemansvarige för överföringssystemet ska ange driftsprincipen, de tillhörande prestandaparametrarna och aktiveringskriterierna för den frekvensreglering som avses i punkt 1
17.1	Ett system för högspänd likström ska konfigureras så att dess förlust av aktiv effekt vid inmatning i ett synkronområde ska begränsas till ett värde som angetts av de berörda systemansvariga för överföringssystemen för sina respektive kontrollområden för lastfrekvensreglering, utifrån den inverkan som systemet för högspänd likström har på elkraftsystemet..
17.2	Om ett system för högspänd likström är anslutet till två eller flera kontrollområden ska de berörda systemansvariga för överföringssystemen samråda med varandra i syfte att fastställa ett samordnat värde för den maximala förlust av aktiv effekt vid inmatning som avses i punkt 1, med hänsyn tagen till samhörande primärfel..
19.1	Om så anges av den berörda systemansvarige, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, ska ett system för högspänd likström ha förmågan att tillhandahålla snabb felström vid en anslutningspunkt i händelse av symmetriska (trefas) fel.
19.2	Om ett system för högspänd likström måste ha den förmåga som avses i punkt 1 ska den berörda systemansvarige, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, ange följande: a) Hur och när en spänningsavvikelse, och även slutet på en sådan spänningsavvikelse, ska fastställas. b) Egenskaperna hos den snabba felströmmen. c) Tidpunkten och noggrannheten för den snabba felströmmen, som kan omfatta flera skeden.
19.3	Den berörda systemansvarige får, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, ange ett krav på asymmetrisk ströminmatning i händelse av asymmetriska (enfas eller tvåfas) fel.
20.3	Ett system för högspänd likström ska kunna ändras till vilken arbetspunkt som helst inom systemets $U\text{-}Q/P_{\max}$ -profil och inom de

	tidsramar som anges av den berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet.
22.1	En omriktarstation för högspänd likström ska kunna fungera i minst ett av de tre följande reglerlägena, såsom anges av den berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet. a) Reglerläge för spänning. b) Reglerläge för reaktiv effekt. c) Reglerläge för effektfaktor.
22.2	En omriktarstation för högspänd likström ska kunna fungera i ytterligare reglerlägen som anges av den berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet.
22.3	När det gäller reglerläge för spänning ska varje omriktarstation för högspänd likström kunna bidra till spänningsreglering vid anslutningspunkten genom att utnyttja sin förmåga, samtidigt som artiklarna 20 och 21 respekteras, i enlighet med följande regleregenskaper: a) Ett börvärde för spänning vid anslutningspunkten ska anges så att det omfattar ett visst arbetsområde, antingen steglöst eller i steg, av den berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet. b) Spänningsregleringen får användas med eller utan ett dödband runt börvärdet, där dödbandet kan väljas i ett intervall från noll till $\pm 5\%$ av nätspänningens referensvärde med relativtal 1. Dödbandet ska vara justerbart i steg såsom anges av den berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet. c) Efter en stegändring av spänningen ska omriktarstationerna för högspänd likström kunna i. uppnå 90 % av ändringen i reaktiv uteffekt inom en tid t_1 som anges av den berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet; tiden t_1 ska ligga i intervallet 0,1–10 sekunder, och ii. stanna vid det värde som anges av Q-U-lutningen inom en tid t_2 som anges av den berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet. Tiden t_2 ska ligga i intervallet 1–60 sekunder, med en angiven tolerans i stationärt läge i procent av den maximala kontinuerliga reaktiva effekten. d) Reglerläge för spänning ska inbegripa förmågan att ändra reaktiv uteffekt baserat på en kombination av ett ändrat börvärde för spänning och en ytterligare reaktiv effektkomponent enligt instruktioner. Q-U-lutningen ska anges som ett intervall och ett steg av den berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet.
22.4	När det gäller reglerläge för reaktiv effekt ska den berörda systemansvarige ange ett intervall för reaktiv effekt, i MVar eller i procent av maximal kontinuerlig reaktiv effekt, liksom tillhörande noggrannhet vid anslutningspunkten, genom utnyttjande av förmågan

