

Kwaliteits- en Capaciteitsdocument

2013 - Deel 2



Kwaliteits- en Capaciteitsdocument

2013 - Deel 2

8	Netberekeningen	6
8.1	Inleiding	6
8.2	Loadflow-berekeningen	6
8.3	Kortsluitvastheid	10
8.4	Stabiliteitsberekeningen	12
8.5	Spanningskwaliteit	14
8.6	Bepalen waarschijnlijkheid van optreden van knelpunten	16
9	Capaciteitsknelpunten en maatregelen 380kV- en 220kV-net	18
9.1	Huidige netinfrastructuur, aanpassingen in het net en verwachte ontwikkelingen	18
9.2	Scenario's en planningssituaties voor de netberekeningen van het 380kV- en 220kV-net	25
9.3	Geconstateerde knelpunten op verbindingen van het 380kV- en 220kV-net	28
9.4	Geconstateerde knelpunten op stations van het 380kV- en het 220kV-net	32
9.5	Voorziene maatregelen voor de verbindingen in het 380kV- en het 220kV-net	33
9.6	Voorziene maatregelen voor de stations in het 380kV- en het 220kV-net	34
9.7	Vergelijking met KCD 2011 voor het 380kV- en 220kV-net	35
10	Capaciteitsknelpunten en maatregelen 110kV-net regio Noord	38
10.1	Huidige netinfrastructuur, aanpassingen in het net en verwachte ontwikkelingen	38
10.2	Scenario's en planningssituaties voor de netberekeningen van regio Noord	49
10.3	Geconstateerde knelpunten op verbindingen van regio Noord	50
10.4	Geconstateerde knelpunten op stations van regio Noord	53
10.5	Voorziene maatregelen voor de verbindingen van regio Noord	55
10.6	Voorziene maatregelen voor de stations van regio Noord	57
10.7	Aankoppeling met netten lager spanningsniveau in regio Noord	59
10.8	Vergelijking met KCD 2011 voor regio Noord	60

11	Capaciteitsknelpunten en maatregelen	
	150kV-net regio Oost	62
11.1	Huidige netinfrastructuur, aanpassingen in het net en verwachte ontwikkelingen	62
11.2	Scenario's en planningssituaties voor de netberekeningen van regio Oost	68
11.3	Geconstateerde knelpunten op verbindingen van regio Oost	68
11.4	Geconstateerde knelpunten op stations van regio Oost	70
11.5	Voorziene maatregelen voor de verbindingen van regio Oost	72
11.6	Voorziene maatregelen voor de stations van regio Oost	72
11.7	Aankoppeling met netten lager spanningsniveau in regio Oost	74
11.8	Vergelijking met KCD 2011 voor regio Oost	74
12	Capaciteitsknelpunten en maatregelen	
	150kV-net regio Zuid	76
12.1	Huidige netinfrastructuur, aanpassingen in het net en verwachte ontwikkelingen	76
12.2	Scenario's en planningssituaties voor de netberekeningen van regio Zuid	87
12.3	Geconstateerde knelpunten op verbindingen van regio Zuid	88
12.4	Geconstateerde overbelastingen op stations van regio Zuid	92
12.5	Voorziene maatregelen voor de verbindingen van regio Zuid	96
12.6	Voorziene maatregelen voor de stations van regio Zuid	98
12.7	Aankoppeling met netten lager spanningsniveau in regio Zuid	101
12.8	Vergelijking met KCD 2011 voor regio Zuid	103
13	Capaciteitsknelpunten en maatregelen	
	150kV-net regio West	106
13.1	Huidige netinfrastructuur, aanpassingen in het net en verwachte ontwikkelingen	106
13.2	Scenario's en planningssituaties voor de netberekeningen van regio West	120
13.3	Geconstateerde knelpunten op verbindingen van regio West	123
13.4	Geconstateerde knelpunten op stations van regio West	126
13.5	Voorziene maatregelen voor de verbindingen van regio West	130
13.6	Voorziene maatregelen voor de stations van regio West	133
13.7	Aankoppeling met netten lager spanningsniveau in regio West	135
13.8	Vergelijking met KCD 2011 voor regio West	136

08

Netberekeningen

8.1 Inleiding

De functie van het hoogspanningsnet is het op betrouwbare wijze faciliteren van door marktpartijen gewenste leveringen en afnamen van elektrische energie. Het resultaat van deze leveringen en afnamen zijn vermogenstransporten in het hoogspanningsnet, inclusief resulterende importen en exporten. Om te bepalen of deze vermogenstransporten in de toekomst met het huidige net zijn te realiseren, worden netberekeningen zoals loadflow-berekeningen (bepalen van stationsspanningen en vermogensstromen) uitgevoerd. Aanvullend zijn ook kortsluitberekeningen (bepalen van kortsluitstromen) en stabiliteitsberekeningen (bepalen van de dynamische stabiliteit van het systeem) uitgevoerd. Ook is in dit KCD getoetst op enkelvoudige storingsreserve van railsystemen bij onderhoud.

8.2 Loadflow-berekeningen

Voor de toetsing van het huidige net aan de Netcode-criteria zijn loadflow-berekeningen uitgevoerd, waarmee de te verwachten maximale vermogensstromen zijn berekend. Vermogensstromen in hoogspanningsnetten zijn afhankelijk van de topologie, de schakeltoestand van het hoogspanningsnet, de inzet van productiemiddelen en de verdeling van belastingen over de hoogspanningsstations. Elke wijziging in topologie (bijvoorbeeld onderhoud of uitval van netelementen), productie-inzet of belasting resulteert in andere vermogensstromen die voor elke nieuwe situatie opnieuw moeten worden berekend. Voor dit plan is de hoeveelheid door te rekenen momenten beperkt tot een aantal relevante planningssituaties voor de steekjaren 2017, 2020 en 2023.

Een vermogensstroom over een circuit of transformator wordt als toelaatbaar aangemerkt als deze niet meer bedraagt dan 100% van de nominale transportcapaciteit van het betreffende circuit of transformator. Dit betekent nog niet dat als deze waarde boven de grenswaarde van 100% komt al meteen maatregelen noodzakelijk zijn. Omdat de berekeningen gebaseerd zijn op verschillende scenario's met onzekerheden in de prognoses zitten er in de resultaten marges. Samen met de overbelastbaarheid van componenten, leidt dit er in het algemeen toe dat er pas voorstellen voor maatregelen zijn geformuleerd als de overbelasting meer dan 10% bedraagt. Van deze regel wordt afgeweken als overbelasting optreedt bij enkelvoudige uitval van een netcomponent binnen de eerste vijf jaar van de zichtperiode. Uitzondering op deze grenswaarde vormt de uitval van een railsysteem, waarbij voor de meeste transformatoren, aangesloten op het parallelle railsysteem,

kortstondig vermogensstromen tot 150% van de nominale transportcapaciteit toelaatbaar zijn.

Het netmodel voor het 220- en 380kV-transportnet is gebaseerd op de netsituatie per 1 mei 2013. Voor de netten van 110 kV en 150 kV zijn de netmodellen gebaseerd op de netsituatie van 1 januari 2013. Voor de drie steekjaren zullen alle netmodellen aangevuld worden met de netdelen die tussentijds in bedrijf worden genomen. Hierbij zijn uitsluitend die projecten opgenomen, die in het Annual Investment Plan 2013 van TenneT reeds goedgekeurd zijn voor uitvoering, en zich in de realisatiefase bevinden.

In de Netcode zijn voor de netten vanaf 110 kV de zogenoemde toetsingscriteria a, b en c gehanteerd.

8.2.1 A-Criterium

'Bij een volledig in bedrijf zijnd net moeten de door de aangesloten gewenste leveringen respectievelijk afnamen kunnen worden gerealiseerd onder handhaving van de enkelvoudige storingsreserve. Op het 110kV- en 150kV-net is onderbreking van maximaal 100 MW belasting voor maximaal 10 minuten toegestaan.' (Netcode art. 4.1.4.5 lid a en 4.1.4.6 lid a)

Het in de Netcode opgenomen a-criterium is als volgt doorgerekend: Bij toetsing aan het a-criterium wordt de enkelvoudige storingsreserve (ook wel als 'N-1' aangeduid) getoetst bij een volledig in bedrijf zijnd net. Voor de planningssituaties zijn de vermogensstromen berekend bij uitval van achtereenvolgens alle voor de berekeningen relevante circuits, transformatoren en productie-eenheden.

Voor het landelijke net zijn dit alle Nederlandse 220kV- en 380kV-circuits (inclusief de grensoverschrijdende circuits), de 380/220kV-transformatoren en alle in Nederland ingezette productie-eenheden groter dan 60 MW (ook in het geval deze zich in een regionaal net bevinden). In de regionale netten zijn dit alle 150kV- of 110kV-circuits en alle productie-eenheden groter dan 60 MW.

Bij de berekeningen ten aanzien van de aansluiting van de regionale netten zijn dit per regio: de 220kV- en 380kV-circuits aangesloten op de koppelpunten waarmee het betreffende regionale net met het landelijke net is verbonden, de opgestelde transformatoren (380/150 kV, 380/110 kV en 220/110 kV) bij de betreffende koppelpunten en de ingezette productiemiddelen in het regionale net.

Onder enkelvoudige storing in het 220kV- en 380kV-net wordt ook de uitval van een railsysteem in een station begrepen. Uitval van een railsysteem is alleen doorgerekend voor 220kV- en 380kV-stations waar meer dan één transformator op uitsluitend één rail is geschakeld. Dit is het geval in de stations Hessenweg, Diemen, Crayestein, Krimpen, Eindhoven en Hengelo. In alle andere stations leidt railuitval tot uitval van één transformator en is daarmee voor de aankoppeling niet onderscheidend ten opzichte van andere uitvalsituaties. Weliswaar vallen bij railsluiting ook enkele circuits in het 220kV- en/of 380kV-net uit, maar ook dat is niet onderscheidend bij de netanalyse. Voor de 220kV- en 380kV-stations die uitgevoerd zijn als 3/2 of 4/3 schakelaarconfiguratie leidt uitval van een railsysteem niet tot uitval van een transformator.

8.2.2 B-Criterium

'Bij het voor onderhoud niet beschikbaar zijn van een willekeurig circuit, dan wel een willekeurige transformator, dan wel een willekeurige productie-eenheid, dan wel een grote verbruiker, moeten de door de aangeslotenen gewenste leveringen dan wel afnamen kunnen worden gerealiseerd onder handhaving van enkelvoudige storingsreserve. Hierbij hoeft alleen rekening te worden gehouden met de als gevolg van de leveringen dan wel afnamen optredende belastingen tijdens de onderhoudsperiode. Op het 110kV- en 150kV-net is tijdens onderhoud een onderbreking van maximaal 100 MW belasting voor maximaal 6 uur toegestaan.' (Netcode art. 4.1.4.5 lid b en art 4.1.4.6. lid b)

Het in de Netcode opgenomen b-criterium is als volgt doorgerekend: Bij toetsing aan b-criterium wordt de enkelvoudige storingsreserve getoetst tijdens onderhoud (ook wel als 'N-2' aangeduid). Voor de planningssituaties is het niet beschikbaar zijn van alle mogelijke combinaties van relevante railsystemen, circuits, transformatoren en productie-eenheden doorgerekend.

8.2.3 C-Criterium

‘Bij de hoogste belasting en bij het uit bedrijf zijn van een willekeurig circuit, dan wel een willekeurige transformator, dan wel twee willekeurige productie-eenheden, dan wel een grote verbruiker, moet door een aangepaste productieverdeling of door andere (vooraf overeengekomen) maatregelen de enkelvoudige storingsreserve kunnen worden gewaarborgd.’ (Netcode art. 4.1.4.5 lid c)

Dit criterium is getoetst door uit te gaan van een situatie van de maximale belasting, zoals in een scenario voorzien, en een hierop aangepaste productieverdeling om levering mogelijk te maken. Toetsing aan het c-criterium voor de aansluiting van de regionale netten is uitgevoerd door voor elk regionaal net alle productie-eenheden als ingezet te veronderstellen, met uitzondering van de twee grootste, en vervolgens te toetsen of de enkelvoudige storingsreserve kan worden gehandhaafd.

8.2.4 Railcriterium

De normen voor de aan te houden storingsreserve zijn vastgelegd in artikel 31 van de Elektriciteitswet 1998. De Elektriciteitswet laat op de enkelvoudige storingsreserve bij onderhoud (N-2) onder voorwaarden beperkte uitzonderingen toe, maar in het geheel niet op het N-1 criterium. Deze normen zijn nader uitgewerkt in de Netcode, die door de ACM wordt vastgesteld. In de Netcode zijn echter, onder andere voor de enkelvoudige storingsreserve van railsystemen, meer uitzonderingen gemaakt op de normen dan de huidige Elektriciteitswet toelaat. De praktijk volgt de code. Het strikt naleven van de wettelijke bepalingen van de Elektriciteitswet kan echter leiden tot ondoelmatige investeringen en herijking van de wettelijke bepalingen is gewenst.

In 2013 heeft daarom een werkgroep ‘Kwaliteitsaspecten hoogspanningsnetten’, bestaande uit Netbeheer Nederland, TenneT, regionale netbeheerders en het ministerie van Economische Zaken, geadviseerd door ACM, via een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) onderzoek gedaan naar welke wettelijke betrouwbaarheids-eisen wenselijk en doelmatig zijn. Het ministerie van Economische Zaken is voornemens de gedane aanbevelingen van de werkgroep te verwerken in wet- en regelgeving en heeft het rapport van de werkgroep in oktober 2013 ter consultatie aan de markt aangeboden. De aanbevelingen van de werkgroep behelzen een gedeeltelijke verzwaring van de ontwerpcriteria voor railsystemen in de hoogspanningsnetten ten opzichte van de huidige praktijk en Netcode.

Essentie van de aanbevelingen voor railsystemen is dat een enkelvoudige railstoring tijdens normaal bedrijf of tijdens onderhoudssituaties niet mag leiden tot een onderbreking die de transportzekerheid in gevaar brengt of een dusdanig grote onderbreking van belasting dat een robuuster ontwerp vanuit een maatschappelijke kosten-baten afweging doelmatig is. Het gaat hierbij dus om een begrenzing van de effecten die kunnen ontstaan bij het falen van de belangrijkste railsystemen in het hoogspanningsnet. In dit KCD zijn de railsystemen getoetst conform de aanbevelingen van de werkgroep 'Kwaliteitscriteria hoogspanningsnetten'. De werkgroep beveelt voor de enkelvoudige storingsreserve op railsystemen het volgende aan: Railsystemen in netten met een spanning van 110 kV en hoger tijdens onderhoud niet uit te zonderen van enkelvoudige storingsreserve indien een enkelvoudige storing kan leiden tot:

- een dusdanige verstoring van de grote (inter)nationale energietransporten dat belasting of productie op andere stations met hetzelfde spanningsniveau onderbroken raakt (alleen van toepassing op 220/380 kV);
- een onderbreking van meer dan 1.500 MW productie;
- onderbreking van belasting in het onderliggende net die qua omvang en hersteltijd groter is dan de gedefinieerde maximale vermogen-tijd curve (zie figuur 8.1).

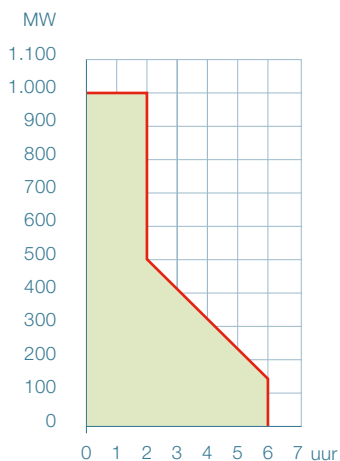
Daarnaast beveelt de werkgroep aan railsystemen op 110kV- en 150kV-stations met een belasting groter dan 100 MW in het onderliggende net te voorzien van een beveiligingssysteem dat ervoor zorgdraagt dat alleen het door een storing getroffen railsysteem en daarmee verbonden circuits uitvallen.

Uitval van beide railen is voor het 220kV- en 380kV-net alleen getoetst voor stations met een dubbel-railsysteem. De stations die als 3/2-schakelaarstation (Eemshaven 220 en 380, Oudeschip en Wateringen) of als 4/3-schakelaarstation (Maasvlakte) zijn uitgevoerd, zijn niet getoetst. Dit omdat uitval van beide railen in een dergelijk station niet leidt tot uitval van de voorziening. De toetsing wordt uitgevoerd door in ieder onderzocht steekjaar van het scenario 'Business as Usual' een plannings-situatie per steekjaar te selecteren met een landelijk verdeelde productie-inzet in combinatie met een hoge landelijke belasting. Indien uitval van een dubbel-railstation leidt tot een overbelasting van een 380kV- of 220kV-verbinding wordt dit als een railcriterium-knelpunt vermeld. Daarnaast is gecontroleerd of er productie-locaties zijn waar, bij toetsing aan het rail-criterium, meer dan 1.500 MW aan opgesteld productie-vermogen kan uitvallen.

