

AAN MT-NL  
KOPIE AAN

DATUM  
REFERENTIE  
VAN

16 juli 2014  
PU-AM '14-338

**ONDERWERP** Voorgesteld beleid met betrekking tot de toepassing 4-circuits EHS-verbindingen

## Besluit

Teneinde te voorkomen dat bij falen van 4-circuit Extra Hoogspanning (EHS)- masten\* de leveringszekerheid in gevaar zou komen en niet voldaan zou kunnen worden aan (internationale) verplichtingen is naar aanleiding van een analyse door de werkgroep 'Nieuwe kwaliteitscriteria' in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken (EZ) door TenneT nader onderzoek verricht naar de systeemtechnische consequenties van 4-circuit EHS-verbindingen. Dit is nu relevant omdat toepassing van 4 circuit EHS verbindingen een reële optie is in de projecten Noord-West 380kV en Zuid-West 380kV. De uitkomsten van dat onderzoek hebben geleid tot formulering van beleid op dit punt.

### **Beleid toepassing van 4 circuit EHS-verbindingen:**

- 1. Voor verbindingen tussen de grote opweklocaties aan de kust en de nationale 380kV-ring, is de toepassing van 4-circuit EHS-verbindingen, onder toepassing van mitigerende/flankerende maatregelen acceptabel. Situationeel zullen bij meer dan 3000 MW invoeding maatregelen bepaald moeten worden.**
- 2. Voor verbindingen in de nationale 380 kV-ring en de verbindingen die deel uitmaken van een verbinding met het buitenland (interconnectie) geldt dat de complete onderbreking van een 4-circuit EHS-verbinding die deel uitmaakt van de hoofdstructuur van het Europese net en die zou kunnen leiden tot cascade-effecten ook buiten Nederland zeer ongewenst is. Falen van zulke verbindingen brengt de leveringszekerheid in gevaar en kan leiden tot het niet nakomen van verplichtingen voortvloeiend uit (inter)nationale afspraken en regelgeving. Toepassing van een 4-circuit verbinding dient daarom in deze situaties in het belang van de elektriciteitsvoorziening te worden vermeden.**

\* Het betreft hier masten van 220- en 380 kV

## 1. Inleiding

In opdracht van TenneT TSO B.V. heeft DNV KEMA in 2013 onderzoek gedaan naar de systeemtechnische consequenties van het falen van 4-circuit EHS-verbindingen. De resultaten hiervan zijn verwoord in het DNV/GL-rapport met nummer 74104670-ETD/PSP 13-3355 d.d. 24 januari 2014. Aanleiding voor het onderzoek was een analyse door de werkgroep 'Nieuwe kwaliteitscriteria' in opdracht van het Ministerie van EZ. De vraagstelling was of de gevolgen van het totale verlies van een 4-circuit EHS-verbinding nog acceptabel zou zijn of dat deze, ondanks kleine kans van optreden, zodanig effecten heeft dat het gebruik er van zou moeten worden beperkt of uitgesloten.

Deze notitie geeft een toelichting op voornoemd DNV/GL-rapport en verwoordt het TenneT beleid met betrekking tot de toepassing van 4-circuit EHS-verbindingen. Na goedkeuring zal dit beleid worden opgenomen in de TBD 'Beoordelingskader en beleidsuitgangspunten voor nieuwe 380/ 220 kV-verbindingen'.

## 2. Het onderzoek

Bij het onderzoek is dynamische systeem instabiliteit onderzocht. Dynamische systeem instabiliteit treedt op als 'teveel' opgewekt vermogen moet worden getransporteerd over een elektrisch gezien 'te slappe' verbinding. Bij het optreden van dynamische instabiliteit gaan generatoren ongedempt slingeren, wat leidt tot hevig variërende opwek in spanning en vermogen. Om zichzelf te beschermen schakelen generatoren hierdoor af van het net, wat leidt tot een (voltage)collaps in een groot deel van het net, met uitval van belasting tot gevolg. De effecten kunnen hierbij grensoverschrijdend zijn.

Een maatregel waardoor dynamische instabiliteit minder snel optreedt is de toepassing van Power System Stabilizers (PSS). Dit op de productie-eenheden toegepaste regelsysteem zorgt voor demping. Op de modellen van productie-eenheden die voor het onderzoek zijn gebruikt is ook een PSS gemodelleerd.

In het onderzoek is gekeken naar het ontstaan van dynamische instabiliteit bij het omvallen van een 4-circuits EHS-verbinding, waarbij de circuits in enkele seconden na elkaar worden afgeschakeld. Voor de in het net heersende energiestromen op het moment van de storing is uitgegaan van een 'reële' worst-case. Om het niveau waarbij dynamische instabiliteit optreedt vast te stellen, is in het onderzoek het vermogen over de verbinding stapsgewijs opgevoerd van 3 GW tot 6 GW.