	hos systemet för högspänd likström, samtidigt som artiklarna 20 och 21 respekteras.
22.5	När det gäller reglerläge för effektfaktor ska omriktarstationen för högspänd likström kunna reglera effektfaktorn till ett målvärde vid anslutningspunkten, samtidigt som artiklarna 20 och 21 respekteras. De tillgängliga börvärdena ska finnas tillgängliga i steg som inte är större än ett maximalt tillåtet steg som anges av den berörda systemansvarige.
23	Den berörda systemansvarige för överföringssystemet ska, med beaktande av den förmåga hos systemet för högspänd likström som anges i enlighet med denna förordning, avgöra huruvida aktiva effektbidrag eller reaktiva effektbidrag ska ha prioritet under drift med för låg eller för hög spänning och vid fel där förmåga till feltålighet krävs. Om prioritet ges till aktivt effektbidrag ska detta tillhandahållas inom en tidsperiod från det att felet uppstått som anges av den berörda systemansvarige för överföringssystemet.
28	Om inte annat anges av den berörda systemansvarige ska omriktarstationen för högspänd likström, under spänningssättning eller synkronisering av omriktarstationen för högspänd likström till växelströmsnätet eller vid anslutning av den spänningssatta omriktarstation för högspänd likström till ett system för högspänd likström, ha förmåga att begränsa eventuella spänningsändringar till en stabil nivå som anges av den berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet. Den angivna nivån får inte överstiga 5 procent av spänningen före synkronisering. Den berörda systemansvarige ska, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, ange spänningstransienternas maximala omfattning, varaktighet och mätfönster.
29.1	När flera omriktarstationer för högspänd likström eller andra apparater och annan utrustning är elektriskt nära varandra får den berörda systemansvarige för överföringssystemet ange att det krävs en undersökning, inklusive undersökningens tillämpningsområde och omfattning, för att visa att ingen negativ växelverkan kommer att uppstå. Om en negativ växelverkan konstateras ska undersökningarna ange möjliga åtgärder som ska genomföras för att minska riskerna och därmed säkerställa överensstämmelse med kraven i denna förordning.
29.2	Undersökningarna ska utföras av ägaren av det anslutande systemet för högspänd likström, med deltagande av alla andra parter som av den systemansvarige för överföringssystemet anses vara berörda av varje anslutningspunkt. Medlemsstater får föreskriva att ansvaret för att genomföra undersökningarna i enlighet med denna artikel ligger hos den systemansvarige för överföringssystemet. Alla parter ska informeras om undersökningarnas resultat.
29.3	Alla parter som av den systemansvarige för överföringssystemet anses vara berörda av varje anslutningspunkt, inklusive den systemansvarige för överföringssystemet, ska bidra till undersökningarna och tillhandahålla alla relevanta data och modeller som rimligen krävs för att uppfylla undersökningarnas syften. Den berörda systemansvarige för överföringssystemet ska samla in dessa indata och, om detta är tillämpligt, vidarebefordra dem till den part som ansvarar för undersökningarna i enlighet med artikel 10.

29.4	Den berörda systemansvarige för överföringssystemet ska bedöma undersökningarnas resultat på grundval av deras tillämpningsområde och omfattning såsom anges i enlighet med punkt 1. Om så krävs för bedömningen får den berörda systemansvarige för överföringssystemet begära att ägaren av systemet för höghänsänd likström utför ytterligare undersökningar i linje med det tillämpningsområde och den omfattning som anges i enlighet med punkt 1.
29.5	Den berörda systemansvarige för överföringssystemet får se över eller reproducera samtliga undersökningar, eller några av dem. Ägaren av systemet för höghänsänd likström ska förse den berörda systemansvarige för överföringssystemet med alla relevanta data och modeller som möjliggör att en sådan undersökning kan genomföras.
29.6	Alla nödvändiga åtgärder för att minska riskerna som identifieras i de undersökningar som utförs i enlighet med punkterna 2–5, och som ses över av den berörda systemansvarige för överföringssystemet, ska utföras av ägaren av systemet för höghänsänd likström som en del av anslutningen av den nya omriktarstationen för höghänsänd likström.
29.7	Den berörda systemansvarige för överföringssystemet får ange tillfälliga prestandanivåer för händelser inom enstaka system för höghänsänd likström eller kollektivt för alla system för höghänsänd likström som berörs gemensamt. Denna specifikation får tillhandahållas för att skydda integriteten både för utrustning som tillhör den systemansvarige för överföringssystemet och utrustning som tillhör nätanvändare, på ett sätt som överensstämmer med de nationella föreskrifterna.
30	Systemet för höghänsänd likström ska kunna bidra till dämpningen av effektpendlingar i anslutna växelströmsnät. Reglersystemet för systemet för höghänsänd likström får inte minska dämpningen av effektpendlingar. Den berörda systemansvarige för överföringssystemet ska ange ett frekvensområde för de pendlingar som reglerprinciperna aktivt ska dämpa och de förhållanden i nätet då dessa uppstår, och beakta åtminstone eventuella undersökningar för bedömning av dynamisk stabilitet som genomförts av systemansvariga för överföringssystem för att klarlägga stabilitetsgränser och potentiella stabilitetsproblem i de egna överföringssystemen. Den berörda systemansvarige för överföringssystemet och ägaren av systemet för höghänsänd likström ska komma överens om vilka inställningar som ska väljas för reglerparametrarna.
31.1	När det gäller reglering i fråga om dämpning av subsynkron torsionssamverkan (SSTI, Subsynchronous Torsional Interaction) ska system för höghänsänd likström kunna bidra till elektrisk dämpning av torsionsfrekvenser.
31.2	Den berörda systemansvarige för överföringssystemet ska ange den nödvändiga omfattningen av SSTI- undersökningar och tillhandahålla indataparametrar, i den utsträckning sådana är tillgängliga, som avser utrustningen och de relevanta systemförhållandena i hans nät. SSTI-undersökningarna ska tillhandahållas av ägaren av systemet för höghänsänd likström. Undersökningarna ska identifiera de eventuella förhållanden där SSTI existerar och ge förslag till alla nödvändiga förfaranden som kan minska riskerna. Medlemsstater får föreskriva att ansvaret för att genomföra undersökningarna i enlighet med denna