Voor het 110kV- en 150kV-net wordt de toetsing uitgevoerd voor de maximale belastingopgave uit het scenario 'Business as Usual' en, indien noodzakelijk, wordt van een aangepaste productie-inzet gebruik gemaakt. Als uitval van een rail tijdens onderhoud aan een andere rail leidt tot een overbelasting van een 110kV- of 150kV-verbinding in het betreffende netdeel wordt dit vermeld. Tevens wordt aangegeven of dit leidt tot afschakelen van belasting.

Figuur 8.1

Toegestane onderbreking van de belasting als gevolg van een railstoring bij onderhoud



8.2.5 100 MW/6h-criterium

In artikel 4.1.4.6. van de Netcode wordt bij toetsing aan het b-criterium een afwijking toelaatbaar geacht als de onderbrekingsduur beperkt blijft tot zes uur en 100 MW, waarbij voor de toetsing aan de 100MW-grens er geen verrekening plaatsvindt tussen aanwezige belasting en opgesteld regionaal productievermogen.

Reparatie, modificatie of vervanging aan velden bij gesloten installaties (GIS-installaties) kan in principe niet binnen zes uur worden uitgevoerd. Bij uitlopers kan hierdoor een situatie ontstaan dat een onderbreking niet beperkt blijft tot zes uur. Daar waar sprake is van een GIS-installatie zal, indien er geen aanvullende maatregelen mogelijk zijn, dit station als knelpunt aangemerkt worden.

8.2.6 Presentatie van de resultaten bij toetsing aan de genoemde criteria

Ten behoeve van de presentatie van de resultaten is de volgende opdeling gemaakt:

- In hoofdstuk negen zijn de resultaten van de 220- en 380kV-verbindingen, de koppelingen met buitenlandse netten en de 380/220kV-koppelpunten gepresenteerd;
- In de hoofdstukken tien tot en met dertien zijn op basis van een regionale opdeling de resultaten van alle 110kV- en 150kV-verbindingen en de koppelpunten met het 220kV- en 380kV-net gepresenteerd.

De achtergrondinformatie bij de hoofdstukken negen tot en met dertien is als openbare bijlage aan het document toegevoegd.

8.2.7 Notatie van toetsingscriteria in de tabellen met resultaten

De verbindingen zijn getoetst aan a- en b-criterium (a,b) en de stations zijn getoetst aan het a-, b- en c-criterium (a, b en c), de overschrijding van de 100MW-grens en 6 uur (100MW/6h), het rail-criterium (r) en de kortsluitvastheid (I_k). Ook wordt aangegeven in het geval dat een verbinding bij volledig in bedrijf zijnd net overbelast raakt (N-0).

8.3 Kortsluitvastheid

Om de netveiligheid en persoonlijke veiligheid in de nabijheid van installaties te garanderen zijn kortsluitberekeningen uitgevoerd. Hiertoe zijn de maximaal optredende stromen tijdens kortsluiting op een rail berekend en getoetst aan de kortsluitvastheid van de installaties. De berekeningswijze en de beoordeling van de resultaten zijn uitgevoerd conform het binnen TenneT vastgestelde beleid 'Kortsluitvastheid transportnetten 110 kV en hoger'. De berekeningen zijn uitgevoerd volgens de zogenoemde 'Complete methode', waarbij de werkelijk in het net heersende spanning is berekend. Dit levert een nauwkeurig beeld van de werkelijke situatie op en vergemakkelijkt de interpretatie van de berekeningsresultaten, omdat overschrijdingen zonder marge als knelpunt kunnen worden aangemerkt.

Bij de berekeningen is uitgegaan van een volledig beschikbaar en in bedrijf zijnd net vanaf 110 kV, inclusief de zich daartussen bevindende transformatoren. Alle productie-eenheden met een aansluitovereenkomst op voornoemde netten zijn als 'in bedrijf' voorondersteld, alsmede alle geplande productie-eenheden waarvan redelijkerwijze wordt verwacht dat ze zullen worden gebouwd.

Productie-eenheden aangesloten op 50kV- en 25kV-netten zijn voor zover bekend 'in bedrijf' voorondersteld. De invloed hiervan op de totale kortsluitstroom is echter beperkt. Er wordt geen rekening gehouden met bijdragen aan de kortsluitstroom uit windmolenparken en HVDC-verbindingen en decentrale opwekking in de lagere netten, omdat de bijdrage van deze installaties gering is. De bijdrage van kortsluitstromen vanuit Duitsland en België via de interconnectoren is gebaseerd op opgaven van de buitenlandse TSO's, deze zijn per verbinding opgenomen in tabel 8.1.

De maximale kortsluitstromen in de stations treden op in geval van een railsluiting. Zowel de 1-fase als 3-fase kortsluitstromen worden berekend. Voor de beoordeling van de kortsluitvastheid van de installatie is de 3-fase kortsluitstroom maatgevend. In het geval de 1-fase kortsluitstroom tot overschrijding leidt, wordt een oplossing gezocht in wijziging van het aardsysteem. De berekeningen van de maximaal optredende kortsluitstroom zijn uitgevoerd voor het landelijke scenario 'Business as Usual' voor de steekjaren 2017 en 2020 en voor scenario 'Slow Progress' voor 2023. Daarbij is rekening gehouden met de in dit document vermelde netaanpassingen gedurende de zichtperiode, alsmede met amovering van productie-eenheden.

Voor het landelijke 220kV- en 380kV-net zijn aanvullende kortsluitberekeningen uitgevoerd voor het steekjaar 2020, waarbij rekening is gehouden met de voorgenomen afspraken uit het Energieakkoord. De kolengestookte eenheden die volgens dit akkoord uit bedrijf genomen worden, zijn niet meer in de berekening meegenomen.

Voor het scenario 'Green Revolution' zijn voor het steekjaar 2023 voor het 220kV- en 380kV-net eveneens aanvullende berekeningen uitgevoerd, waarbij de inzet van extra gasgestookte eenheden op een aantal productielocaties in het model zijn verwerkt. Er is hierbij geen rekening gehouden met de voorgenomen uitbedrijfname van eenheden, zoals vastgelegd in het Energieakkoord. Dit scenario geeft hiermee de hoogste kortsluitstromen.

De kortsluitvastheid van de installaties is opgedeeld in de kortsluitvastheid van de vermogensschakelaar en die van het railsysteem²¹. Dit is nodig omdat deze niet altijd aan elkaar gelijk zijn. Wanneer uit een berekening een overschrijding blijkt, wordt een toelichting gegeven op de waarschijnlijkheid en ernst. De oplossingsrichtingen bij overschrijding zijn: operationele maatregelen (niet alles gelijktijdig in bedrijf), aanbrengen van netopeningen (netsplitsing) of uiteindelijk verzwaren van de installatie. Bij een geconstateerde overschrijding vindt eerst een nadere bestudering van de problematiek plaats, omdat verhoging van de kortsluitvastheid van bestaande installaties zowel technisch als financieel een ingrijpende maatregel is.

Tabel 8.1

Bijdrage aan de kortsluitstroom via de interconnectoren voor de periode 2017-2023			
Verbinding	Station	3-fasen I_k " [kA]	1-fase I_k " [kA]
Meeden - Diele	Meeden	12,1	11,9
Hengelo - Gronau	Hengelo	17,5	,4
Maasbracht - Van Eyck	Maasbracht	12,0	12,0
Maasbracht - Selfkant	Maasbracht	20,3	17,7
Kreekrak - Zandvliet	Zandvliet	31,3	31,3
Doetinchem - Niederrhein	Doetinchem	18,3	18,3

21 Op enkele stations hebben nog niet alle overige primaire componenten dezelfde kortsluitvastheid als het railsysteem. Passend binnen de reguliere vervangingsstrategie zullen deze op termijn vervangen worden, tenzij er eerder een beperking in de kortsluitvastheid van het betreffende station ontstaat.

8.4 Stabiliteitsberekeningen

In uitzonderlijke gevallen kunnen vermogens-transporten worden beperkt door instabiliteit van opwekeenheden. In deze paragraaf wordt een beschouwing gegeven van de verschijnselen in het net, gerelateerd aan instabiliteiten van opwekeenheden.

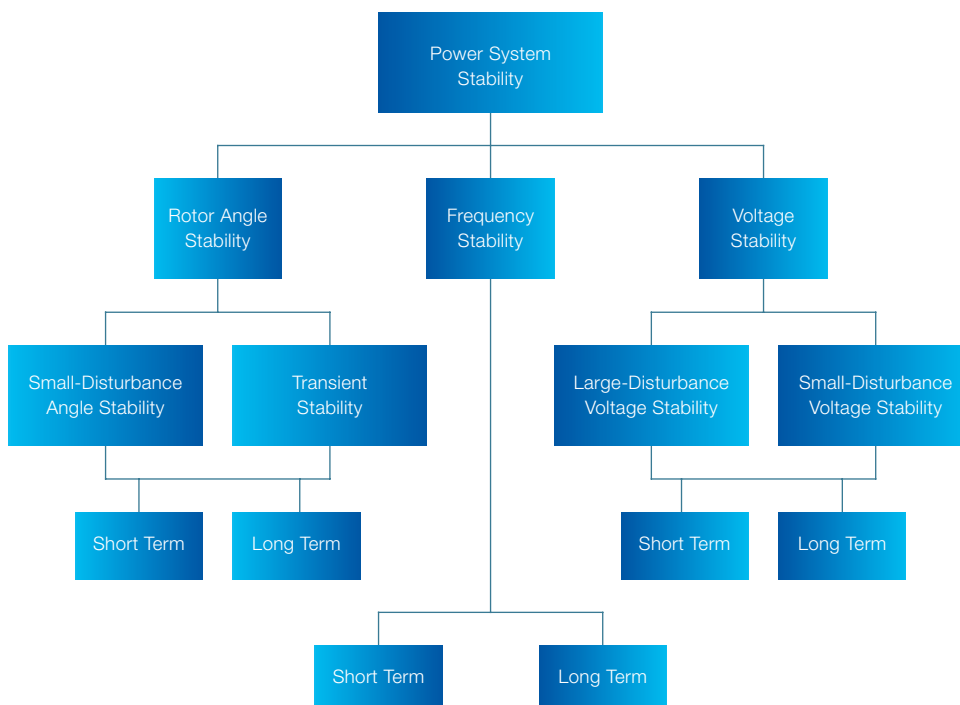
Met het begrip 'stabiliteit van het net' wordt een breed scala aan verschijnselen in het net bedoeld, die te maken heeft met vermogensslingeringen geïnitieerd door een plotselinge verandering in het elektrische systeem. Daarbij kunnen ook de tijdsduur en de aard en omvang van de verstoring een belangrijke rol spelen. Eenduidige en algemeen aanvaarde definities van dynamische verschijnselen in het net zijn gegeven in 'Definition and Classification of Power System Stability, IEEE/CIGRE Joint Task Force on Stability Terms and Definitions, 2002'. In figuur 8.2 is een overzicht gegeven van de indeling van de stabiliteitsonderwerpen in een elektriciteitsvoorzieningssysteem uit dit IEEE/CIGRE document.

De hoofdingeling uit figuur 8.2 is kort als volgt te omschrijven:

- 'Rotor Angle Stability': De rotorhoekstabiliteit is een maat voor het vermogen van synchrone generatoren om synchroon gekoppeld te blijven aan het net, al of niet na een elektrische verstoring van dit net. De primaire verantwoordelijkheid voor het stabiele gedrag van een opwekeenheid ligt bij de producent door de toepassing van adequate regelingen op iedere opwekeenheid.
- 'Frequency Stability': De frequentiestabiliteit is een maat voor het vermogen van een elektriciteits-systeem om een stabiele frequentie te handhaven na een grote verstoring in het net, waarbij een grote onbalans tussen opwekking en belasting is ontstaan.
- 'Voltage Stability': De spanningsstabiliteit is een maat voor het vermogen van een elektriciteits-systeem om een stabiele spanning te handhaven in het elektriciteitssysteem na het ontstaan van een verstoring en de sequentiële opheffing ervan. Een verder onderscheid is nog gemaakt naar de grootte van de verstoring en de tijdsduur van het verschijnsel.

Figuur 8.2

Classificatie van de stabiliteit in een elektriciteitssysteem



Rotorhoekstabiliteit is vaak gerelateerd aan het gedrag van één of meerdere generatoren in een klein deel van het elektriciteitssysteem ten opzichte van de rest van het systeem. Het kan worden veroorzaakt door een slechte demping van slingeren als gevolg van een zwakke koppeling met de rest van het net. Soms is er sprake van een slinging van een grote groep van generatoren ten opzichte van een andere groep generatoren (interarea oscillations). Ook wordt er gesproken van rotorhoekinstabiliteit bij een grote verstoring in het net, waarbij grote rotor-slingeringen optreden en generatoren asynchroon kunnen raken.

Frequentie-instabiliteit in het net kan optreden als er door uitval van productie-eenheden of als gevolg van splitsing van netdelen een groot verschil ontstaat tussen elektriciteitsopwekking en netbelasting. Frequentie-instabiliteit is hiermee voornamelijk gerelateerd aan het niet kunnen vormen van een nieuw evenwicht tussen opwekking en belasting na een grote verstoring. Dit kan bijvoorbeeld een gevolg zijn van een slechte coördinatie van beveiligingen of het niet adequaat afschakelen van belasting door onderfrequentierelais. Spanningsinstabiliteit kan ontstaan als het na een verstoring in het net niet lukt de spanning weer te herstellen tot een waarde binnen de gestelde grenzen. Dit kan worden veroorzaakt door de spanningsafhankelijkheid van de belasting, onder andere door het opnieuw aanlopen van motorische belasting in het net. Hierdoor kunnen de grenzen van de levering van blindvermogen in het net worden bereikt en kan de spanning zich niet voldoende herstellen, mogelijk gevolgd door een volledige instorting van de spanning in het net (Voltage Collapse).

Zo is er een groot aantal verstoringen in het net die uiteindelijk kunnen leiden tot instabiliteit in het elektriciteitssysteem, gevolgd door afschakeling van belasting of opwekking. In zeldzame gevallen kan een gedeeltelijke of een totale black-out volgen. Dit betekent dat handhaving van netstabiliteit een belangrijk aandachtspunt is tijdens de bedrijfsvoering. Om die reden is netstabiliteit voortdurend een punt van aandacht tijdens studies ten behoeve van de uitbouw van het hoogspanningsnet. In een gekoppeld Europees elektriciteitsvoorzienings-systeem speelt ook het buitenlandse elektriciteitsnet een grote rol. Een probleem in het Nederlandse hoogspanningsnet kan gevolgen hebben voor de stabiliteit van de netten in andere landen, en andersom. Om die reden wordt ook in internationaal verband (ENTSO-E²²) samengewerkt om vermogens-slingeringen te analyseren en passende maatregelen uit te werken voor een voortdurend stabiel elektriciteitsnet.

In Nederland heeft instabiliteit in het net zelden geleid tot problemen. Door de beperkte vermogensstromen in verhouding tot de lengte en transportcapaciteit van de verbinding, is ook niet te verwachten dat er snel problemen optreden. Door de beperkte geografische omvang van het Nederlandse net zal instabiliteit die haar oorzaak binnen Nederland vindt zelden worden opgelost door investeringen in de primaire infrastructuur. Doorgaans bestaan de oplossingen enerzijds uit het eisen van aanpassingen in de regelingen van opwekeenheden en/of het opnieuw waarderen van het bedrijfsgebied van generatoren, of anderzijds uit het vermijden van onwenselijke netconfiguraties tijdens de bedrijfsvoering. Over het algemeen kan worden gesteld dat naarmate een net sterker is vermaasd, bedrijfssituaties die tot instabiliteit leiden minder snel zullen optreden, mits de regelingen op opwekeenheden adequaat zijn uitgevoerd en ingesteld.

