

ANNEX D

REAKTIV REGULERINGSEGENSKABER JF. ARTIKEL 20, 40 OG 48

ENERGINET

Energinet
Tonne Kjærsvvej 65
DK-7000 Fredericia

+45 70 10 22 44
info@energinet.dk
CVR-nr. 28 98 06 71

Dato:
28. september 2018

Forfatter:
JMI/JMI

A	Offentlig udgave	JMI	WZE MTH JPK	FBN	JBO	28. sep- tember 2018
REV.	DESCRIPTION	PREPARED	REVIEWED	CHECKED	APPROVED	DATE

NR.	TEKST	VERSION	DATO

Nærværende kravspecifikation omfatter Energinets krav for reaktiv reguleringssegenskaber i forbindelse med nettilslutning af HVDC-anlæg. Kravspecifikationen indgår som baggrund i forbindelse med implementering af EU forordning 2016/1447, *High Voltage Direct Current (HVDC)*, og omhandler således krav til HVDC-anlæg.

INDHOLD

1. Læsevejledning.....	3
2. Krav til reaktiv reguleringssegenskaber for HVDC-anlæg	4
2.1 HVDC-anlæg.....	4
2.2 DC tilsluttet PPM.....	6
2.3 HVDC anlæg som DC tilsluttet PPM er tilsluttet i	6

1. Læsevejledning

Denne kravspecifikation indeholder alle generelle og specifikke krav vedrørende reaktiv reguleringssegenskaber for HVDC-anlæg.

Kravspecifikationen er bygget op således, at afsnit 2 indeholder de overordnede generelle krav og forpligtelser

Kravspecifikationen er udgivet af *den systemansvarlige virksomhed* og kan hentes på Energinets hjemmeside, www.energinet.dk.

2. Krav til reaktiv reguleringssegenskaber for HVDC-anlæg

Jf. artikel 20, 40 og 48 i HVDC-forordningen skal system operatøren i samarbejde med TSO'en specificere krav til U/Q-Pmax egenskaber for HVDC anlæg, DC tilsluttet PPM og HVDC anlæg som DC tilsluttet PPM er tilsluttet i. Nærværende dokument beskriver disse samt argumentation for kravstillelse.

Som illustreret i figur 5 og tabel 6 i HVDC, er der defineret områder for spænding og reaktiv effekt, hvor kravet, der defineres, skal ligges inden for.