	artikel ligger hos den systemansvarige för överföringssystemet. Alla parter ska informeras om undersökningarnas resultat.
31.3	Alla parter som av den systemansvarige för överföringssystemet anses vara berörda av varje anslutningspunkt, inklusive den systemansvarige för överföringssystemet, ska bidra till undersökningarna och tillhandahålla alla relevanta data och modeller som rimligen krävs för att uppfylla undersökningarnas syften. Den berörda systemansvarige för överföringssystemet ska samla in dessa indata och, om detta är tillämpligt, vidarebefordra dem till den part som ansvarar för undersökningarna i enlighet med artikel 10.
31.4	Den berörda systemansvarige för överföringssystemet ska bedöma resultatet av SSTI-undersökningarna. Om så krävs för bedömningen får den berörda systemansvarige för överföringssystemet begära att ägaren av systemet för högspänd likström genomför ytterligare SSTI-undersökningar i linje med samma tillämpningsområde och omfattning
31.5	Den berörda systemansvarige för överföringssystemet får se över eller reproducera undersökningen. Ägaren av systemet för högspänd likström ska förse den berörda systemansvarige för överföringssystemet med alla relevanta data och modeller som möjliggör att en sådan undersökning kan genomföras.
31.6	Alla nödvändiga åtgärder för att minska riskerna som identifieras i de undersökningar som utförs i enlighet med punkt 2 eller punkt 4, och som ses över av de berörda systemansvariga för överföringssystemen, ska utföras av ägaren av systemet för högspänd likström som en del av anslutningen av den nya omriktarstationen för högspänd likström.
33.1	Ett system för högspänd likström ska kunna nå stabila arbetspunkter med en minimal ändring av aktivt effektförbrukande och spänningsnivå, under och efter varje planerad eller oplanerad ändring i systemet för högspänd likström eller i det växelströmsnät till vilket systemet är anslutet. Den berörda systemansvarige för överföringssystemet ska ange de ändringar av systemförhållanden för vilka systemet för högspänd likström ska kvarstå i stabil drift.
33.2	Ägaren av systemet för högspänd likström ska säkerställa att utlösning eller bortkoppling av en omriktarstation för högspänd likström, som är en del av ett system för högspänd likström med flera anslutningspunkter eller ett inbäddat system för högspänd likström, inte leder till transienter vid anslutningspunkten utöver den gräns som anges av den berörda systemansvarige för överföringssystemet.
33.4	Ägaren av systemet för högspänd likström ska förse den berörda systemansvarige med information om anpassnings- och återhämtningsförmågan hos systemet för högspänd likström vid störningar i växelströmssystemet.
35.1	Den berörda systemansvarige, den berörda systemansvarige för överföringssystemet och ägaren av systemet för högspänd likström ska samordna och komma överens om reglerprinciper som anges av ägaren av systemet för högspänd likström och omfattar olika reglerlägen, inklusive inställningar av de enskilda parametrarna.
37.1	Den berörda systemansvarige för överföringssystemet får ta emot ett anbud om förmåga till dödnätsstart från ägaren av systemet för högspänd likström.