Afzonderlijk zijn onderzocht het falen van:

- de bestaande 4-circuitverbinding Eemshaven – Meeden,
- de voorgenomen verbindingen Borssele-Tilburg (ZW380),- Borssele-Rilland, Eemshaven Oude Schip – Ens (NW380) en
- een potentiële toepassing van een 4-circuit EHS-verbinding tussen Krimpen – Geertruidenberg (onderdeel van de nationale 380 kV-ring).

Met de keuze van de onderzochte verbindingen kan een goed beeld worden verkregen van de effecten op de verschillende locaties in het Nederlandse hoogspanningsnet.

### 3. Resultaten DNV KEMA studie

#### Eemshaven-Meeden

De bestaande 4-circuitverbinding (gecombineerde) 380/220 kV veroorzaakt bij omvallen van de mast met een energietransport van 3 GW of meer instabiliteit van het 220 kV en 380 kV net.

#### Borssele-Tilburg en Borssele-Rilland

Tot een onderbreking van 5 GW over de verbinding Borssele-Tilburg ontstaat geen instabiliteit. Uitval van de 4-circuitverbinding betekent wel dat Zeeland met productie (inclusief nucleair) in het donker gaat. Met hulp vanuit het Brabantse 150 kV-net kan de belasting van Zeeland echter weer snel (maximaal 2 uur) worden gevoed (inclusief kerncentrale) en kan een beperkte hoeveelheid productie weer opschakelen. Valt de 4-circuitverbinding uit dan raakt ook de interconnector naar Zandvliet los van het net. De consequentie hiervan is dat naast het verlies van productie in Zeeland op het zelf moment ook de benodigde toelevering uit het buitenland wordt bemoeilijkt. De interconnector naar Zandvliet blijft wel in de lucht als in Rilland een volledig schakelbaar 380 kV-station wordt gebouwd en er uitgegaan wordt van een 4-circuit EHS-verbinding op het tracé Borssele – Rilland die dan zou falen.

#### Eemshaven Oude Schip-Ens

Voor Eemshaven Oudeschip-Ens (NoordWest380) treedt vanaf 4 GW dynamische instabiliteit op.

#### Krimpen-Geertruidenberg

Een toekomstige 4-circuitverbinding op het traject Krimpen-Geertruidenberg, ter vervanging van de huidige 2-circuitverbinding geeft vanaf 3 GW transport al dynamische instabiliteit. Reden hiervoor is het grote overschot aan productievermogen in de Randstad, die bij algehele uitval van de verbinding Krimpen-Geertruidenberg via de relatief zwakke verbinding Diemen – Lelystad-Ens naar onder meer Duitsland moet worden afgevoerd. Opwaardering van de transportcapaciteit van deze verbinding brengt hierin geen noemenswaardige verbetering.

### 4. Conclusies uit het onderzoek

Een volgens de huidige ontwerpstandaard gebouwde 4-circuit EHS-verbinding (4x 4.000A) kan 7,5 GW (n-1) veilig transporteren. Uit het DNV KEMA-rapport blijkt echter dat in geval van volledig falen van een 4-circuit EHS-verbinding dynamische systeem instabiliteit al op kan treden bij veel lagere transporten (3 tot 5 GW). Dit betekent dat wanneer te allen tijde rekening moet worden gehouden met instabiliteit de verbinding niet volledig kan worden benut.

Voor de volledigheid zij nog opgemerkt dat tot nog toe in het netontwerp geen rekening is gehouden met het omvallen van masten, omdat de kans klein is en de onderbroken energiestroom nog niet zo groot is als bij een 4-circuit EHS-verbinding met een transportcapaciteit van 4x 4.000A.

Zoals aangegeven ontstaat bij de bestaande 4-circuitlijn Eemshaven – Meeden dynamische instabiliteit vanaf 3 GW transport. De huidige 220 kV-verbinding Eemshaven – Vierverlaten transporteert echter een deel van de in Eemshaven opgewekte energie, daardoor is de verbinding Eemshaven – Meeden tot op heden met minder dan 3 GW belast.

Voor de productielocatie Borssele (productie Zeeland in totaal) kan relatief veel opwek worden toegestaan voordat dynamische instabiliteit optreedt. Dit komt doordat met het omvallen van de 4-circuitlijn ook de productie in Borssele los raakt van het net. Het probleem van teveel vermogen achter een te slappe verbinding treedt daarmee niet op.

Zonder een station Rilland raakt ook de interconnectie naar België onderbroken, waardoor naast productieverlies ook de import uit België wordt belemmerd terwijl deze juist dat op dat moment noodzakelijk is.