Beoordeling van de stabiliteit moet plaatsvinden aan de hand van de berekende demping na een verstoring in het net. Is de demping klein, bijvoorbeeld bij een 'zwakker' net, dan bestaat er een risico op instabiel gedrag. Gegeven de complexiteit wordt analyse van de netstabiliteit uitgevoerd door op basis van kennis, inzicht en ervaring, potentieel risicovolle netconfiguraties te beschouwen en deze aan een stabiliteitsanalyse te onderwerpen. Op voorhand het net op structurele basis beoordelen op stabiliteit is een onmogelijke zaak, aangezien er oneindig veel bedrijfstoestanden van het net en de aangesloten eenheden mogelijk zijn.

Bij een mogelijk dynamisch knelpunt of een in de praktijk geconstateerde slecht gedempte slingering, wordt deze specifieke netconfiguratie nader onderzocht. Aandachtspunten hierbij zijn hoe de demping kan worden verbeterd of de specifieke netconfiguratie kan worden vermeden.

In het KCD 2011 zijn een aantal dynamische studies genoemd die in het verleden zijn uitgevoerd. Door sluiting van de Zuidring (Randstad 380 kV) is het stabiliteitsprobleem rond de Maasvlakte eenheden opgelost. Het stabiliteitsprobleem in Zeeland, dat optreedt bij een specifieke netconfiguratie en inzet van eenheden, wordt opgelost als de nieuwe verbinding Zuid-West 380 kV is gerealiseerd.

In de bijlage is voor dit KCD een case-studie beschreven van het dynamische gedrag van het net tijdens het in- en uitschakelen van de nieuwe lijn-kabel-lijn-verbinding tussen Wateringen en Bleiswijk. Conclusie uit deze case-studie is dat het in- en uitschakelen van de gecombineerde 380kV-kabel-lijn-verbinding Wateringen-Bleiswijk voor de verschillende onderzochte situaties geen stabiliteitsproblemen veroorzaakt. Er zijn enkele kleine, goed gedempte rotorhoekslingeringsen te zien na de schakelmomenten, maar deze zorgen niet voor problemen. De eenheden in het net vangen de variatie in blindvermogen automatisch op. In een lage belastingsituatie is een maximale spanningsprong bij het onder spanning brengen van de circuits te zien van ongeveer 2,8%.

8.5 Spanningskwaliteit

8.5.1 Toetsingscriteria

Om de kwaliteit van de transportdienst te borgen worden bij nieuwe aansluitingen eisen gesteld aan de aansluiting. Deze eisen zijn vastgelegd in nationale en internationale wet- en regelgeving of richtlijnen die genoemd worden in deze documenten, bijvoorbeeld bij aansluitingen van 1fase-tractievoedingen.

De kwaliteit van de geleverde transportdienst voor aangeslotenen op het 110kV- tot en met 380kV-net, niet zijnde netbeheerders, moet in de normale bedrijfstoestand voldoen aan hoofdstuk 3 van de Netcode elektriciteit en voor het overige zoals gesteld in de norm 'NEN-EN 50160:2000 Spanningskarakteristieken in openbare Elektriciteitsnetten'. Daarnaast wordt op de aansluiting een gecontracteerde transportcapaciteit ter beschikking gesteld in de vorm van een driefasen-wisselstroom van hoge spanning met een nominale frequentie van 50 Hertz.

8.5.2 Monitoring

TenneT bewaakt de kwaliteit van de transportdienst met behulp van een door de gezamenlijke netbeheerders onderling ontwikkeld en vastgesteld Power Quality monitoringsysteem. Op 26 april 2013 is door een onafhankelijk bureau het jaarlijkse landelijke rapport 'Spanningskwaliteit in Nederland, resultaten 2012' over de kwaliteit van de transportdienst gepubliceerd in opdracht van brancheorganisatie Netbeheer Nederland. Het rapport heeft betrekking op de spanningskwaliteit in de laag-, midden- en (extra) hoogspannings-netten. In de rapportage over 2012 is voor het eerst de rapportage van het extra hoogspanningsnet geïntegreerd. De inhoud is voor 2012 nog door TenneT opgesteld. In 2013 wordt het beheer van het meetsysteem overgenomen door een onafhankelijk bureau. Dit in lijn met het beheer van het huidige 50kV – 150kV-meetsysteem.

Vastgesteld is dat in het hoogspanningsnetvlak in 2012 op twintig vaste meetlocaties continu de spanningskwaliteit is bewaakt. Bij analyse van deze continue metingen zijn geen overschrijdingen geconstateerd. Wanneer de resultaten statistisch vertaald worden naar landelijke proporties, kan met een betrouwbaarheid van 90% worden gesteld dat van de klantaansluitingen in het hoogspanningsnetvlak tussen de 99,6% en 100% van alle weekmetingen in Nederland voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

In het extra hoogspanningsnetvlak is in 2012 bij alle klanten continu de spanningskwaliteit gemonitord. Het gaat hierbij om tien meetlocaties op 380kV- en twee op 220kV-niveau. In de jaren 2008 en 2009 is het meetsysteem omgebouwd naar een systeem met een hogere frequentiebandbreedte, dit ten behoeve van het meten van transiënten en harmonischen. Bij analyse van de metingen zijn overschrijdingen met betrekking tot snelle en langzame spanningsvariëaties geconstateerd. Bij de snelle spanningsvariëaties blijkt uit de toetsing dat op het 220kV-net in 4 van de 90 weekmetingen de grenzen voor de snelle spanningsvariëatie zijn overschreden. Van twee overschreden weekmetingen is geen onderliggende oorzaak gevonden. Van de andere twee weken bleek dat kortsluiting de oorzaak was. Uit de toetsing van de metingen die zijn uitgevoerd in het 380kV-net blijkt dat in 25 van de 424 weekmetingen de grenzen van de langzame spanningsvariëatie zijn overschreden.

Voor een meer in detail overzicht wordt verwezen naar het openbare rapport: 'Spanningskwaliteit in Nederland, resultaten 2012' kenmerk RM-ME-130208-01 / Versie 1.0.

8.5.3 Knelpunt

Om te hoge netspanningen te voorkomen, is naast het inzetten van compensatiespoelen gebruik gemaakt van additionele spanningsverlagende maatregelen. Deze maatregelen zijn onder andere het uitschakelen van circuits, het afroepen van blindvermogenscontracten voor de betreffende productiemiddelen en het regelen van de dwarsregeltransformatoren.

De beschikbaarheid van het gecontracteerde blindvermogen op productiemiddelen bleek lager te zijn dan afgelopen jaren, waardoor de spanningshuishouding moeilijker te regelen was. Het betreft met name het niet in bedrijf zijn van productiemiddelen. Extra blindvermogenscontracten zijn afgesloten om de beschikbare blindvermogenscapaciteit te vergroten.

8.5.4 Maatregel

Het niet kunnen voldoen aan de kwaliteitseisen van de langzame spanningsvariëaties in het 380kV-net is vertaald naar het knelpunt 'Schade door te hoge netspanning op 110kV-, 220kV- en 380 kV-niveau' en opgenomen in het risicoregister van TenneT met risico ID 147 en knelpunt ID 920. In 2013 is een project gestart voor het bijplaatsen van blindstroomcompensatiespoelen op diverse plaatsen in Noord-Nederland (project 002.560, 002.610 en 002.611, met inbedrijfsdatum 2016). Voorzien is dat voor het einde van 2016 de blindstroomcompensatiespoelen zijn geplaatst en voor gebruik zijn overgedragen aan bedrijfsvoering. Langzame spanningsvariëaties worden sterk beïnvloed door de integraliteit van het elektriciteitsvoorzieningsstelsel. In deze context betekent integraliteit de samenhang van en tussen de in bedrijf zijnde productiemiddelen (conventioneel en/of duurzaam), afname door gebruikers, transportbelasting van lijnen en kabels, blindstroomcompensatiemiddelen (spoelen en condensatorbanken), regelbare instellingen van transformatoren en import- & exporttransporten. Binnen dit kader van bedrijfsvoeringssituaties moet de langzame spanningsvariëatie conform de criteria geborgd zijn.

Om keuzes te kunnen maken in de omvang en inzet van de verschillende mogelijkheden moet vastgesteld worden welke blindstroombehoefte in de verschillende bedrijfsvoeringssituaties in het transportnet aanwezig is. Dit geldt zowel voor de netten van 110 kV en 150 kV als voor die van 220 kV en 380 kV. Deze behoefte moet integraal over alle netvlakken beschouwd worden. In 2014 zal dan ook wederom een studie worden uitgevoerd om de blindvermogensbehoefte in de verschillende bedrijfsvoeringssituaties vast te stellen. De raming van de blindvermogensbehoefte wordt gebaseerd op een aantal bepalende planningssituaties uit dit KCD, met daarbij een aantal vooraf gedefinieerde uitgangspunten of doelstellingen.

8.6

Bepalen waarschijnlijkheid van optreden van knelpunten

8.6.1 Inleiding

In de Regeling Kwaliteitsaspecten netbeheer elektriciteit en gas, artikel 14, lid 5, sub b, wordt gesteld dat de procedure voor het ramen van capaciteitsknelpunten een onderdeel bevat dat zich richt op de waarschijnlijkheid waarmee, de termijn waarbinnen en de omstandigheden waaronder een capaciteitsknelpunt zich naar verwachting voordoet. In de volgende hoofdstukken wordt voor het landelijk 220kV- en 380kV-net en de regionale 110kV- en 150kV-netten via de toegepaste scenario's en de verschillende onderliggende planningssituaties inzicht gegeven in de omstandigheden waaronder en binnen welke tijdstermijn een capaciteitsknelpunt zich voordoet. De methodiek voor het bepalen van de waarschijnlijkheid is echter generiek van toepassing en zal in de nu volgende paragraaf nader toegelicht worden.

8.6.2 Factoren bij waarschijnlijkheid

Bij het vaststellen van de waarschijnlijkheid van het optreden van een knelpunt spelen de volgende factoren een rol:

- De waarschijnlijkheid van het toegepaste scenario;
- De waarschijnlijkheid van de toegepaste, onderliggende planningssituatie;
- Bij welk toetsingscriterium het knelpunt wordt vastgesteld;
- Het moment in de tijd dat het knelpunt actueel wordt.

De waarschijnlijkheid van het toegepaste scenario

TenneT hanteert een tweetal type scenario's. Eén type is gebaseerd op extrapolatie van de huidige situatie ('Business as Usual' en 'Slow Progress'), het andere type betreft een normatief scenario ('Duurzaam Beleid' en 'Green Revolution'). Een extrapolatiescenario verkent de toekomst door huidige trends te extrapoleren. Een normatief scenario is gebaseerd op doelstellingen, die via een transitie of ontwikkelingstraject bereikt worden.

De waarschijnlijkheid van de toegepaste planningssituatie

De gehanteerde planningssituaties kunnen worden gezien als 'verkenkende paden' die binnen een specifiek scenario zullen optreden en daardoor allemaal een gelijke kans van optreden hebben. De planningssituaties proberen de belangrijkste trends en onzekerheden binnen een scenario inzichtelijk te maken.

Bij welk toetsingscriterium het knelpunt wordt vastgesteld

Het hoogspanningsnet wordt getoetst aan de hand van de gestelde netontwerpcriteria in de netcode. Dit zijn deterministische criteria waar 'een kans van voorkomen' van de situatie niet nader beschouwd wordt. Echter, binnen deze criteria is een duidelijk onderscheid te maken tussen het resultaat van het toetsen van het net aan het a-criterium (enkelvoudig storingsreserve, ook wel N-1), het toetsen aan het b-criterium (enkelvoudig storingsreserve bij het uitvoeren van onderhoud, ook wel N-2) en het toetsen aan het c-criterium (enkelvoudig storingsreserve op een koppelpunt naar het regionale net bij de hoogste belasting van het regionale net en het niet beschikbaar zijn van een netelement dan wel de twee grootste productie-eenheden).

Het resultaat van toetsing aan het a-criterium wordt verkregen door binnen een planningssituatie steeds één netelement uitbedrijf te veronderstellen en dan het gehele net te toetsen op overschrijdingen. Het verkregen knelpunt is zeer waarschijnlijk binnen de toegepaste planningssituatie.

Het resultaat van toetsing aan het b-criterium wordt verkregen door binnen een planningssituatie steeds twee willekeurige netelementen als 'uit bedrijf' te veronderstellen en dan het gehele net te toetsen op overschrijdingen. Op deze manier wordt het net 'worst case' getoetst. Immers, in de praktijk zal bij het plannen van onderhoud altijd rekening gehouden worden met afdoende redundantie in termen van storingsreserve, zodat het net bij het uitvoeren van werkzaamheden vaak 'N-1 veilig' zal zijn. Het knelpunt dat inzichtelijk wordt bij toetsing aan het b-criterium heeft daarmee een lagere kans van optreden ten opzichte van knelpunten die optreden bij toetsing aan het a-criterium.

Het resultaat van toetsing aan het c-criterium wordt verkregen door voor elk regionaal net alle productie-eenheden als ingezet te veronderstellen, met uitzondering van de twee grootste, en vervolgens te toetsen of de enkelvoudige storingsreserve kan worden gehandhaafd. Vergelijkbaar met het b-criterium wordt in deze situatie een 'worst case' situatie getoetst (in de praktijk zal bij het toetsen van markttransacties altijd rekening gehouden worden met afdoende redundantie in termen van storingsreserve). Het knelpunt dat inzichtelijk wordt bij toetsing aan het c-criterium heeft daarmee een vergelijkbare kans van optreden als b-criterium knelpunten.

Het moment in de tijd dat het knelpunt actueel wordt

De berekeningen van knelpunten vinden plaats voor een tijdperiode waarvan de zekerheid van een aantal uitgangspunten in de tijd gezien kan veranderen. Hiermee kan ook de waarschijnlijkheid van het optreden van een knelpunt bij eenzelfde scenario of planningssituatie in de loop van de tijd wijzigen.

Methode voor bepalen waarschijnlijkheid knelpunt

Zoals hierboven uiteengezet, hangt de mate van waarschijnlijkheid van een knelpunt af van de aantallen planningssituaties waarbij het betreffende knelpunt naar voren komt, de relatieve (tijdsafhankelijke) kans van optreden van die planningssituaties en het type criterium waaraan wordt getoetst.

09

Capaciteitsknelpunten en maatregelen 380kV- en 220kV-net

9.1 Huidige netinfrastructuur, aanpassingen in het net en verwachte ontwikkelingen

9.1.1 Beschrijving 380kV- en 220kV-netinfrastructuur

De geografische ligging van het 380kV- en 220kV-net per 1 mei 2013 is afgebeeld in figuur 9.1.

Het Nederlandse 380kV-net kent als basis een landelijke ringstructuur, met uitlopers naar Eemshaven en Borssele, twee van de vier kustlocaties voor aansluiting van grootschalig productievermogen uit het Derde Structuurschema Elektriciteitsvoorziening (SEV III).