37.2	Ett system för högspänd likström med förmåga till dödnätsstart ska, om en omriktarstation spänningssätts, kunna spänningssätta samlingsskenan i den understation för växelström till vilken en annan omriktarstation är ansluten inom en tidsfrist efter nedstängning av systemet för högspänd likström som bestäms av de berörda systemansvariga för överföringssystemen. Systemet för högspänd likström ska kunna synkronisera inom de frekvensgränser som fastställs i artikel 11 och inom de spänningsgränser som anges av den berörda systemansvarige för överföringssystemet eller föreskrivs i artikel 18, beroende på vad som är tillämpligt. Bredare frekvensområden och spänningsintervall kan anges av den berörda systemansvarige för överföringssystemet när så behövs för att återställa systemsäkerheten.
37.3	Den berörda systemansvarige för överföringssystemet och ägaren av systemet för högspänd likström ska komma överens om kapaciteten och tillgängligheten för förmågan till dödnätsstart och driftsförfarandet för detta.
52	Ägaren av systemet för högspänd likström och den berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet ska komma överens om parametrarna och inställningarna för de huvudsakliga reglerfunktionerna i systemet för högspänd likström. Parametrarna och inställningarna ska införas inom en sådan reglerhierarki att de kan ändras vid behov. Dessa huvudsakliga reglerfunktioner är minst följande: a) Syntetisk tröghet, i förekommande fall, enligt vad som avses i artiklarna 14 och 41. b) Frekvenskänslighetslägen (FSM, LFSM-U, LFSM-O) enligt vad som avses i artiklarna 15, 16 och 17. c) Frekvensreglering, i förekommande fall, enligt vad som avses i artikel 16. d) Reglerläge för reaktiv effekt, i förekommande fall, enligt vad som avses i artikel 22. e) Förmåga till dämpning av effektpendlingar enligt vad som avses i artikel 30. f) Förmåga till dämpning av subsynkron torsionssamverkan enligt vad som avses i artikel 31.

3 Skydd och begränsare

De projektspecifika underlag och krav som behandlar skydd och begränsare listas i Tabell 2.

Tabell 2 Projektspecifika uppgifter och krav enligt HVDC-förordningen för skydd och begränsare

Paragraf	Krav
11.3	Utan att det påverkar tillämpningen av punkt 1 ska ett system för höghänsänd likström kunna kopplas bort automatiskt vid frekvenser som anges av den berörda systemansvarige för överföringssystemet.
18.3	En omriktarstation för höghänsänd likström ska kunna kopplas bort automatiskt om spänningen vid respektive anslutningspunkt når ett värde som anges av den berörda systemansvarige, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet. Den berörda systemansvarige ska, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, komma överens med ägaren av systemet för höghänsänd likström om villkoren och inställningarna för automatisk bortkoppling.
18.4	För anslutningspunkter med växelspänningar vars referensvärde med relativtal 1 inte omfattas av det tillämpningsområde som anges i bilaga III ska den berörda systemansvarige, i samordning med de berörda systemansvariga för överföringssystemen, ange tillämpliga krav vid anslutningspunkterna.
21.1	Ägaren av systemet för höghänsänd likström ska säkerställa att den reaktiva effekt som systemets omriktarstationer för höghänsänd likström utbyter med nätet vid anslutningspunkten begränsas till värden som anges av den berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet.
21.2	Den variation i reaktiv effekt som orsakas av att omriktarstationen för höghänsänd likström körs i reglerläge för reaktiv effekt, såsom avses i artikel 22.1, får inte leda till ett spänningssteg som överstiger det tillåtna värdet vid anslutningspunkten. Den berörda systemansvarige ska, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, ange detta maximala värde för tillåtet spänningssteg.
25.4	Den berörda systemansvarige för överföringssystemet får ange spänningar (U_{block}) vid anslutningspunkterna under särskilda förhållanden i nätet då systemet för höghänsänd likström får blockeras. Blockering innebär att systemet förblir anslutet till nätet utan något aktivt och reaktivt effektbidrag inom en tidsram som är så kort som det är tekniskt genomförbart och som ska överenskommas mellan de berörda systemansvariga för överföringssystemen och ägaren av systemet för höghänsänd likström.
25.5	I enlighet med artikel 34 ska ägaren av systemet för höghänsänd likström ställa in skydd mot underspänning enligt bästa möjliga tekniska förmåga hos omriktarstationen för höghänsänd likström. Den berörda systemansvarige får, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, ange snävare inställningar enligt artikel 34.