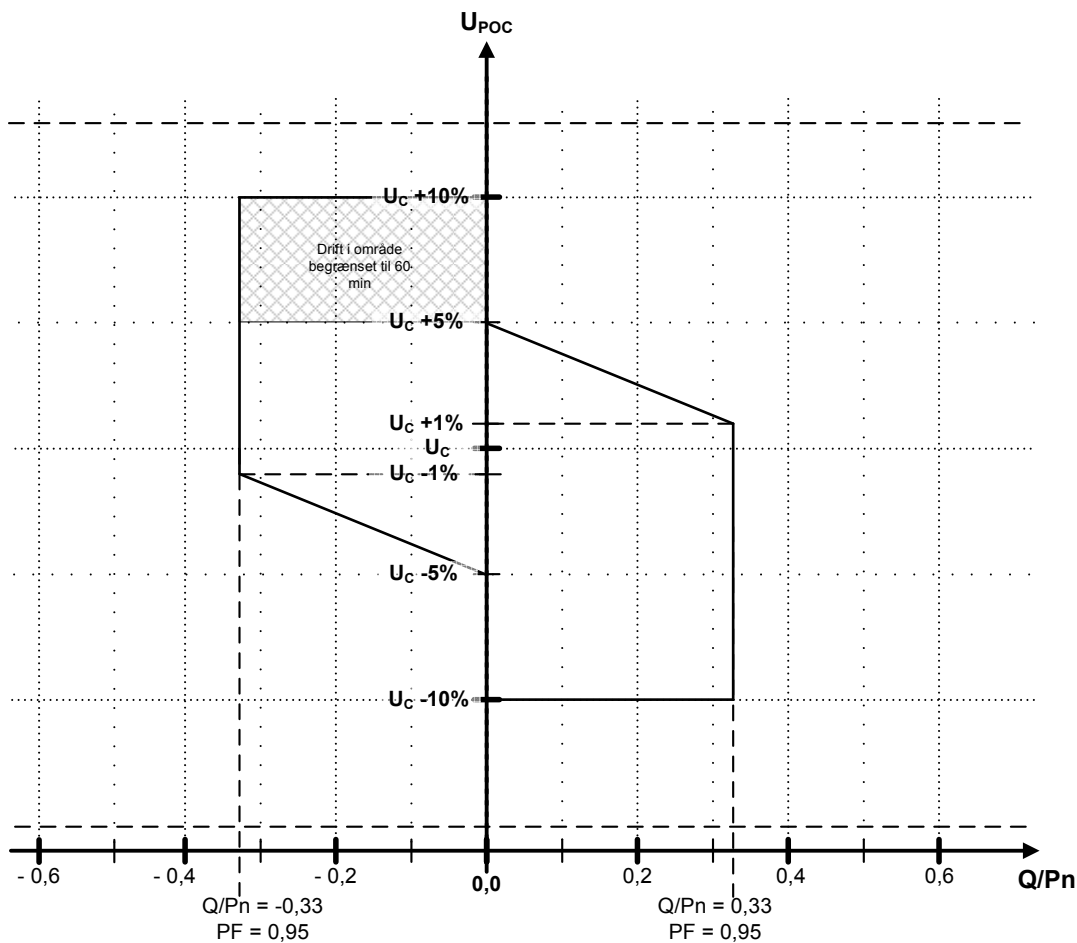
I nedenstående afsnit defineres først krav HVDC anlæg, og derefter krav DC tilsluttet PPM og HVDC anlæg, som DC tilsluttet PPM er tilsluttet i.

2.1 HVDC-anlæg

I fremtidens VE-baseret elforsyningssystem, forventes størstedelen af de termiske centrale kraftværker, som traditionelt har været systembærende, at være udfaset. De systembærende egenskaber, der går tabt ved udfasning af et kraftværk, skal erstattes af andre anlæg i elforsyningssystemet. Her tænkes HVDC-anlæggene at have en vigtig rolle ift. at levere de spændingsstabiliserende egenskaber. I kravstillelsen af U/Q-Pmax egenskaberne skal det forsøges at opnå lignende egenskaber, som hos de centrale kraftværker, med hensyntagen til teknologiens begrænsninger.

Kontinuer overmagnetiseringsegenskab for et centralt kraftværk ligger typisk i intervallet 160 – 240 MVar. Kraftværkerne designes desuden med en overlasteegenskab, som tillader, at anlægget kortvarigt (10 s) kan levere ca. 1,6 gange ovenstående værdi. Undermagnetiseringsegenskaberne er mere begrænset grundet svækkelse af den elektro-mekaniske kobling til nettet. Egenskaberne ligger typisk i intervallet 100 – 150 MVar.

HVDC anlæg har ikke samme udfordring med at undermagnetisere, hvorfor der stilles et symmetrisk krav. Anvendes samme krav til reaktive reguleringssegenskaber, som det der stilles for PPM ($\tan(\phi) = \pm 0,33$), opnås ± 230 MVar for et HVDC anlæg med en aktiv effektoverførings-
evne på $P_{max} = 700$ MW. Med dette krav er der en tilfredsstillende overensstemmelse mellem kraftværkernes og HVDC-anlæggenes egenskab. Ses der på Energinets image, vil det være at foretrække at stille lignende krav til eksterne aktørers anlæg, som det der stilles til Energinets egne, da teknologien, der anvendes for PPM og HVDC anlæg, er den samme. Kravet vælges således til $\tan(\phi) = \pm 0,33$. I Figur 1 er krav illustreret.