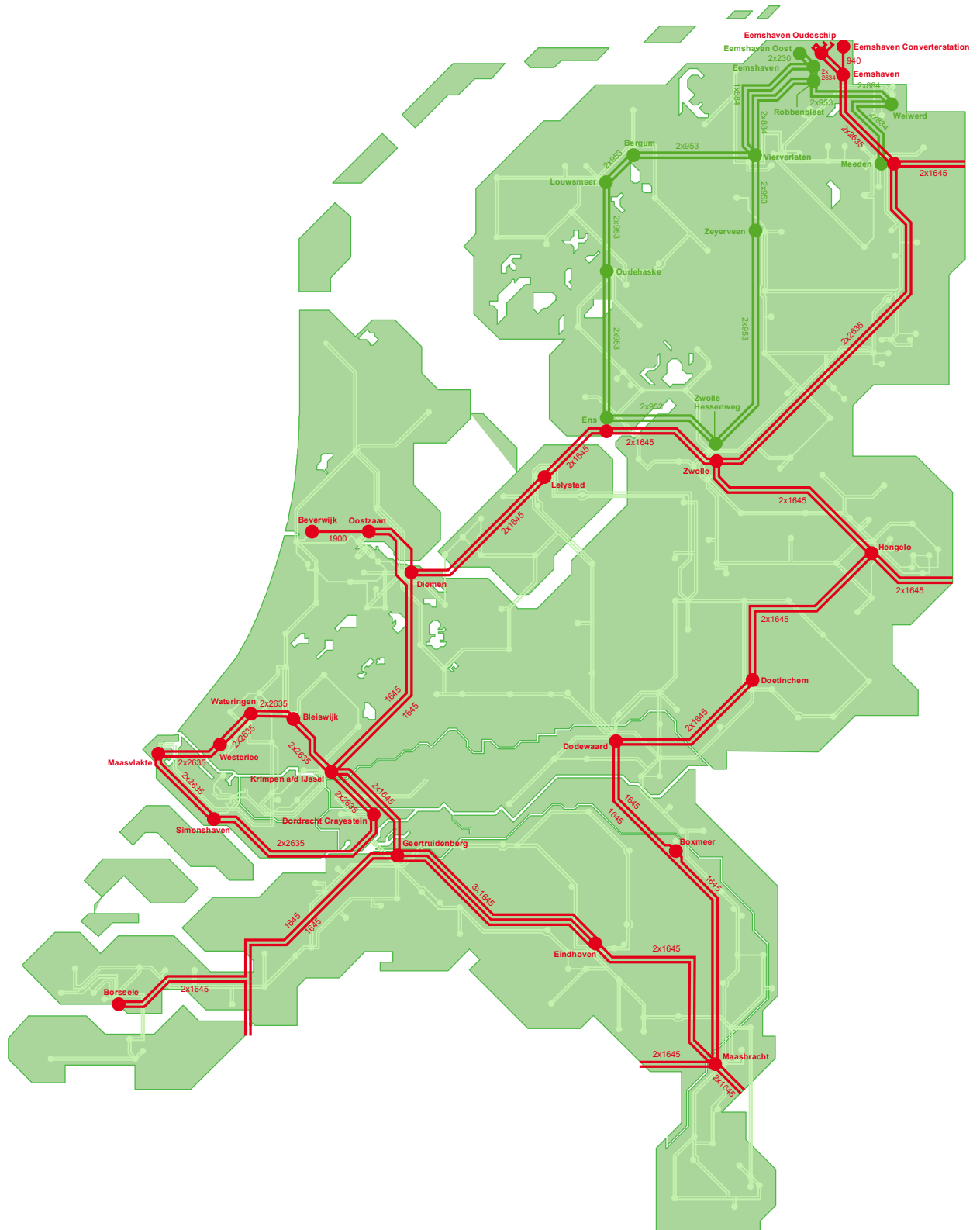
Door de realisatie van de verbinding Wateringen-Bleiswijk is ook in het zuidelijke deel van de Randstad een 380kV-ringstructuur gerealiseerd. Met de toekomstige realisatie van de verbinding Beverwijk-Bleiswijk zal ook in het noordelijke deel van de Randstad een 380kV-ringstructuur ontstaan.

Het 380kV-net kent drie verbindingen met Duitsland en twee met België. Tevens is er een HVDC-verbinding met Noorwegen (NorNed) en met Groot-Brittannië (BritNed).

Het 220kV-net in het noorden van Nederland is kleiner van omvang en kent een ring tussen Ens en Viervelaten.

Figuur 9.1

Netkaart hoogspanningsnet Nederland (Capaciteit verbindingen in MVA)



9.1.2 Netaanpassingen in 2011 en 2012

Sinds de publicatie van het KCD 2011 zijn in het landelijk 380kV- en 220kV-net de volgende aanpassingen in bedrijf genomen.

Stations en Transformatoren

- een nieuw 380kV-station op Eemshaven-Oudeschip;
- een nieuw 380kV-station in Wieringeren met drie 380/150/50kV-transformatoren van 500 MVA en drie 100Mvar-blindstroomcompensatiespoelen;
- een nieuwe 100Mvar-blindstroomcompensatiespoel in het 380kV-station Diemen als vervanging van een 45Mvar-spoel;
- twee nieuwe 220/110kV-transformatoren van 370 MVA in het 220kV-station Vierverlaten, als vervanging van twee 220/110kV-transformatoren van 200 MVA.

Verbindingen

- een nieuwe 380kV-verbinding met een capaciteit van 2x2.635 MVA tussen Eemshaven en Eemshaven-Oudeschip;
- een nieuwe 380kV-verbinding met een capaciteit van 2x2.635 MVA tussen Westerlee en Wieringeren;
- een nieuwe 380kV-verbinding met een capaciteit van 2x2.635 MVA tussen Wieringeren-Bleiswijk.

9.1.3 Status aanpak reeds vastgestelde knelpunten voor het 380kV- en 220kV-net

In het Kwaliteits- en Capaciteitsdocument 2011 is een aantal knelpunten gesignaleerd in het landelijk 380kV- en 220kV-net. In de tabellen 9.1 en 9.2 wordt voor de gesignaleerde knelpunten de huidige status kort toegelicht.

De uitvoering van de maatregelen voor het oplossen van de knelpunten in het noorden van het land, het project 'Noord-West 380 kV' (NW380) is gaande. De planologische voorbereiding van het project in het kader van de Rijksinpassingsprocedure is vergevorderd. Daarnaast is de realisatie van een derde 380/220kV-koppeltransformator in het 380kV-station Eemshaven (project 000.196) in voorbereiding. De transformator komt volgens de planning in eind 2014 in bedrijf.

De uitwerking van de opwaardering van de noordkant van de landelijke 380kV-ring van Diemen via Lelystad, Ens en Zwolle tot aan Hengelo kent verschillende stadia. Op basis van de uitwerking van de risicoanalyse werd de opwaardering van de verbinding Zwolle-Hengelo vooralsnog uitgesteld. De opwaardering van de verbinding Zwolle-Ens is in studie en de opwaardering van Ens-Lelystad wordt voorbereid in het project 'Noord-West 380 kV'.

Voor de aangekondigde maatregelen om de knelpunten aan de zuidkant van de landelijke 380kV-ring op te lossen, zijn inmiddels studies afgerond naar de mogelijkheid van opwaardering van de verbinding Krimpen-Geertruidenberg en Eindhoven-Maasbracht. Ook is de studie naar de nettechnische impact van een nieuwe verbinding vanuit het westen naar Dodewaard opgestart.

Tabel 9.1

Status op 1 september 2013 van knelpunten op de verbindingen in het 220kV- en 380kV-net						
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status	Projectnummer	IBN
380kV-net						
Zwolle-Hengelo	a&b	Uitbreiden transportcapaciteit naar 1.975 MVA	2019	on hold' o.b.v. de uitwerking van de risico-analyse	002.394	
Zwolle-Ens	a&b	Uitbreiden transportcapaciteit naar 1.975 MVA	2015	studie	002.515	
Ens-Lelystad	a&b	Uitbreiden transportcapaciteit naar 2.635 MVA, onderhoud bij lage transporten	2020	basisontwerp, in project NW380	000.144	
Lelystad-Diemen	a&b	Uitbreiden transportcapaciteit naar 1.975 MVA, onderhoud bij lage transporten	2019	on hold' in afwachting van nader onderzoek a.g.v. gewijzigde systeemomstandigheden	000.146	
Krimpen-Diemen	b	Onderhoud bij lage transporten	2013	studie		
Krimpen-Geertruidenberg	a&b	Uitbreiden transportcapaciteit naar 2.635 MVA, onderhoud bij lage transporten	2018	basisontwerp	002.513; 002.589	
Geertruidenberg-Tilburg	b	Uitbreiden transportcapaciteit naar 1.975 MVA, onderhoud bij lage transporten	2018	studie	002.570	
Tilburg-Eindhoven	b	Uitbreiden transportcapaciteit naar 1.975 MVA, onderhoud bij lage transporten	2018	studie	002.570	
Eindhoven-Maasbracht	a&b	Uitbreiden transportcapaciteit naar 2.635 MVA, onderhoud bij lage transporten	2018	basisontwerp	002.586	
Borssele-Moerdijk/Geertuidenberg	b	Uitbreiden transportcapaciteit naar 1.975 MVA, onderhoud bij lage transporten	2020	studie		
Borssele-Kreekrak	b	Uitbreiden transportcapaciteit naar 1.975 MVA, onderhoud bij lage transporten	2020	studie		
220kV-net						
Eemshaven-Vierverlaten	b	Realisatie Noord-West 380 kV	2020	basisontwerp	000.144	2019
Eemshaven-Robbenplaat	b	Realisatie Noord-West 380 kV	2020	basisontwerp	000.144	2019
Robbenplaat-Vierverlaten	b	Realisatie Noord-West 380 kV	2020	basisontwerp	000.144	2019
Robbenplaat-Weiwerd	b	Realisatie Noord-West 380 kV	2020	basisontwerp	000.144	2019
Weiwerd-Meeden	b	Realisatie Noord-West 380 kV	2020	basisontwerp	000.144	2019

Tabel 9.2

Status op 1 september 2013 van knelpunten op de stations in het 220kV- en 380kV-net							
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		Projectnummer	IBN
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status			
380kV-net							
Eemshaven	l _k	Begrenzen kortsluitstroom middels seriespoel		Knelpunt komt nu niet naar voren doordat analyse uitgevoerd is zonder NW380 in model; status: monitoren ontwikkelingen			
Krimpen	l _k	studie naar herwaardering kortsluitvastheid railsysteem naar 63 kA	2011	Basisontwerp	002.543	2017	
Geertruidenberg	l _k	studie naar herwaardering kortsluitvastheid railsysteem naar 63 kA	2011	Basisontwerp	002.544	2017	
Maasvlakte	l _k	Wijzigen sterpuntsaarding	2016	Gekozen oplossingsrichting: vervangen vermogensschakelaars; status: basisontwerp	002.561	2015	
Maasbracht	l _k	Splitsing railsysteem	2016	Basisontwerp	002.495	2016	
220kV-net							
Robbenplaat	l _k	studie naar verhogen kortsluitvastheid	2013	Realisatie	002.524	2014	
380/220kV-koppel-transformatoren							
Eemshaven	a&b	Plaatsing derde transformator in Eemshaven	2015	realisatie	000.196	2014	
Meeden	a&b	Plaatsing derde transformator in Eemshaven	2015	realisatie	000.196	2014	

9.1.4 Voorziene uitbreidingen voor het 380kV- en 220kV-net

Het netmodel voor het landelijk net is gebaseerd op de netsituatie per 1 mei 2013. Voor de drie steekjaren van dit KCD is het model aangevuld met de netdelen die tussentijds in bedrijf worden genomen. Hierbij zijn uitsluitend de projecten opgenomen die zich in de realisatiefase bevinden. Daarnaast zijn ook de projecten opgenomen, waarvan de investeringsaanvraag nog in 2013 goedgekeurd is.

Voor de zichtperiode van dit KCD wordt voor het landelijk net uitgegaan van de realisatie van de volgende netverzwaren:

Wijzigingen na 2012 tot het steekjaar 2017

Verbindingen met het buitenland

- Doetinchem-Niederrhein (Duitsland): uitbreiding met een nieuwe 380kV-verbinding met een transportcapaciteit van 2x2.635 MVA. (projectnummer 000.133)

Stations en Transformatoren

- Oostzaan: uitbreiding van het 380kV-dubbelrailstation met twee velden; (projectnummer 000.107)
- Beverwijk: uitbreiding bestaande station tot 380kV-dubbelrailstation en uitbreiding met één 380/150kV-transformator van 500 MVA (totaal twee transformatoren) en twee blindstroomcompensatiespoelen van 100 Mvar; (projectnummer 000.107)
- Vijfhuizen: realisatie van een nieuw 380kV-dubbelrailstation met drie 380/150kV-transformatoren van 500 MVA en drie blindstroomcompensatiespoelen van 100 Mvar; (projectnummer 000.190)
- Ens: uitbreiding met drie 380/110kV-transformatoren van 370 MVA en drie blindstroomcompensatiespoelen van 75 Mvar; (projectnummer 002.230)
- Dodewaard: uitbreiding met een blindstroomcompensatiespoel van 100 Mvar; (projectnummer 000.180)
- Eemshaven: uitbreiding met een derde 380/220kV-transformator van 750 MVA en een blindstroomcompensatiespoel van 75 Mvar. (projectnummer 000.196)

Verbindingen

- Maasvlakte-Westerlee: uitbreiding met twee seriespoelen van 4,0 kA en een impedantie van 8,5 Ohm; (projectnummer: 000.116)
- Beverwijk-Oostzaan: van 150 kV naar 380 kV brengen van het tweede circuit van de verbinding Beverwijk-Oostzaan, hierna is de configuratie 2x1.975 MVA; (projectnummer 000.107)
- Beverwijk-Vijfhuizen: uitbreiding met een nieuwe 380kV-verbinding van 2x1.975 MVA; (projectnummer 000.007)
- Eindhoven-Maasbracht: opwaarderen van de 380kV-verbinding naar 2x1.975 MVA. (projectnummer 002.393)

Wijzigingen na 2017 tot het steekjaar 2020

Stations en Transformatoren

- Tilburg: uitbreiding met een nieuw 380kV-dubbelrailstation in de 380kV-verbinding Geertruidenberg-Eindhoven en koppeling met het 150kV-station Tilburg Noord met twee 380/150kV-transformatoren van 500 MVA. (projectnummer 000.145)

Verbindingen

- Borssele-Tilburg: uitbreiding met een nieuwe 380kV-verbinding van 2x2.635 MVA; (projectnummer 000.145)
- Borssele-Geertruidenberg: aanbrengen van een dubbele aftak in de 380kV-verbinding naar Zandvliet; (projectnummer 000.145)
- Bleiswijk-Vijfhuizen: uitbreiding met een nieuwe 380kV-verbinding van 2x1.975 MVA. (projectnummer 000.007)

Wijzigingen na 2020 tot het steekjaar 2023

- Er zijn geen netuitbreidingen in het model aangebracht.

Vanwege de eerder genoemde uitgangspunten zijn in het netmodel voor dit KCD de volgende aanpassingen niet opgenomen.

Stations en Transformatoren

- Splitsing 380kV-station Maasbracht (projectnummer 002.495)
- Station Breukelen. Ondanks het feit dat dit station zich nog niet in de realisatiefase bevindt wordt volgens de huidige planning het station in 2017 in bedrijf genomen. (projectnummer 000.012)

Verbindingen

- Inlussen van het 380kV-circuit Krimpen-Oostzaan in station Diemen.
- Eemshaven Oudeschip-Ens: uitbreiding met een nieuwe 380kV-verbinding van 2x2.635 MVA. Dit is gedaan om te toetsen welke invloed de recente ontwikkelingen in de regio Eemshaven hebben op de uitvoering van de noodzakelijke netversterking aldaar. De nieuwe ontwikkelingen betreffen onder andere het aangekondigde uitstel van de realisatie van een nieuwe gascentrale, de aangekondigde conservering van bestaande eenheden en uitstel van een tweede kabelverbinding naar Noorwegen. (projectnummer 000.144)

9.1.5 Te verwachten ontwikkelingen van belang voor het 380kV- en 220kV-net

Er zijn meerdere actuele ontwikkelingen die een rol spelen bij de analyse van de te verwachte loadflow-resultaten. Dit zijn onder andere wijzigingen (nieuwbouw, maar ook conservering en amovering) in de hoeveelheid opgesteld conventioneel productievermogen, het effect van marktwerking op de inzet van eenheden, de groei van zon- en windvermogen en de groei van interconnectiecapaciteit met omliggende landen. Belangrijke factoren die deze ontwikkelingen sturen, zijn niet alleen de markt van vraag en aanbod, maar ook het overheidsbeleid. De in het Energieakkoord voorgestelde maatregelen leiden naar verwachting enerzijds tot versnelde uitbedrijfname van een vijftal kolengestookte eenheden en anderzijds tot een groei van elektriciteitsproductievermogen uit hernieuwbare bronnen.

De invulling van het beleid ten aanzien van ruimtelijke reservering voor grootschalige elektriciteitsproductie en bijbehorende hoogspanningsverbindingen, zoals vastgelegd in het SEV III, wordt steeds zichtbaarder. Op de Maasvlakte en Eemshaven komen binnenkort meerdere nieuwe productie-eenheden in bedrijf, te weten de MPP-3 (Maasvlakte, 1.070 MW), CR-10 (Maasvlakte, 736 MW), EC-30 en EC-31 (Eemshaven, 2 x 780 MW). Op Eemshaven is inmiddels de nieuwe Magneet-eenheid (3 x 437 MW) in bedrijf genomen.

Naast de realisatie van reeds voorziene uitbreidingen van interconnectiecapaciteit (HVDC-kabel naar Denemarken en nieuwe verbinding Doetinchem–Niederrhein) is in het scenario 'Duurzaam beleid' (zie hoofdstuk 7) ook rekening gehouden met een vergroting van de interconnectiecapaciteit met Duitsland door een netuitbreiding in station Meeden.