34.1	Den berörda systemansvarige ska, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, ange de principer och inställningar som krävs för att skydda nätet, med beaktande av egenskaperna hos systemet för högspänd likström. Den berörda systemansvarige, den berörda systemansvarige för överföringssystemet och ägaren av systemet för högspänd likström ska samordna och komma överens om skyddsprinciper som är relevanta för systemet för högspänd likström och för nätet och inställningar som är relevanta för systemet för högspänd likström. Principerna och inställningarna för skydd mot interna elektriska fel ska utformas så att de inte äventyrar prestanda hos systemet för högspänd likström i enlighet med denna förordning.
34.3	Den berörda systemansvarige, den berörda systemansvarige för överföringssystemet och ägaren av systemet för högspänd likström ska komma överens om varje ändring av de skyddsprinciper med tillhörande inställningar som är relevanta för systemet för högspänd likström och för nätet innan de genomförs av ägaren av systemet för högspänd likström.
35.2	När det gäller prioriteringsordning av skydd och reglering ska ägaren av systemet för högspänd likström organisera sina skydd och regleranordningar i överensstämmelse med följande prioriteringsordning, angiven i fallande ordning, om inte annat anges av de berörda systemansvariga för överföringssystemen i samordning med den berörda systemansvarige: a) Skydd av nät och system för högspänd likström. b) Reglering av aktiv effekt som assistans i nödsituationer. c) Syntetisk tröghet, i förekommande fall. d) Automatiska avhjälpande åtgärder såsom anges i artikel 13.3. e) Begränsat frekvenskänslighetsläge (LFSM). f) Frekvenskänslighetsläge (FSM) och frekvensreglering. g) Begränsning av effektgradient.

4 Driftövervakning och fjärrkontroll

De projektspecifika underlag och krav som behandlar driftövervakning och fjärrkontroll listas i Tabell 3.

Tabell 3 Projektspecifika uppgifter och krav enligt HVDC-förordningen för driftövervakning och fjärrkontroll

Paragraf	Krav
22.6	Den berörda systemansvarige ska, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, ange all utrustning som behövs för att ge möjlighet till val av reglerläge och relevanta börvärden via fjärrstyrning.
36.1	Parametrarna för de olika reglerlägena och skyddsinställningarna i systemet för högspänd likström ska kunna ändras i omriktarstationen för högspänd likström, om detta krävs av den berörda systemansvarige eller den berörda systemansvarige för överföringssystemet och i enlighet med punkt 3.
36.2	Den berörda systemansvarige, den berörda systemansvarige för överföringssystemet och ägaren av systemet för högspänd likström ska samordna och komma överens om varje ändring av principer eller parameterinställningar för de olika reglerlägena och skyddet av systemet för högspänd likström, inklusive förfarandet för detta.
36.3	Reglerlägena och tillhörande börvärden för systemet för högspänd likström ska kunna ändras via fjärrstyrning såsom anges av den berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet.
47.2	När det gäller frekvenssvar ska ägaren av den bortre omriktarstationen för högspänd likström och ägaren av den likströmsanslutna kraftparksmodulen komma överens om de tekniska formerna för den snabba signalkommunikationen i enlighet med artikel 39.1. Systemet för högspänd likström ska kunna tillhandahålla nätfrekvensen vid anslutningspunkten som en signal om den berörda systemansvarige för överföringssystemet kräver detta. För ett system för högspänd likström som ansluter en kraftparksmodul ska frekvenssvaret i form av en justering av aktiv effekt begränsas av den likströmsanslutna kraftparksmodulens förmåga.
51.1	När det gäller instrument för drift ska varje omriktarenhet för högspänd likström i ett system för högspänd likström utrustas med en automatisk reglerenhet som kan ta emot instruktioner från den berörda systemansvarige och från den berörda systemansvarige för överföringssystemet. Denna automatiska reglerenhet ska kunna sköta driften av omriktarenheterna för högspänd likström i systemet för högspänd likström på ett samordnat sätt. Den berörda systemansvarige ska ange hierarkin för den automatiska reglerenheten per omriktarenhet för högspänd likström.