Het vroegtijdige ontstaan van instabiliteit bij falen van de verbinding Krimpen-Geertruidenberg is moeilijk aan één productielocatie toe te schrijven. Transporten over deze verbinding moeten worden gerelateerd aan de grote productielocaties in Nederland en de internationale transporten. Onderbreking van grootschalige internationale transporten als gevolg van omvallen van 4-circuitlijnen vormt een risico.

## 5. Mitigerende maatregelen

Triviale, maar niet altijd realiseerbare, algemene mitigerende maatregelen zijn minder productie op één locatie, uitsplitsen van 4-circuit-lijnen in twee geografisch gescheiden verbindingen (geen bundeling of combinatie), of het limiteren van internationale transit flows.

Een specifieke mitigerende maatregel is voorts het plaatsen van Power System Stabilizers bij de producenten. Hiermee wordt het niveau waarbij dynamische instabiliteit optreedt verhoogd. Nieuwe productie-eenheden worden hiermee standaard uitgerust en deze zijn ook op de productie-eenheden in het onderzoek gebruikt, terwijl deze in de praktijk nog niet altijd aanwezig of actief zijn.

Een vorm van specifieke mitigatie is ook gecontroleerde vermogensreductie (automatisch geforceerde afschakeling van productie) op het moment van falen van een 4-circuitlijn. Nadeel hiervan is dat er dan een tekort in opgewekt vermogen ontstaat. Zolang het tekort niet groter is dan 3.000 MW (internationale afspraak in ENTSO-E verband) is dit in internationaal verband nog op te vangen. Gecontroleerde vermogensreductie tot 3.000 MW is mogelijk door dit productievermogen maximaal achter één 4-circuitlijn te plaatsen. Voor de Eemshaven productielocatie betekent dit dat het productievermogen moet worden verdeeld over de 380 kV-stations Eemshaven en Eemshaven Oude Schip en dat de hoogspanningsverbinding tussen deze twee

stations onder normaal bedrijf open staat. Hierdoor ontstaan twee EHS uitlopers (Eemshaven Oude schip – Ens en Eemshaven – Meeden) met maximaal 3.000 MW invoeding.

Wanneer bovenstaande mitigatie niet haalbaar is omdat meer dan 3.000 MW achter één 4-circuit EHS-verbinding is aangesloten, dan is een flankerende maatregel nog mogelijk. De TSO zou dan op basis van zijn wettelijke taken en verantwoordelijkheden zorg kunnen dragen voor gecoördineerde herverdeling van productie in Nederland ten tijde van verhoogd risico. Hiermee wordt het effect weggenomen (instabiliteit) mocht een 4-circuitverbinding falen. Momenten met verhoogd risico zijn onder andere; bij zeer zware storm en tijdens lijndansen als gevolg van ijsafzetting en storm. Door TenneT gedurende enkele uren de regie te geven over de productie-inzet in Nederland kan het net tijdelijk robuuster worden gemaakt en dynamische instabiliteit ten gevolge van het falen van een 4-circuit EHS-lijn voorkomen worden.

Het limiteren van internationale transitflows via de buitenlandverbindingen en de landelijke ring is in het licht van de open Europese elektriciteitsmarkt ongewenst en ook niet realistisch. TenneT is bovendien tot ingrijpen in de productie in het buitenland niet gerechtigd.

## **6. Beleid met betrekking tot toepassing 4-circuits EHS-verbindingen**

Het beleid rond de toepassing van 4-circuit EHS-verbinding in Nederland is gebaseerd op het waarborgen van de leveringszekerheid in Nederland en Europa en het kunnen voldoen aan (inter)nationale verplichtingen. Hierbij wordt op grond van mogelijke effecten bij falen een onderscheid gemaakt tussen enerzijds verbindingen tussen productielocaties en de nationale 380 kV-ring en anderzijds de ring zelf en de verbindingen die deel uitmaken van een verbindingen tussen de nationale 380kV-ring en het buitenland.

- 1 Voor verbindingen tussen de grote opweklocaties aan de kust en de nationale 380kV-ring, is de toepassing van 4-circuit EHS-verbindingen, onder toepassing van mitigerende/flankerende maatregelen acceptabel. Situationeel zullen bij meer dan 3000 MW invoeding maatregelen bepaald moeten worden.
- 2 Voor verbindingen in de nationale 380 kV-ring en de verbindingen die deel uitmaken van een verbinding met het buitenland (interconnectie) geldt dat de complete onderbreking van een 4-circuit EHS-verbinding die deel uitmaakt van de hoofdstructuur van het Europese net en die zou kunnen leiden tot cascade-effecten ook buiten Nederland zeer ongewenst is. Falen van zulke verbindingen brengt de leveringszekerheid in gevaar en kan leiden tot het niet nakomen van verplichtingen voortvloeiend uit (inter)nationale afspraken en regelgeving. Toepassing van een 4-circuit verbinding dient daarom in deze situaties in het belang van de elektriciteitsvoorziening te worden vermeden.