9.2 Scenario's en planningssituaties voor de netberekeningen van het 380kV- en 220kV-net

Voor het landelijk transportnet zijn op hoofdlijn twee scenario's doorgerekend:

- Een continuering van de huidige omstandigheden met relatief weinig sturing door de overheid. (het scenario 'Business as Usual' voor zowel 2017 als 2020 en scenario 'Slow Progress' voor 2023);
- Een sturing door de overheid gericht op het realiseren van de Europese afspraken inzake de verduurzaming van de energievoorziening (het scenario 'Duurzaam beleid', met daarin de uitwerking van de afspraken uit het Energieakkoord en scenario 'Green Revolution' voor 2023).

Voor iedere scenario-steekjaarcombinatie zijn vervolgens de kritische planningssituaties bepaald waarop de netcapaciteit is getoetst. Dit heeft geresulteerd in vijf scenario-/steekjaarcombinaties, waarbij voor iedere combinatie vijf planningssituaties (in één case zes) zijn geselecteerd die representatief zijn voor een specifieke inzet van productie, belasting en uitwisseling met het buitenland en waarmee alle kritische netsituaties beschreven kunnen worden. In tabel 9.3 tot en met tabel 9.7 zijn de specifieke gegevens per planningssituatie weergegeven. In hoofdstuk 7 is de werkwijze voor het selecteren van deze planningssituaties verder toegelicht.

Voor alle scenario-steekjaar combinaties zijn voor de vier regio's (Eemshaven (E), Hemweg (H), Maasvlakte (M) en Maasbracht (Mb)) met een concentratie aan productievermogen DC-loadflowberekeningen uitgevoerd. In de tabellen tabel 9.3 tot en met tabel 9.7 zijn voor alle scenario/steekjaarcombinaties per planningssituatie van de dominante regio aangegeven wat de hoeveelheden productie, belasting en import/export zijn.

Tabel 9.3

Planningsituaties voor Business as Usual - steekjaar 2017					
	Planningsituatie				
	1	2	3	4	5
Regio	E	M	M	M	E
Productie centraal [MW]	11.765	10.893	10.386	10.659	6.954
Productie decentraal [MW]	5.636	5.611	2803	4.439	6.273
Belasting [MW]	17.401	17.628	12.799	12.973	14.475
Export AC [MW]	-300	-75	884	3.824	-1.548
Export DC - NorNed [MW]	-700	-50	506	-700	-700
Export DC - BritNed [MW]	1.000	-1.000	-1.000	-1.000	1.000
Export DC - COBRACable [MW]	0	0	0	0	0

Tabel 9.4

Planningsstatistie voor Business as Usual - steekjaar 2020					
	Planningsstatistie				
	1	2	3	4	5
Regio	M	M	M	E	M
Productie centraal [MW]	1.0231	6.275	9.922	13.487	10.045
Productie decentraal [MW]	7.318	6.669	3.479	2.675	5.501
Belasting [MW]	16.209	11.020	12.859	17.262	13.466
Export AC [MW]	3.641	1.145	1.868	-299	4.380
Export DC - NorNed [MW]	-700	700	-489	-700	-700
Export DC - BritNed [MW]	-1.000	-520	-837	500	-1.000
Export DC - COBRACable [MW]	-600	600	0	-600	-600

Tabel 9.5

Scenario Business as Usual - Visie 1 (Slow Progress) - steekjaar 2023						
	Planningsstatistie					
	1	2	3	4	5	6
Regio	M	M	M	E	E	M
Productie centraal [MW]	14.644	9.530	9.443	7.996	4.935	7.517
Productie decentraal [MW]	5.622	5.377	6.602	5.217	3.894	2.964
Belasting [MW]	16.723	13.120	17.175	12.292	13.711	10.907
Export AC [MW]	4.843	2.697	-830	3.221	-4.582	-126
Export DC - NorNed [MW]	-700	0	-700	-700	-700	700
Export DC - BritNed [MW]	0	-911	1.000	-1.000	1.000	-1.000
Export DC - COBRACable [MW]	-600	0	-600	-600	-600	0

Tabel 9.6

Scenario Duurzaam Beleid - uitbreiding interconnectiecapaciteit - steekjaar 2020					
	Planningsituatie				
	1	2	3	4	5
Regio	E	E	E	M	M
Productie centraal [MW]	4.925	4.255	6.336	6.269	4.803
Productie decentraal [MW]	9.591	3.384	8.928	8.995	8.776
Belasting [MW]	15.814	11.971	14.902	14.902	10.301
Export AC [MW]	-2.599	-3.982	2.662	2.662	5.127
Export DC - NorNed [MW]	700	-700	-700	-700	-376
Export DC - BritNed [MW]	1.000	950	-1.000	-1.000	-1.000
Export DC - COBRACable [MW]	-399	-600	-600	-600	-472

Tabel 9.7

Scenario Duurzaam, Visie 4 (Green Revolution) - steekjaar 2023					
	Planningsituatie				
	1	2	3	4	5
Regio	E	H	M	E	M
Productie centraal [MW]	16.336	4.851	4.859	7.110	7.057
Productie decentraal [MW]	8.805	13.275	15.467	15.239	15.291
Belasting [MW]	19.091	12.605	18.478	18.298	18.298
Export AC [MW]	6.350	5.221	1.548	6.350	6.350
Export DC - NorNed [MW]	-700	700	700	-700	-700
Export DC - BritNed [MW]	1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
Export DC - COBRACable [MW]	-600	600	600	-600	-600

9.3 Geconstateerde knelpunten op verbindingen van het 380kV- en 220kV-net

Verbindingen zijn getoetst aan het a- en het b-criterium. De resultaten van de loadflow-berekeningen op basis van de planningssituaties uit paragraaf 9.2 laten knelpunten zien op diverse verbindingen (zie tabel 9.8).

Op hoofdlijnen zijn de gesignaleerde knelpunten in drie groepen te verdelen.

Tabel 9.8

Resultaten voor de knelpunten op de verbindingen in het 220kV- en 380kV-net					
	BaU	BaU	BaU	Duurzaam	Duurzaam
			Visie 1		Visie 4
Gesignaleerd knelpunt op	2017	2020	2023	2020	2023
380kV-net					
Eemshaven-Meeden	a&b	b	b	a&b	a&b
Eemshaven Oudeschip-Eemshaven	a&b	a&b	a&b	a&b	a&b
Zwolle-Meeden				a&b	
Zwolle-Hengelo			a&b	b	a&b
Ens-Zwolle	a&b	b	a&b	a&b	a&b
Lelystad-Ens	a&b	a&b	a&b	a&b	a&b
Diemen-Lelystad	a&b	a&b	a&b	a&b	a&b
Krimpen-Diemen	a&b	a&b	a&b	a&b	a&b
Oostzaan-Krimpen	a&b				
Oostzaan-Diemen	a&b	a&b	a&b	a&b	a&b
Crayestein-Simonshaven	b				
Krimpen-Crayestein	b				
Krimpen-Geertruidenberg	a&b	a&b	a&b	a&b	a&b
Eindhoven-Geertruidenberg	b				
Tilburg-Geertruidenberg		b	b		b
Eindhoven-Tilburg		b	b	b	b
Maasbracht-Eindhoven	a&b	b	a&b		a&b
Doetinchem-Hengelo	b			b	b
220kV-net					
Eemshaven- Vierverlaten	b	b	b	b	b
Eemshaven- Robbenplaat	a&b	a&b	a&b	a&b	a&b
Robbenplaat- Vierverlaten	a&b	b	a&b	a&b	b
Robbenplaat- Weiwerd	b	b	b	b	b
Weiwerd- Meeden	b	b	b	b	b

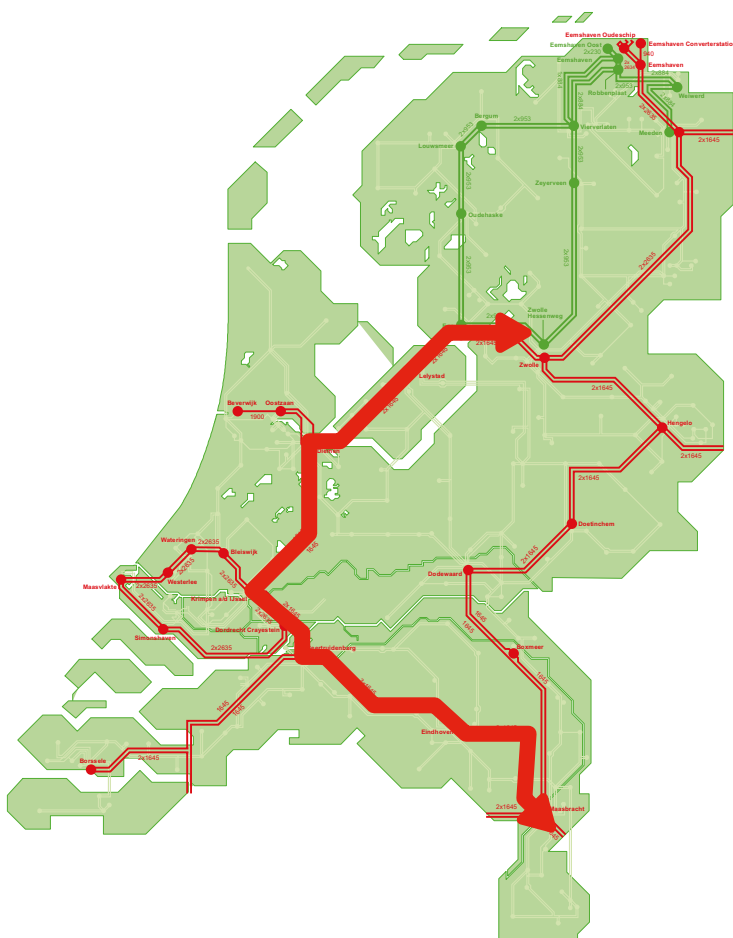
9.3.1 Groep 1: Knelpunten door grote vermogenstransporten van west naar oost in Nederland

Bij een hoge productie in de regio Maasvlakte en export naar Duitsland ontstaan er knelpunten op zowel de noord- als westzijde (Krimpen-Oostzaan/Diemen-Lelystad-Ens-Zwolle-Hengelo) van de landelijke 380kV-ring.

Bij een hoge productie in de regio Maasvlakte en gelijktijdige export naar België en Duitsland verschuiven de knelpunten naar de zuidzijde (Krimpen-Geertruidenberg-Eindhoven-Maasbracht) van de landelijke 380kV-ring. In figuur 9.2 zijn de vermogenstransporten die leiden tot knelpunten schematisch weergegeven.

Figuur 9.2

Knelpunten door grote vermogenstransport vanuit de Randstad naar de landelijke ring, bij export naar Duitsland en België (Groep 1) (Capaciteit verbindingen in MVA)

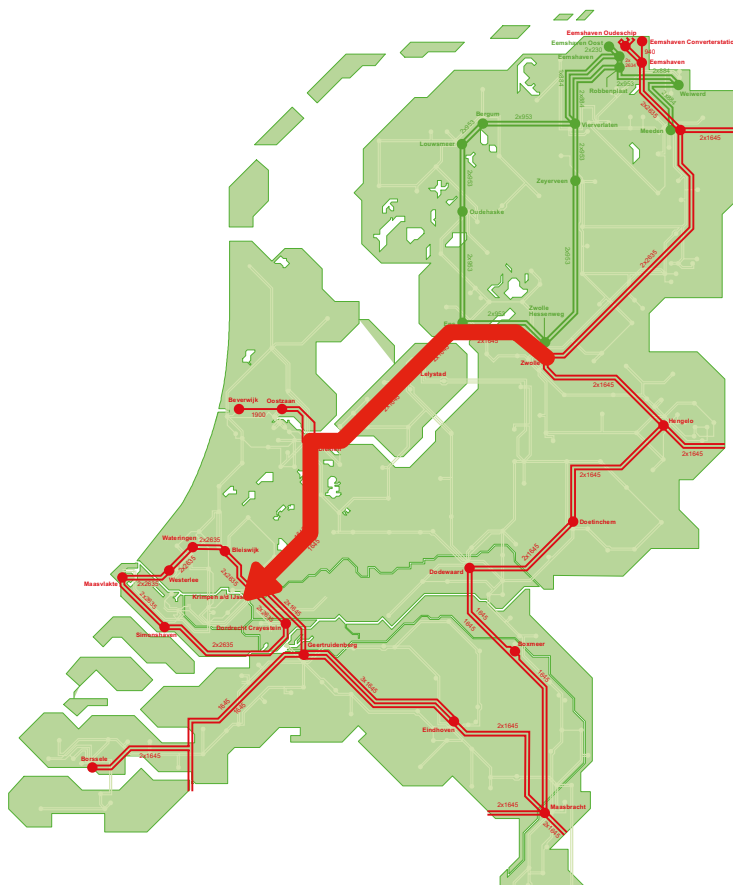


9.3.2 Groep 2: Knelpunten door grote vermogenstransporten van noordoost naar zuidwest in Nederland

Voor de situatie dat er in de regio Eemshaven veel elektriciteit geproduceerd wordt en er veel import uit Duitsland en Noorwegen is, ontstaan er knelpunten op de noord- en westzijde (Zwolle-Ens-Lelystad-Diemen/Oostzaan-Krampen) van de landelijke 380kV-ring. Dit als gevolg van vermogenstransport naar de belastingcentra in de Randstad. In figuur 9.3 zijn de vermogenstransporten die leiden tot knelpunten schematisch weergegeven.

Figuur 9.3

Knelpunten door grote vermogenstransporten vanuit de regio Eemhaven richting de Randstad, bij import vanuit Duitsland en Noorwegen (Groep 2) (Capaciteit verbindingen in MVA)



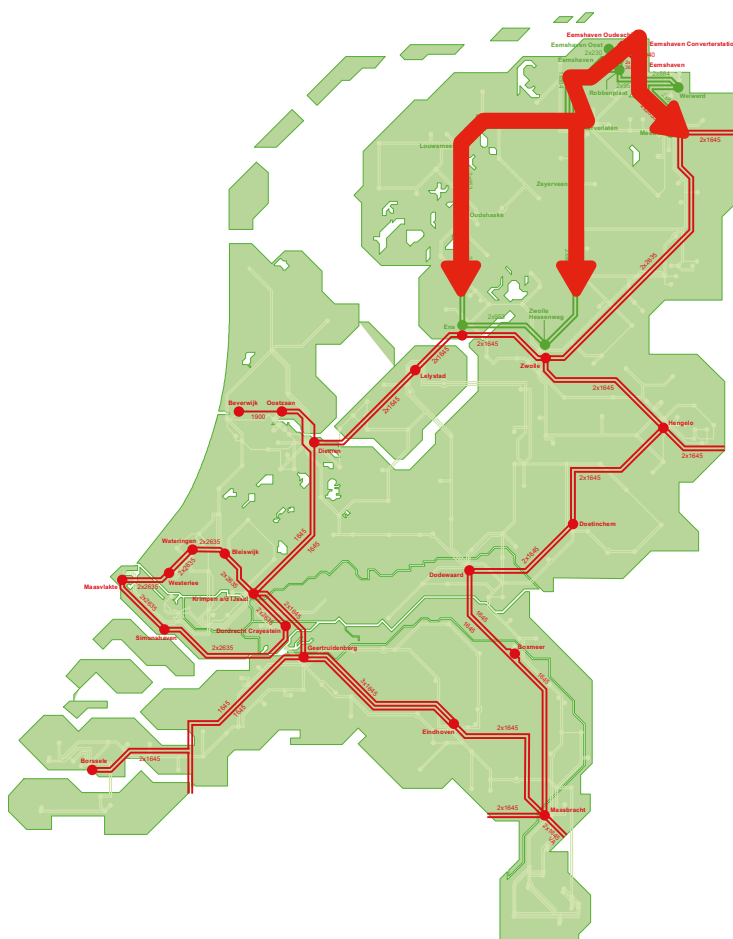
9.3.3 Groep 3: Knelpunten in de regio Eemshaven, herijking NW380

Ten gevolge van de voortschrijdende inzichten over stagnerende groei van productievermogen en aanlanding van nieuwe zeekabelverbindingen op Eemshaven zijn in het netmodel de voorziene netuitbreidingen van het project 'Noord-West 380 kV' niet opgenomen. Hierdoor worden er in scenario's, bij hoge vermogensinvoedingen door elektriciteitscentrales op Eemshaven en import uit Duitsland, Noorwegen en/of Denemarken, knelpunten gesignaleerd op de 220kV-verbindingen Eemshaven/Robbenplaat-Vierverlaten en Robbenplaat-Weiwerd-Meeden en de 380kV-verbinding tussen Eemshaven en Meeden.