51.2	Den automatiska reglerenhet för systemet för högspänd likström som avses i punkt 1 ska kunna skicka följande typer av signaler till den berörda systemansvarige: a) Driftsignaler som tillhandahåller åtminstone följande: i. Startsignaler. ii. Mätningar av växel- och likspänning. iii. Mätningar av växel- och likström. iv. Mätningar av aktiv och reaktiv effekt på växelströmssidan. v. Mätningar av likströmseffekt. vi. Driftstyp för respektive omriktarenhet i en omriktare för högspänd likström med flera parallella omriktarenheter. vii. Element och topologistatus. viii. Intervall för aktiv effekt för FSM, LFSM-O och LFSM-U. b) Larmsignaler som tillhandahåller åtminstone följande: i. Nödblockering. ii. Rampblockering. iii. Snabb reversering av aktiv effekt.
51.3	Den automatiska reglerenhet som avses i punkt 1 ska kunna ta emot följande typer av signaler från den berörda systemansvarige: c) Driftsignaler för att ta emot åtminstone följande: i. Startorder. ii. Börvärden för aktiv effekt. iii. Inställningar för frekvenskänslighetsläge. iv. Börvärden för reaktiv effekt, spänning eller liknande. v. Reglerlägen för reaktiv effekt. vi. Reglering av dämpning av effektpendlingar. vii. Syntetisk tröghet. d) Larmsignaler för att ta emot åtminstone följande: i. Order om nödblockering. ii. Order om rampblockering. iii. Flödesriktning för aktiv effekt. iv. Order om snabb reversering av aktiv effekt.
51.4	För varje signal får den berörda systemansvarige ange kvaliteten på den signal som ges.
53.2	Den berörda systemansvarige får ange parametrar för leverans kvalitet som ska uppfyllas av systemet för högspänd likström, under förutsättning att dessa aviseras i rimlig tid.
53.3	Ägaren av systemet för högspänd likström, den berörda systemansvarige och den berörda systemansvarige för överföringssystemet ska komma överens om detaljerna i den utrustning för felregistrering som avses i punkt 1, inklusive analoga och digitala kanaler, och dess inställningar, inklusive kriterier för utlösning och avläsningsfrekvens.
53.4	All utrustning för övervakning av systemets dynamiska driftsegenskaper ska omfatta en pendlingsregistrering som specificeras av den berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, för att påvisa dåligt dämpade effektpendlingar.
53.5	Anordningarna för övervakning av leverans kvalitet och systemets dynamiska driftsegenskaper ska inbegripa förfaranden så att ägaren av systemet för högspänd likström och den berörda systemansvarige kan komma åt informationen elektroniskt. Ägaren av systemet för högspänd likström, den berörda systemansvarige och den berörda systemansvarige

för överföringssystemet ska komma överens om
kommunikationsprotokollen för registrerade uppgifter.

5 Feltålighet, spänningsintervaller och kapabilitet

De projektspecifika underlag och krav som behandlar feltålighet, spänningsintervaller och kapabilitet listas i Tabell 4.

Tabell 4 Projektspecifika uppgifter och krav enligt HVDC-förordningen för feltålighet, spänningsintervaller och kapabilitet

Paragraf	Krav
18.1	Utan att det påverkar tillämpningen av artikel 25 ska en omriktarstation i ett system för höghänsänd likström kunna förbli ansluten till nätet och fungera vid maximal strömstyrka i systemet för höghänsänd likström, inom intervallen för nätspänningen vid anslutningspunkten uttryckta som spänningen vid anslutningspunkten i förhållande till spänningens referensvärde med relativtal 1, och under de tidsperioder som anges i tabellerna 4 och 5 i bilaga III. Fastställandet av spänningens referensvärde med relativtal 1 ska vara föremål för samordning mellan de angränsande berörda systemansvariga.
18.2	Ägaren av systemet för höghänsänd likström och den berörda systemansvarige får, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, komma överens om bredare spänningsintervall eller längre minimitidsperioder för drift än de som anges i punkt 1 för att säkerställa bästa utnyttjande av den tekniska förmågan hos ett system för höghänsänd likström, om detta behövs för att bevara eller återställa systemsäkerheten. Om bredare spänningsintervall eller längre minimitider för drift är ekonomiskt och tekniskt genomförbara får ägaren av systemet för höghänsänd likström inte utan skäl vägra att samtycka.
20.1	Den berörda systemansvarige ska, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, ange kraven på förmåga till reaktiv effekt vid anslutningspunkterna i samband med varierande spänning. Förslaget till dessa krav ska omfatta en $U-Q/P_{\max}$ -profil, inom vars gränser omriktarstationen för höghänsänd likström ska kunna tillhandahålla reaktiv effekt vid sin maximala kapacitet för överföring av aktiv effekt via höghänsänd likström.
20.2	Den $U-Q/P_{\max}$ -profil som avses i punkt 1 ska överensstämma med följande principer: $U-Q/P_{\max}$-profilen får inte gå utanför det tillåtna området för $U-Q/P_{\max}$-profilen som visas med de inre begränsningslinjerna i figuren i bilaga IV, och den behöver inte vara rektangulär. - Dimensionerna för det tillåtna området för $U-Q/P_{\max}$-profilen ska ta hänsyn till de värden som fastställs för varje synkronområde i tabellen i bilaga IV. Det tillåtna området för $U-Q/P_{\max}$ -profilen ska ligga innanför de fasta yttre begränsningslinjerna i figuren i bilaga IV.
20.4	Vid drift med en aktiv uteffekt som understiger den maximala kapaciteten för överföring av aktiv effekt via höghänsänd likström ($P < P_{\max}$) ska omriktarstationen för höghänsänd likström kunna fungera vid varje möjlig arbetspunkt, såsom anges av den berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet och i enlighet