Figur 1 U/Q-Pmax krav for HVDC anlæg.

Tilslutningspunktet for fremtidens HVDC-anlæg forventes at være i stærke knudepunkter i transmissionsnettet på 400 kV. Anlæggene skal derfor altid være drevet i spændingsregulering. Der stilles derfor reduceret krav i spændingsområdet overspænding/overmagnetiseret og underspænding/undermagnetiseret, da anlægget aldrig vil kunne komme til at ligge i et driftspunkt i disse områder. Spændingsreguleringens spændingsreference skal kunne indstilles i intervallet 0,95 – 1,05 pu jf. artikel 22 i NC HVDC. I praksis vil spændingsreferencen vælges til typisk driftsspænding liggende i intervallet 1,02 – 1,04 pu (408 – 416 kV). Spændingsvinduet er derfor valgt til at muliggøre drift med spændingsregulering med en spændingsreference i intervallet 0,96 – 1,04 pu med mulighed for at indstille en statik i intervallet 3 % - 6 %, hvor 4 % er typisk indstilling.

Spændingsområdet fra 1,05 – 1,1 pu er tidsbegrænset jf. robusthedskrav. Derfor accepteres det, at de reaktive egenskaber i dette område kun er til rådighed i den tidsperiode, hvor anlægget kræves at være i drift.

Maksimal strømrating for inverteren defineres af driftspunktet, hvor inverteren kontinuerligt skal kunne levere Pmax og Qmax ved underspænding. Strømratingen er bestemmende for performance af spændingsregulering under fejl, da HVDC-anlægget injicerer en reaktiv strøm med en størrelse, som minimum svarende til nominal strøm. Som det ses, er underspændingen

valgt til 0,9 pu, hvilket betyder, at inverterstørrelsen skal designes 10 % større med reference til 1 pu.

Der anvendes et samlet spændingsvindue på 0,2 pu. Dette vindue går ud over det nordiske vindue, som er 0,15 pu. Altså er det definerede krav en skærpelse ift. det nordiske spændingsvindue.

Fra 0,0 – 1,0 pu aktiv effekt skal det være muligt at udnytte HVDC-anlæggets indbyggede reaktivegenskaber. Dvs. det skal altså være muligt at anvende evt. forøget reaktivegenskaber, anlægget måtte have, ved driftspunkter under 1,0 pu aktiv effekt.

Anlægget skal kunne drives i statcom-mode, hvilket muliggør anvendelse af HVDC-anlæggets reaktivegenskaber i situationer, hvor der ikke er nogen aktiv effektoverførsel.

2.2 DC tilsluttet PPM

I kravstillelsen henvises der til krav defineret i EU forordning 2016/631 artikel 21. Der stilles ikke et andet krav, da dette vil være at diskriminere anlægstypen.

Da de reaktive egenskaber fra PPM ikke kan overføres via HVDC-anlægget til det kollektive elforsyningsnet, skal der være mulighed for at få dispensation for U/Q-Pmax krav. Anlægsejer vil med høj sandsynlighed både eje PPM og HVDC-anlæg, hvorfor han har rådighed over begge anlæg ift. spændingsregulering i off-shore AC-ø. Anlægsejer kan altså selv bestemme hvilken af enhederne, som skal udføre spændingsregulering.

2.3 HVDC anlæg som DC tilsluttet PPM er tilsluttet i

I kravstillelsen henvises der til krav defineret for HVDC anlæg (se Figur 1).

Da de reaktive egenskaber fra HVDC-anlægget ikke kan overføres til det kollektive elforsyningsnet, skal der være mulighed for at få dispensation for U/Q-Pmax krav. Anlægsejer vil med høj sandsynlighed både eje PPM og HVDC-anlæg, hvorfor han har rådighed over begge anlæg ift. spændingsregulering i off-shore AC-ø. Anlægsejer kan altså selv bestemme hvilken af enhederne, som skal udføre spændingsregulering.