Belangrijke oorzaak voor deze overbelastingen is dat de huidige ontsluiting van deze regio met het 380kV-net nog niet voldoende transportcapaciteit heeft. Daarnaast is een extra beperking dat bij een specifieke onderhoudssituatie van een 220kV-verbinding tussen Eemshaven en Meeden gelijktijdig een 380kV-verbinding uit bedrijf moet worden genomen en omgekeerd. Bij uitval van het naastliggende 380kV-verbinding zal het opgewekte vermogen zich een weg zoeken via het 220kV-net naar de landelijke ring. Er is dan onvoldoende capaciteit om dit transport te kunnen faciliteren. In figuur 9.4 zijn de vermogenstransporten die leiden tot knelpunten schematisch weergegeven.

Figuur 9.4

Knelpunten in het 220kV-net en de transformatorcapaciteit 380/220 door grote vermogenstransporten vanuit de regio Eemshaven richting de landelijke ring (Groep 3) (Capaciteit verbindingen in MVA)



9.4 Geconstateerde knelpunten op stations van het 380kV- en het 220kV-net

De 380kV- en de 220kV-stations worden getoetst aan het a-criterium, b-criterium, het railcriterium en de kortsluitvastheid. In tabel 9.9 zijn de knelpunten voor de verschillende toetsingen samengevat.

9.4.1 Overbelastingen bij toetsing aan het a- en b-criterium

De resultaten van de loadflow-berekeningen op basis van de planningssituaties uit paragraaf 9.2 laten knelpunten zien op de koppeltransformatoren van de stations Eemshaven, Meeden en Ens. Belangrijke oorzaak voor deze overbelastingen is, evenals voor de genoemde 220kV-verbindingen in Noord-Nederland, dat de huidige ontsluiting van deze regio met het 380kV-net nog niet over voldoende transportcapaciteit beschikt.

Tabel 9.9

Resultaten voor de knelpunten op de stations in het 220kV- en 380kV-net					
Gesignaleerd knelpunt op	BaU 2017	BaU 2020	BaU Visie 1 2023	Duurzaam 2020	Duurzaam Visie 4 2023
380kV-net					
Maasbracht	I_k	I_k	I_k	I_k	I_k
220kV-net					
Robbenplaat	I_k	I_k	I_k	I_k	I_k
380/220kV-koppeltransformatoren					
Eemshaven 380/220	b	a&b	a&b	a&b	a&b
Meeden 380/220	b	b	b	b	b
Ens 380/220	b			b	b

9.4.2 Knelpunten bij toetsing aan het railcriterium

In het 380kV-net zijn geen knelpunten op de verbindingen geconstateerd bij toetsing van dit netvlak aan het railcriterium. Uitgangspunt bij de analyse is dat operationele maatregelen altijd mogelijk zijn om onderhoud aan een railsysteem te kunnen uitvoeren, zoals het op- of afregelen van lokale productie in het onderliggende netvlak en inzetten van beschikbare railsectionering.

Voor het 220kV-net geldt dat bij uitval van het railsysteem in de stations Zwolle 380, Meeden 380 of Robbenplaat 220 er in alle steekjaren knelpunten ontstaan op de verbindingen Eemshaven-Robbenplaat en Vierverlaten-Eemshaven/Robbenplaat. Daarnaast ontstaan er knelpunten op de 380/220kV-transformatoren in Eemshaven.

9.4.3 Kortsluitvastheidsknelpunten

Op basis van de uitgevoerde berekeningen is voor alle steekjaren in het 380kV-station Maasbracht en het 220kV-station Robbenplaat een knelpunt geconstateerd.

9.5 Voorziene maatregelen voor de verbindingen in het 380kV- en het 220kV-net

Zoals eerder aangegeven zijn de gesignaleerde knelpunten op de verbindingen in drie groepen te verdelen. Per groep van gesignaleerde knelpunten wordt hieronder de oplossingsrichting voorgesteld.

9.5.1 Groep 1: Knelpunten door grote vermogenstransporten van west naar oost in Nederland

Alle verbindingen tussen de stations Ens, Lelystad, Diemen/Oostzaan, Krimpen, Geertruidenberg, Eindhoven en Maasbracht hebben een transportcapaciteit van 1.645 MVA per circuit. De voorgestelde oplossingsrichting is verhoging van de transportcapaciteit van de landelijke 380kV-ring naar 2.635 MVA per circuit, met uitzondering van het oostelijke deel (Hengelo-Doetinchem-Dodewaard-Maasbracht). Hiermee wordt maximaal gebruik gemaakt van de huidige 380kV-corridors.

9.5.2 Groep 2: Knelpunten door grote vermogenstransporten van noordoost naar zuidwest in Nederland

Ook hier geldt dat opwaardering van de transportcapaciteit van de verbindingen tussen de stations Zwolle, Ens, Lelystad, Diemen en Krimpen een transportcapaciteit van 1.645 MVA naar 2.635 MVA per circuit de oplossingsrichting is.

9.5.3 Groep 3: Knelpunten in de regio Eemshaven, herijking NW380

Het project 'Noord-West 380 kV' waarin, naast opwaardering van de bestaande 380kV-verbinding Ens-Lelystad, een nieuwe 380kV-verbinding tussen Eemshaven-Oudeschip en Ens voorzien is, blijft een robuuste en toekomstvaste oplossing om de regio Eemshaven verder te ontsluiten. Hiermee worden de gesignaleerde knelpunten opgelost.

Door vertraging in de groei van nieuw productievermogen en in de aanlanding van nieuwe interconnectoren is er in de planning mogelijk ruimte ontstaan om de noodzakelijke netverzwaringen gefaseerd aan te kunnen leggen. Op basis van een eerste analyse lijkt fasering van de aanleg van de nieuwe 380kV-verbinding tussen Eemshaven-Oudeschip en Ens in technische zin mogelijk. Om alle voorziene uitbreidingen van productievermogen, de uitbreiding van de interconnectiecapaciteit bij Meeden-Diele en de aanlanding van de COBRACable te faciliteren, dient alvast een 380kV-verbinding tussen Eemshaven-Oudeschip en Vierverlaten met een 380/220kV-station in Vierverlaten te worden gerealiseerd. Verdere analyse ten aanzien van technische oplossingen in het licht van de mogelijke volatiliteit met betrekking tot de verschillende scenario's is noodzakelijk. Op dit moment kan niet met zekerheid geconcludeerd worden dat fasering er toe zal leiden dat niet binnen de zichtperiode van het plan (tot aan 2023) over de gehele verbinding Noord-West 380 kV beschikt zal moeten kunnen worden teneinde de leveringszekerheid te kunnen blijven garanderen.

9.6 Voorziene maatregelen voor de stations in het 380kV- en het 220kV-net

9.6.1 Maatregelen voor overbelastingen bij toetsing aan het a- en b-criterium

De oplossingsrichting voor de gesignaleerde knelpunten bij de 380/220kV-transformatoren valt samen met de beschreven oplossingsrichting voor de knelpunten bij toetsing aan het a- en b-criterium van groep drie (zie paragraaf 9.3.3). Door de (gefaseerde) realisatie van het project Noord-West 380 kV vervallen de gevonden knelpunten, doordat de regio dan een versterkte aankoppeling met de landelijke ring krijgt.

9.6.2 Maatregelen voor knelpunten bij toetsing aan railcriterium

De oplossingsrichting voor de gesignaleerde knelpunten in het 220kV-net valt samen met de beschreven oplossingsrichting voor de knelpunten bij toetsing aan het a- en b-criterium van groep drie (zie paragraaf 9.3). Door de (gefaseerde) realisatie van het project Noord-West 380 kV vervallen de gevonden knelpunten daar de regio dan een versterkte aankoppeling met de landelijke ring krijgt.

9.6.3 Maatregelen voor kortsluitvastheidsknelpunten

Op basis van de uitgevoerde berekeningen is in het 380kV-net voor alle scenario-/steekjaarcombinaties één knelpunt geconstateerd. Voor zowel de 3-fasen als ook de 1-fase kortsluitstromen is een overschrijding van de ontwerpwaarde van de installatie geconstateerd voor het 380kV-station Maasbracht. Dit betreft een overschrijding van zowel de ontwerpwaarde van het railsysteem als van de vermogensschakelaars. Als oplossingsrichting is de splitsing van het station onderzocht. Uit deze studie volgt dat splitsing van het 380kV-station Maasbracht er voor zorgt dat de ontwerpwaarde van de kortsluitvastheid niet langer overschreden wordt, met behoud van alle functionaliteiten van het station.

In het 220kV-net is voor alle scenario-/steekjaarcombinaties een knelpunt geconstateerd op het station Robbenplaat. Dit betreft een overschrijding van zowel de 1-fase als 3-fasen kortsluitstromen voor de vermogensschakelaars. Hiervoor is een project gestart om de vermogensschakelaars te vervangen (project 002.542). Einddatum voor de realisatie van de vervanging van de vermogensschakelaars is momenteel voorzien voor eind 2014.

9.7 Vergelijking met KCD 2011 voor het 380kV- en 220kV-net

In tabel 9.10 en tabel 9.11 zijn de nieuwe knelpunten en knelpunten met gewijzigde urgentie opgesomd.

Tabel 9.10

Nieuwe knelpunten of knelpunten met gewijzigde urgentie op verbindingen geconstateerd in het KCD 2013 in het 220kV- en 380kV-net			
Gesignaleerd knelpunt op	Oplossingsrichting	Projectnummer	IBN
380kV-net			
Eemshaven-Meeden	(gefaseerde) realisatie NW380	000.144	2019
Eemshaven Oudeschip-Eemshaven	(gefaseerde) realisatie NW380	000.144	2019
Zwolle-Meeden	(gefaseerde) realisatie NW380	000.144	2019
Zwolle-Hengelo	Opwaardering transportcapaciteit naar 2x2.635 MVA	002.394	
Ens-Zwolle	Opwaardering transportcapaciteit naar 2x2.635 MVA	002.515	
Diemen-Lelystad	Opwaardering transportcapaciteit naar 2x2.635 MVA	000.146	
Krimpen-Diemen	Opwaardering transportcapaciteit naar 2x2.635 MVA		
Oostzaan-Krimpen	Inlusing circuit OZN-KIJ in Diemen	002.559	2016
Oostzaan-Diemen	Inlusing circuit OZN-KIJ in Diemen	002.559	2016
Crayestein-Simonshaven	Monitoren van de ontwikkelingen		
Krimpen-Crayestein	Monitoren van de ontwikkelingen		
Doetinchem-Hengelo	Monitoren van de ontwikkelingen		
220kV-net			
Eemshaven- Robbenplaat	opwaardering transportcapaciteit naar 2x1.525 MVA	002.542	2014
Robbenplaat-Vierverlaten	(gefaseerde) realisatie NW380	000.144	2019

Tabel 9.11

Nieuwe knelpunten op stations geconstateerd in het KCD 2013 in het 220kV- en 380kV-net			
Gesignaleerd knelpunt op	Oplossingsrichting	Projectnummer	IBN
380/220kV-koppeltransformatoren			
Eemshaven	(gefaseerde) realisatie NW380	000.144	2019
Meeden	(gefaseerde) realisatie NW380	000.144	2019
Ens	(gefaseerde) realisatie NW380	000.144	2019

Bij de in het KCD 2011 geanalyseerde plannings-situaties worden knelpunten gesignaleerd op de volgende verbindingen:

- noordzijde van de landelijke 380kV-ring: Diemen-Lelystad-Ens-Zwolle(-Hengelo);
- westzijde van de landelijke ring: Krimpen-Diemen;
- zuidzijde van de landelijk ring: Krimpen-Geertruidenberg-Tilburg-Eindhoven-Maasbracht;
- in de regio Eemshaven: Eemshaven-Oudeschip-Eemshaven-Meeden.

De in 2011 gevonden knelpunten op de landelijke ring komen in dit KCD, mede door de voorziene uitbreiding van de interconnectiecapaciteit op Meeden en op Zandvliet in combinatie met de nieuwe verbinding Doetinchem – Wesel, versterkt naar voren. Door de toename van de internationale handelsstromen van en naar Duitsland, grotendeels als gevolg van de Energiewende, moet de capaciteit van de 380kV-transportring vanaf Hengelo naar Diemen en dan verder naar Geertruidenberg tot Maasbracht naar 4 kA opgewaardeerd worden.

Was in 2011 nog voorzien dat voor de verbinding Diemen-Lelystad volstaan kon worden met een opwaardering naar 3 kA, nu blijkt uit dit KCD dat verzwarend van de verbinding naar 4 kA weer noodzakelijk is. Op basis van de marktconsultatie die TenneT in 2011 heeft uitgevoerd was duidelijk geworden, dat producenten steeds meer rekening gingen houden met een situatie dat oudere gas-centrales uit de markt verdrongen zouden worden door nieuwe eenheden. Hierop heeft TenneT besloten om onder andere voor de locatie Eemshaven in de netberekeningen geen rekening meer te houden met de inzet van oudere eenheden. Dit resulteerde in de netberekeningen tot een lichter knelpunt op de verbinding Diemen – Lelystad, vanwege een lager vermogenstransport van Eemshaven naar de Randstad. Door nieuwe inzichten over de positie van Duitsland in de Europese elektriciteitsmarkt wordt verwacht dat de handelsstromen vanuit België richting Duitsland gaan toenemen waardoor ook een upgrade van de verbinding Diemen-Lelystad naar 4 kA wordt voorzien.

Voor het opwaarderen van de verbindingen op de landelijke 380kV-ring, dienen echter nog nadere verificaties te worden uitgevoerd ten aanzien van de oplossingsrichting.

Vooralsnog biedt de aangegeven opwaardering van de landelijke 380kV-ring voor de groep 1 en 2 knelpunten ruimte om deze op te lossen. Echter, in het KCD 2011 is al gemeld dat voor de lange termijn niet alleen kan worden volstaan met opwaardering van de landelijke 380kV-ring; een nieuwe verbinding vanuit het westen naar Dodewaard is voorgesteld als mogelijke oplossingsrichting. Een eerste studie heeft laten zien dat deze nieuwe 380kV-verbinding leidt tot verlichting van knelpunten, maar dat verdere vermazing van het 380kV-net ook leidt tot neveneffecten. Onder andere de groei van het kortsluitvermogen kan leiden tot overschrijding van de kortsluitvastheid van stations. Daarnaast is sturing van vermogensstromen mogelijk noodzakelijk om de extra transportcapaciteit optimaal te kunnen benutten.

Naast deze genoemde oplossing komen ook andere technieken in beeld. Hierbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld de ontwikkeling van een 'overlay grid'. Hiermee kan een directe verbinding met grote belastingcentra in Europa ontstaan. Dit sluit aan bij de internationale toekomstvisie van ENTSO-E op de verdere ontwikkeling van de Europese elektriciteitsvoorziening.

Een aantal van de kortsluitknelpunten die is geconstateerd zijn in het KCD 2011 komen niet terug in dit KCD. Het betreft de volgende knelpunten, met een korte toelichting van de reden:

380kV-stations Eemshaven, Geertruidenberg en Krimpen

- In het huidige netmodel is de 380kV-verbinding Eemshaven Oudeschip-Ens (project NW380) niet meegenomen als netuitbreiding. Verder zijn diverse uitbreidingsplannen ten aanzien van nieuwbouw productie op verschillende locaties uitgesteld (onder andere in Maasbracht en Eemshaven) Dit leidt tot een verminderde kortsluitstroombijdrage op de diverse 380kV-stations.

380kV-station Maasvlakte

- Het knelpunt van overschrijding van de 1-fase kortsluitvastheid van de vermogensschakelaars van 380kV-station Maasvlakte treedt in dit KCD niet meer op. Dit is eveneens een gevolg van een afname van het kortsluitniveau in Nederland door uitstel van nieuwbouwplannen van productie-vermogen. Vanwege de lange nettijdconstante op station Maasvlakte is vervanging van de vermogensschakelaars echter toch noodzakelijk.

In KCD 2011 vond reductie plaats van het kortsluitvermogen op 380kV-station Maasbracht door splitsing van het station na 2016. In dit KCD is deze splitsing niet in het netmodel doorgevoerd om de noodzaak van deze splitsing opnieuw te toetsen. De resultaten van de netberekeningen laten zien dat ook na 2016 de kortsluitvastheid van het station wordt overschreden. Splitsing blijft hiermee de oplossing om dit kortsluitprobleem op te lossen.

Het berekende kortsluitniveau in het 220kV-net is over de gehele lijn enigszins afgenomen. Dit is een gevolg van uitstel van productie-eenheden op Eemshaven Oudeschip en het ontbreken van de 380kV-verbinding Eemshaven Oudeschip-Ens (project NW380) in het netmodel. De geconstateerde overschrijding van de kortsluitvastheid van het 220kV-station Robbenplaat blijft bestaan.