	med den förmåga att tillhandahålla reaktiv effekt som fastställs i den U-Q/P _{max} -profil som anges i punkterna 1–3.
24	En ägare av ett system för högespänd likström ska säkerställa att systemets anslutning till nätet inte leder till en nivå av distorsion eller variation av försörjningsspänningen i nätet, vid anslutningspunkten, som överstiger den nivå som anges av den berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet. Den process för nödvändiga undersökningar och de relevanta data som ska tillhandahållas av samtliga inblandade nätanvändare, liksom de åtgärder som identifieras och genomförs för att minska riskerna, ska vara i enlighet med processen i artikel 29.
25.6	Den berörda systemansvarige för överföringssystemet ska ange förmåga till feltålighet i händelse av asymmetriska fel.
27	System för högespänd likström, inklusive luftledning för likström, ska klara snabb återhämtning efter övergående fel inom systemet för högespänd likström. Närmare uppgifter om denna förmåga ska vara föremål för samordning och överenskommelser om principer och inställningar för skydd i enlighet med artikel 34.
33.3	Systemet för högespänd likström ska tåla övergående fel i ledningar för högespänd växelström i nätet som gränsar till eller är i närheten av systemet för högespänd likström, och får inte orsaka att någon del av utrustningen i systemet för högespänd likström kopplas bort från nätet på grund av automatisk återinkoppling av ledningar i nätet.
47.1	Om en annan nominell frekvens än 50 Hz används, eller om konstruktionen tillåter variabel frekvens, i nätet för anslutning av de likströmsanslutna kraftparksmodulerna, enligt överenskommelse med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, ska artikel 11 tillämpas på de borte omriktarstationerna för högespänd likström, med de tillämpliga frekvensområden och tidsperioder som anges av den berörda systemansvarige för överföringssystemet, med hänsyn tagen till systemets särdrag och de krav som fastställs i bilaga I.
48.1	I fråga om spänningsintervall gäller följande: - En borte omriktarstation för högespänd likström ska kunna förbli ansluten till nätet vid den borte omriktarstationen för högespänd likström och fungera inom de spänningsintervall (relativtal) och de tidsperioder som anges i tabellerna 12 och 13 i bilaga VIII. De tillämpliga spänningsintervall och tidsperioder som anges väljs ut på grundval av spänningens referensvärde med relativtal 1. - Den berörda systemansvarige, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, och ägaren av den likströmsanslutna kraftparksmodulen får komma överens om bredare spänningsintervall eller längre minimitidsperioder för drift i enlighet med artikel 40. - För gränssnittspunkter för högespänd likström med växelspanningar som inte omfattas av det tillämpningsområde som anges i tabellerna 12 och 13 i bilaga VIII ska den berörda systemansvarige, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, ange tillämpliga krav vid anslutningspunkterna. Om andra nominella frekvenser än 50 Hz används, enligt överenskommelse med den berörda systemansvarige för