10

Capaciteitsknelpunten en maatregelen 110kV-net regio Noord

10.1
Huidige netinfrastructuur,
aanpassingen in
het net en verwachte
ontwikkelingen

10.1.1 Beschrijving 110kV-net regio Noord

Regio Noord omvat het 110kV-deelnet in de provincie Friesland en het 110kV-deelnet Groningen, Drenthe en Overijssel alsook de Noordoostpolder van de provincie Flevoland.

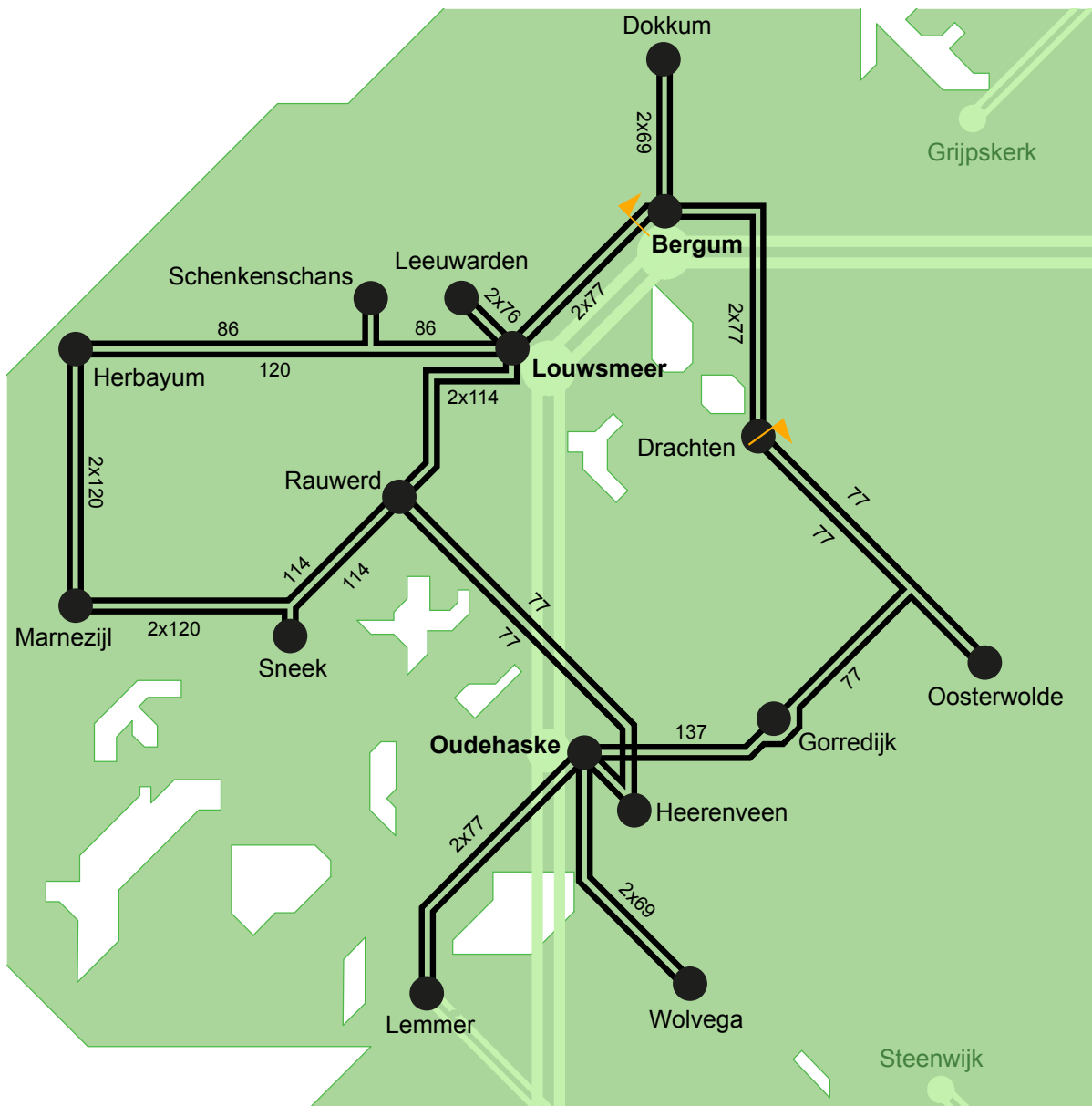
10.1.2 Friesland

De geografische ligging van het 110kV-deelnet van Friesland is afgebeeld in figuur 10.1.

Het deelnet Friesland is via de 220/110kV-stations Oudehaske, Bergum en Louwsmeer met het 220kV-net gekoppeld. Via het 110kV-station Lemmer is een koppeling mogelijk naar het netdeel Noordoostpolder die vooralsnog alleen wordt ingezet bij onderhoud en het oplossen van storingen.

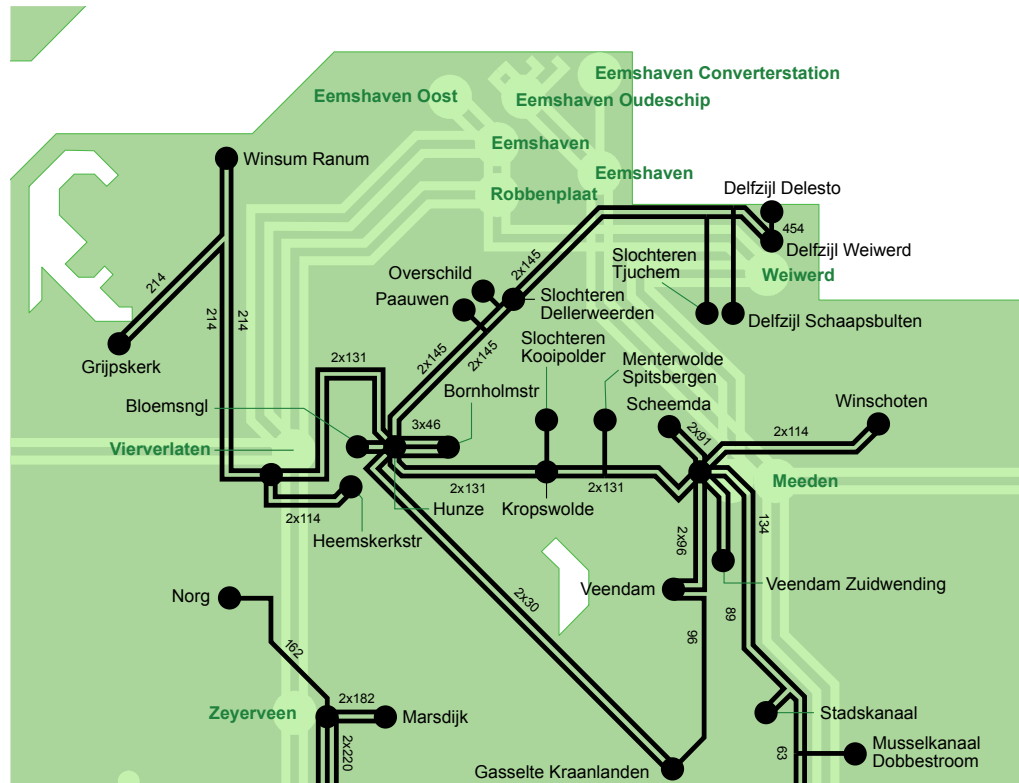
Figuur 10.1

Geografisch overzicht 110kV-deelnet Friesland (Capaciteit verbindingen in MVA)



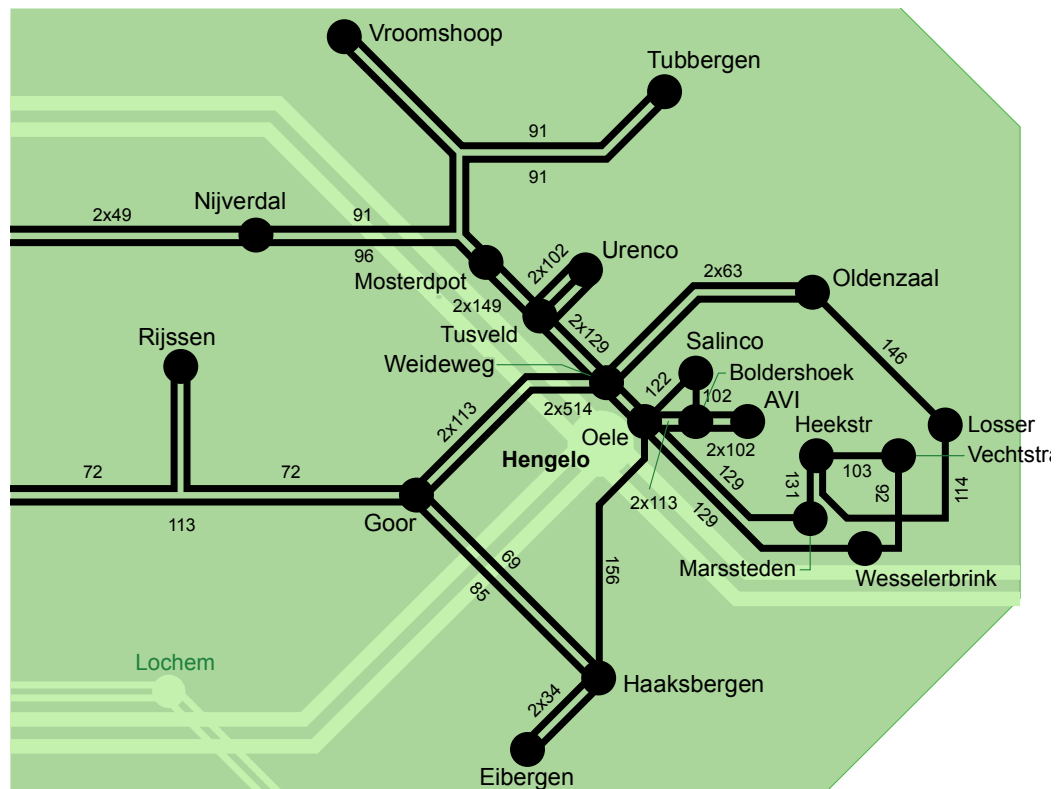
Figuur 10.3

Geografisch overzicht gebied rond Eemshaven (Capaciteit verbindingen in MVA)



Figuur 10.4

Geografisch overzicht gebied rond Hengelo-Oele (Capaciteit verbindingen in MVA)



Omwille van het overzicht is het deelnet Groningen, Drenthe en Overijssel inclusief Noordoostpolder in zes netdelen opgedeeld. Dit zijn:

- Vierverlaten-Meeden: dit deelnet is via de stations Meeden, Vierverlaten en Delfzijl Weiwerd met het 220kV-net gekoppeld;
- Zeyerveen: dit deelnet is via de stations Zeyerveen en Meeden met het 220kV-net gekoppeld. Netdeel Zeyerveen is gekoppeld met het netdeel Hoogeveen;
- Hoogeveen: dit deelnet is via het station Zwolle Hessenweg met het 220kV-net gekoppeld. Deelnet Hoogeveen is gekoppeld met het netdeel Zeyerveen;
- Harculo-Hengelo: dit deelnet is via het station Hengelo Oele met het 380kV-net gekoppeld en via het station Zwolle Hessenweg met het 220kV-net;
- Hengelo-Oele: dit deelnet is via het station Hengelo Oele met het 380kV-net gekoppeld;
- Noordoostpolder: Dit deelnet is via station Zwolle Hessenweg gekoppeld met het 220kV-net. Daarnaast kan het netdeel een koppeling met het net in Friesland maken en is het gekoppeld met netdeel Harculo–Hengelo.

10.1.4 Netaanpassingen in 2011 en 2012

Groningen, Drenthe, en Overijssel inclusief Noordoostpolder

Sinds de publicatie van het vorige KCD hebben in het 110kV-deelnet Groningen, Drenthe en Overijssel inclusief Noordoostpolder de volgende aanpassingen plaatsgevonden:

Deelnet Vierverlaten-Meeden

- Uitbreiding 220kV-station Weiwerd met twee 220/110kV-transformatoren van 160 MVA per stuk;
- realisatie 110kV-station Klazienaveen Zwet aangesloten met een nieuwe verbinding van 2x152 MVA op station Bargermeer en Klazienaveen Zwet;

Deelnet Noordoostpolder

- Realisatie 110kV-station Luttelgeest Kalenbergerweg aangesloten met een nieuwe verbinding naar station Emmeloord met 2x175MVA.

10.1.5 Status aanpak reeds vastgestelde knelpunten voor regio Noord

Friesland

In het KCD 2011 is een aantal knelpunten gesignaleerd in het 110kV-deelnet Friesland. In tabel 10.1 en tabel 10.2 worden de gesignaleerde knelpunten en hun huidige status kort toegelicht.

De risicobeoordeling van de geconstateerde knelpunten scoort dusdanig laag dat dit niet geleid heeft tot een definiëring van een project.

Tabel 10.1

Status op 1 september 2013 van 110kV-knelpunten op de verbindingen in Friesland						
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status	Project-nummer	IBN
Friesland						
Louwsmeer-Rauwerd wit+zwart	b	Operationele maatregelen	-	Ongewijzigd	-	-
Heerenveen-Rauwerd	a&b	Capaciteitsuitbreiding	2015	Studiefase	-	-
Heerenveen-Oudehaske	a&b	Capaciteitsuitbreiding	2015	Studiefase	-	-
Oudehaske-Rauwerd	a&b	Capaciteitsuitbreiding	2015	Studiefase	-	-

Tabel 10.2

Status op 1 september 2013 van 110kV-knelpunten op de stations in Friesland						
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status	Project-nummer	IBN
Friesland						
Louwsmeer	b&c	Operationele maatregelen	-	-	-	-
Oudehaske	b&c	Operationele maatregelen	-	-	-	-

Groningen, Drenthe, en Overijssel inclusief Noordoostpolder

In het Kwaliteits- en Capaciteitsdocument 2011 is een aantal knelpunten gesignaleerd in het 110kV-deelnet in Groningen, Drenthe en Overijssel inclusief de Noordoostpolder. In tabel 10.3 en tabel 10.4 worden de gesignaleerde knelpunten en hun huidige status kort toegelicht.

Omdat de risico's van de knelpunten:

- Gasselte-Groningen Hunze circuits wit en zwart;
- Delfzijl Weiwerd-Weiwerd;
- Dedemsvaart-Hoogeveen;
- Dedemsvaart-Hardenberg;
- Zwartsluis-Zwolle Hessenweg circuits wit en zwart;

uit het KCD 2011 in het GDO netdeel als laag beoordeeld zijn, worden de knelpunten nogmaals getoetst, zodat inzichten uit dit KCD kunnen worden meegenomen in de afronding van de studies.

De projecten die de knelpunten in het netdeel Harculo–Hengelo en Hengelo–Oele (002.146 en 002.518) oplossen zijn in een vergevorderde studiefase. Deze projecten zijn niet meegenomen in het netmodel. Hierdoor blijven de knelpunten zichtbaar die door de realisatie van dit project worden opgelost. Deze knelpunten worden met dit KCD nogmaals getoetst, zodat inzichten uit dit KCD kunnen worden meegenomen in de afronding van de studie en in de basisontwerpen.