	överföringssystemet, ska de spänningsintervall och tidsperioder som anges av den berörda systemansvarige i samordning
48.2	En borte omriktarstation för högspänd likström ska uppfylla följande krav för spänningsstabilitet vid anslutningspunkterna när det gäller förmåga till reaktiv effekt: a) Den berörda systemansvarige ska, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, ange kraven på förmåga att tillhandahålla reaktiv effekt för olika spänningsnivåer. I samband med detta ska den berörda systemansvarige, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, ange en $U-Q/P_{\max}$-profil som får ha vilken form som helst och inom vars gränser den borte omriktarstationen för högspänd likström ska kunna tillhandahålla reaktiv effekt vid sin maximala kapacitet för överföring av aktiv effekt via högspänd likström. b) $U-Q/P_{\max}$-profilen ska anges av varje berörd systemansvarig i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet. $U-Q/P_{\max}$-profilen ska ligga inom det intervall för $Q/P_{\max}$ och spänning i stationärt läge som anges i tabell 14 i bilaga VIII, och det tillåtna området för $U-Q/P_{\max}$-profilen ska ligga innanför de fasta yttre begränsningslinjer som anges i bilaga IV. Den berörda systemansvarige ska, i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet, beakta den långsiktiga utvecklingen av nätet när dessa intervall bestäms
50	Ägare av en borte omriktarstation för högspänd likström ska säkerställa att deras anslutning till nätet inte leder till en nivå av distorsion eller variation av försörjningsspänningen i nätet, vid anslutningspunkten, som överstiger den nivå som tilldelats dem av den berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet. Nödvändiga bidrag från nätanvändare, inklusive men inte begränsat till befintliga likströmsanslutna kraftparksmoduler och system för högspänd likström, till åtföljande undersökningar får inte undanhållas utan skäl. Den process för nödvändiga undersökningar som ska genomföras och de relevanta data som ska tillhandahållas av samtliga inblandade nätanvändare, liksom de åtgärder som identifieras och genomförs för att minska riskerna, ska vara i enlighet med processen i artikel 29.

6 Simuleringsmodeller

De projektspecifika underlag och krav som behandlar simuleringsmodeller listas i Tabell 5.

Tabell 5 Projektspecifika uppgifter och krav enligt HVDC-förordningen för simuleringsmodeller

Paragraf	Krav
25.2	På begäran från ägaren av systemet för högspänd likström ska den berörda systemansvarige tillhandahålla tillstånd före och efter fel såsom föreskrivs i artikel 32 när det gäller a) minsta kortslutningskapacitet före fel vid varje anslutningspunkt, uttryckt i MVA, b) arbetspunkt för omriktarstationen för högspänd likström före fel, uttryckt i aktiv uteffekt och reaktiv uteffekt vid anslutningspunkten och spänning vid anslutningspunkten, och c) minsta kortslutningskapacitet efter fel vid varje anslutningspunkt, uttryckt i MVA. Alternativt får den berörda systemansvarige tillhandahålla allmänna värden för tillstånden ovan som härletts från typfall.
32.1	Den berörda systemansvarige ska ange och offentliggöra den metod och de tillstånd före och efter fel som behövs för beräkningen av åtminstone minsta och största kortslutningseffekt vid anslutningspunkterna.
32.2	Systemet för högspänd likström ska kunna fungera inom det intervall för kortslutningseffekt och de nätegenskaper som anges av den berörda systemansvarige.
32.3	Varje berörd systemansvarig ska förse ägaren av systemet för högspänd likström med nätekvaliteter som beskriver nätets driftsegenskaper vid anslutningspunkten, så att ägaren av systemet för högspänd likström kan utforma sitt system när det gäller åtminstone, men inte begränsat till, övertoner och dynamisk stabilitet under systemets hela livstid.
42.c	Varje berörd systemansvarig och ägare av system för högspänd likström ska förse ägaren av den likströmsanslutna kraftparksmodulen med nätekvaliteter som representerar systemet, så att ägarna av de likströmsanslutna kraftparksmodulerna kan utforma sina system i fråga om övertoner.
49	När det gäller nätegenskaper ska ägaren av den borte omriktarstationen för högspänd likström förse varje ägare av en likströmsansluten kraftparksmodul med relevanta data i enlighet med artikel 42.
54.1	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. 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.
54.2.g	För dynamiska simuleringar ska de tillhandahållna modellerna omfatta åtminstone, men inte vara begränsade till, följande delmodeller, beroende på förekomsten av nämnda komponenter: Modeller av skydd för systemet för högspänd likström, enligt överenskommelse mellan den berörda systemansvarige för överföringssystemet och ägaren av systemet för högspänd likström.
54.5	En ägare av ett system för högspänd likström ska tillhandahålla en likvärdig modell av reglersystemet om en negativ växelverkan i regleringen kan uppstå med omriktarstationer för högspänd likström och andra anslutningar som är elektriskt nära varandra, om detta begärs av den berörda systemansvarige eller den berörda systemansvarige för överföringssystemet. Den likvärdiga modellen ska innehålla alla data som krävs för en realistisk simulering av den negativa växelverkan i regleringen.

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