Tabel 10.3

Status op 1 september 2013 van 110kV-knelpunten op de verbindingen in Groningen, Drenthe, Overijssel inclusief Noordoostpolder						
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status	Project nummer	IBN
Vierverlaten- Meeden						
Delfzijl Weiwerd- Groningen Hunze	a&b	Wijziging netconfiguratie dan wel capaciteitsuitbreiding	2014	Realisatie	002.055-002.585	2014-2017
Gasselte-Groningen Hunze circuits wit en zwart	a&b	Studiefase	2017	Studiefase	-	-
Groningen Hunze- Vierverlaten	a&b	Productievermogen van 110 kV naar 220 kV	2014	Realisatie	-	-
Delfzijl Weiwerd-Weiwerd	b	Wijziging netconfiguratie	2014	Studiefase	-	-
Hoogeveen						
Dedemsvaart-Hoogeveen	a&b	Studiefase	2014	Studiefase	-	-
Dedemsvaart-Hardenberg	a&b	Studiefase		Studiefase	-	-
Coevorden-Hoogeveen	n-0,a&b	Wijziging netconfiguratie dan wel capaciteitsuitbreiding	2013	Realisatie	002.011	2015
Coevorden-Veenoord	a&b	Wijziging netconfiguratie dan wel capaciteitsuitbreiding	2014	Realisatie	002.011	2015
Hoogeveen-Veenoord	a&b	Wijziging netconfiguratie dan wel capaciteitsuitbreiding	2014	Realisatie	002.011	2015
Noordoostpolder						
Zwartsluis-Zwolle Hessenweg circuits wit en zwart	b	Operationele maatregelen	2015	Studiefase	-	-
Emmeloord-Westermeerdijk	b	Operationele maatregelen	2016	Ongewijzigd	002.228	2014
Emmeloord-Luttelgeest wit+zwart	a	Capaciteitsuitbreiding	2012	Gerealiseerd	002.283	2014

Harculo – Hengelo

Harculo-Raalte circuits, wit en zwart	a&b	Wijziging netconfiguratie dan wel capaciteitsuitbreiding	2014	Studiefase	002.146	2018
Nijverdal-Raalte, circuits wit en zwart	a&b	Wijziging netconfiguratie dan wel capaciteitsuitbreiding	2014	Studiefase	002.146	2018
Almelo Mosterdpot-Nijverdal	a&b	Wijziging netconfiguratie dan wel capaciteitsuitbreiding	2014	Studiefase	002.146	2018
Almelo Tusveld-Hengelo Weideweg, circuits geel en rood	a&b	Operationele maatregelen	2014	Studiefase	002.146	2018
Haaksbergen-Hengelo Oele	b	Wijziging netconfiguratie dan wel capaciteitsuitbreiding	2017	Studiefase	002.146	2018
Goor-Haaksbergen	b	Capaciteitsuitbreiding	2017	Studiefase	002.146	2018
Goor-Hengelo Weideweg	b	Capaciteitsuitbreiding	2016	Studiefase	002.146	2018
Goor-Rijssen	b	Wijziging netconfiguratie dan wel capaciteitsuitbreiding	2013	Studiefase	002.146	2018
Deventer Platvoet-Rijssen	b	Wijziging netconfiguratie dan wel capaciteitsuitbreiding	2014	Studiefase	002.146	2018
Deventer Platvoet-Goor	b	Wijziging netconfiguratie dan wel capaciteitsuitbreiding	2014	Studiefase	002.146	2018

Hengelo Oele

Hengelo Weideweg-Oldenzaal, circuits wit en zwart	b	Wijziging netconfiguratie dan wel capaciteitsuitbreiding	2014	Studiefase	002.518	2019
Enschede van Heekstraat-Losser	b	Wijziging netconfiguratie dan wel capaciteitsuitbreiding	2017	Studiefase	002.518	2019
Enschede van Heekstraat-Enschede Marssteden	b	Wijziging netconfiguratie dan wel capaciteitsuitbreiding	2017	Studiefase	002.518	2019
Enschede Marssteden-Hengelo Oele	b	Wijziging netconfiguratie dan wel capaciteitsuitbreiding		Studiefase	002.518	2019
Enschede Vechtstraat-Enschede Wesselerbrink	b	Operationele maatregelen		Ongewijzigd	002.518	2019
Losser-Oldenzaal	b	Capaciteitsuitbreiding	2017	Studiefase	002.518	2019

Tabel 10.4

Status op 1 september 2013 van 110kV-knelpunten op de stations in Groningen, Drenthe, Overijssel inclusief Noordoostpolder						
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status	Project-nummer	IBN
Vierverlaten- Meeden						
Delfzijl Weiwerd	b;l _k	Operationele maatregelen; studiefase	-	-	002.055; 002.503	2014; 2019
Groningen Hunze	l _k	Studiefase	-	Studiefase	002.503	2019
Kropswolde	l _k	Studiefase	-	Studiefase	002.503	2019
Meeden	l _k	Studiefase	-	Studiefase	002.503	2019
Vierverlaten	l _k	Studiefase	-	Studiefase	002.503	2019
Noordoostpolder						
Ens	b	Operationele maatregelen	-	-	-	-
Zwolle Hessenweg	b	Operationele maatregelen	-	-	-	-
Zwolle Frankhuis	l _k	Studiefase	-	Studiefase	002.503	2019
Zwolle Hessenweg	l _k	Studiefase	-	Studiefase	002.503	2019
Zwolle Weteringkade	l _k	Studiefase	-	Studiefase	002.503	2019
Zwartsluis	l _k	Studiefase	-	Studiefase	002.503	2019
Emmeloord	l _k	Vervangen Emmeloord	2014	realisatie	002.281	2014
Harculo – Hengelo						
Harculo	l _k	Studiefase	-	Studiefase	002.503	2019
Hengelo	l _k	Studiefase	-	Studiefase	002.503	2019
Hengelo Oele						
Hengelo Oele	a&b&c;l _k	Operationele maatregelen en studie; studie	-; -	-; studiefase	-; 002.503	-; 2019
Hengelo Boldershoek	l _k	Studiefase	-	Studiefase	002.503	2019
Hengelo Weideweg	l _k	Studiefase	-	Studiefase	002.503	2019
Koppeltransformatoren						
Weiwerd 220/110	b	Operationele maatregelen	-	Ongewijzigd	-	-
Zwolle Hessenweg 220/110	b	Operationele maatregelen	-	Ongewijzigd	-	-
Hengelo Oele 380/110	a&b	Operationele maatregelen	-	Ongewijzigd	-	-
Ens 380/110	b	Operationele maatregelen	-	Ongewijzigd	-	-

10.1.6 Voorziene uitbreidingen voor regio Noord

Het netmodel voor regio Noord is gebaseerd op de netsituatie per 1 januari 2013. Voor de drie steekjaren van dit KCD is het model aangevuld met de netdelen die tussentijds in bedrijf worden genomen. Hierbij zijn uitsluitend die projecten opgenomen die zich in de realisatiefase bevinden.

In het netmodel, dat voor de berekeningen van de drie steekjaren 2017, 2020 en 2023 wordt gebruikt, is rekening gehouden met de volgende aanpassingen van het net. Deze bevinden zich allen in het deelnet Groningen, Drenthe en Overijssel inclusief Noordoostpolder.

Wijzigingen na het steekjaar 2017 tot en met het steekjaar 2020

Netdeel Noordoostpolder

- realisatie 110kV-station IJsselmuiden aangesloten tussen de stations Kampen en Zwolle Zwartsluis;
- nieuwe 110kV-stations te Ens, Westermeerdijk en Emmeloord Zuidervaart, waarbij Ens uitgerust zal worden met circa 225 Mvar aan blindstroomcompensatiespoelen;
- de aanleg van een 110kV-kabelverbinding, met vier circuits van 290 MVA per stuk waardoor het station Emmeloord wordt verbonden met het nieuwe 110kV-station Ens;
- de aanleg van drie 110kV-circuits van 3 x 270 MVA tussen de stations Emmeloord en Westermeerdijk;
- aanpassing van de enkelcircuitverbindingen tussen de stations Vollenhove en Emmeloord, Vollenhove en Kampen en Emmeloord en Kampen;
- een 110kV-dubbelsluitverbinding van 2 x 156 MVA tussen de stations Vollenhove en Kampen;

Netdeel Hoogeveen

- aanpassing van de enkelcircuitverbindingen tussen de stations Coevorden en Hoogeveen, Coevorden en Veenoord en Hoogeveen en Coevorden;
- het inlussen van het 110kV-station Coevorden in de verbinding Zwolle Hessenweg en Veenoord;
- de aanleg van een 110kV-kabelverbinding tussen Coevorden en Hardenberg.

10.1.7 Te verwachten ontwikkelingen in regio Noord

Friesland

Figuur 10.5 geeft de ontwikkeling van de belasting en de decentrale productie (DCO) voor netdeel Friesland weer, zoals deze wordt voorzien voor de zichtperiode 2014-2023.

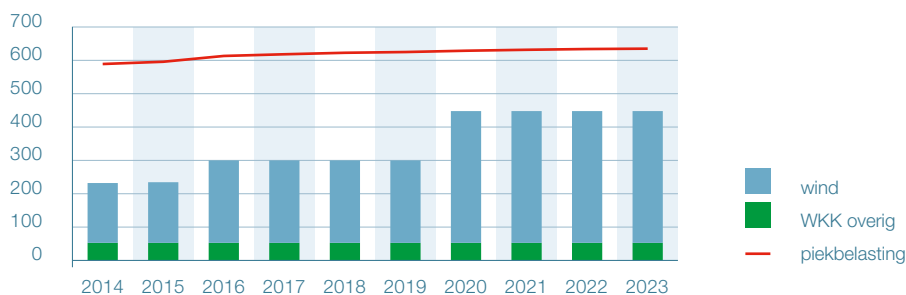
De toename in de belasting komt geheel voor rekening van een stijging van de belasting van de onderliggende middenspanningsnetten, zoals opgegeven door Liander. De belasting ontwikkelt zich van 589 MW in 2014 naar 635 MW in 2023.

Volgens opgave van Liander stijgt het opgestelde windvermogen in Friesland van 179 MW in 2014 naar 396 MW in 2023. Met name voorziet de regionaal netbeheerder een sterke toename van het windvermogen in Zuidwest-Friesland. De voorziene grootschalige windparken rond de Afsluitdijk zullen worden aangesloten op het 220kV- of 380kV-net.

Figuur 10.5

Ontwikkeling van de belasting en de decentrale productie (in MW) over de zichtperiode

Totaal geïnstalleerd vermogen en piekbelasting (MW)



Groningen, Drenthe, Overijssel inclusief Noordoostpolder

Figuur 10.6 geeft de ontwikkeling van de belasting en de decentrale productie (DCO) voor deelnet Groningen, Drenthe, Overijssel inclusief Noordoostpolder weer, zoals deze wordt voorzien voor de zichtperiode 2014-2023.

De toename in de belasting komt voort uit een stijging van de belasting van de onderliggende midden-spanningsnetten, zoals is opgegeven door Enexis. De belastingvraag ontwikkelt zich van 2.535 MW in 2014 naar 2.775 MW in 2023.

In het netdeel Vierverlaten-Meeden staan naast de Delesto-eenheid met een vermogen van 420 MW, een bio-energiecentrale (98 MW) en een warmtekrachteenheid van 28 MW opgesteld. Bovendien is op dit netdeel een windpark van 56 MW aangesloten.

Op het netdeel Zeyerveen zijn vier warmtekrachtinstallaties met een totaalvermogen van 150 MW aangesloten.

Het grootschalig vermogen in het netdeel Hoogeveen heeft een omvang van ruim 250 MW, waarvan de helft wordt ingenomen door de NAM-eenheid in Schoonebeek.

In het deelnet Hengelo-Oele staat ruim 200 MW aan grootschalig warmtekrachtvermogen opgesteld, waarvan ongeveer 140 MW in eigendom is van Salinco.

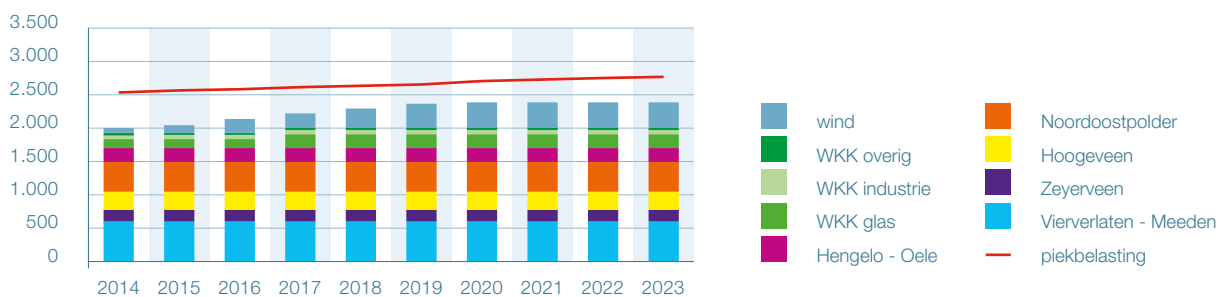
In het deelnet Noordoostpolder staat 450 MW aan grootschalig windvermogen opgesteld.

Volgens opgave van regionaal netbeheerder Enexis stijgt het kleinschalig windvermogen in Groningen, Drenthe en Overijssel van 82 MW in 2014 naar 387 MW in 2023.

Figuur 10.6

Ontwikkeling van de belasting en de decentrale productie (in MW) over de zichtperiode

Totaal geïnstalleerd vermogen en piekbelasting (MW)



10.2 Scenario's en planningssituaties voor de netberekeningen van regio Noord

Op basis van analyse van DC-loadflow-berekeningen is voor beide deelnetten van regio Noord een set van vijf planningssituaties samengesteld. In tabel 10.5 staan de verhoudingsgewijze productie- en belasting-inzet per planningssituatie.

Tabel 10.5

Overzicht van productie-inzet en belasting (in % van maximum) van de planningssituaties voor het 'Business as Usual'-scenario					
	Plannings-situatie 1	Plannings-situatie 2	Plannings-situatie 3	Plannings-situatie 4	Plannings-situatie 5
Belasting	91	97	88	97	91
WKK Glas	88	96	85	96	89
WKK Industrie	95	98	93	98	95
WKK Overig	75	75	75	75	75
Wind (onshore)	64	2	99	8	20
Vierverlaten - Meeden	86	9	35	70	13
Zeyerveen	78	44	43	79	42
Hoogeveen	89	65	37	89	37
Noordoostpolder	64	2	99	8	20
Hengelo-Oele	74	75	74	75	74

10.3 Geconstateerde kneipunten op verbindingen van regio Noord

10.3.1 Friesland

De resultaten van de loadflow-berekeningen op basis van de planningsituaties uit paragraaf 10.2 laten per steekjaar kneipunten zien op diverse verbindingen in het 110kV-deelnet in Friesland (zie tabel 10.6).

Het knelpunt op de verbinding Oudehaske – Lemmer is het gevolg van een toename van de windinvoeding in Zuidwest Friesland. De kneipunten op de overige verbindingen treden op bij onderhoudsituaties aan een verbinding dan wel koppeltransformator in een netdeel en uitval van een andere koppeltransformator in hetzelfde netdeel.

Tabel 10.6

Resultaten voor de kneipunten op de verbindingen in deelnet Friesland			
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium		
	2017	2020	2023
Netdeel Friesland			
Rauwerd – Heerenveen	b	b	b
Heerenveen-Oudehaske	b	b	b
Rauwerd-Oudehaske	b	b	b
Oudehaske-Lemmer		a&b	a&b

10.3.2 Groningen, Drenthe, Overijssel inclusief Noordoostpolder

De resultaten van de loadflow-berekeningen op basis van de planningssituaties uit paragraaf 10.2 laten per steekjaar knelpunten zien op diverse verbindingen in het 110kV-deelnet in Groningen, Drenthe, Overijssel inclusief Noordoostpolder, zie tabel 10.7.

Netdeel Vierverlaaten - Meeden

De verbinding Delfzijl Weiwerd - Slochteren Dellerweerden - Groningen Hunze, bestaat uit twee circuits wit en zwart, met elk 4 secties ten behoeve van een grote afnemer. Wanneer één van de secties van een circuit uit bedrijf is, leidt dit tot overbelasting van één of meerdere secties van het andere circuit. De geleiders van deze circuits hebben een beperkte transportcapaciteit om een te grote doorhang te voorkomen.

De knelpunten op de verbindingen Meeden - Kropswolde wit en Gasselte Kraanlanden - Groningen Hunze zijn het gevolg van doortransporten bij onderhoudssituaties.

Netdeel Zeyerveen

De knelpunten op de verbindingen: Musselkanaal Zandberg - Stadskanaal en Musselkanaal Jipsingboermussel - Stadskanaal worden veroorzaakt door windinvoeding. De knelpunten op de verbindingen: Beilen - Musselkanaal Zandberg en Meeden - Stadskanaal zijn het gevolg van doortransporten bij het niet beschikbaar zijn van de 220kV-verbindingen. De beschreven overschrijdingen in dit netdeel zijn knelpunten die in het KCD 2011 nog niet bestonden.

Netdeel Hoogeveen

De knelpunten op de verbindingen van dit netdeel treden op bij onderhoudssituaties van een verbinding en/of koppeltransformator en uitval van een koppeltransformator of bij doortransport vanwege het niet beschikbaar zijn van 220kV-verbindingen.

Netdeel Noordoostpolder

De verbinding Meppel -Zwartsluis kent knelpunten als gevolg van een hogere belasting richting Meppel en Steenwijk.

De knelpunten op de verbindingen: Zwartsluis - Zwolle Hessenweg, Zwolle Hessenweg - Zwolle Weteringkade, Harculo - Zwolle Weteringkade en Emmeloord – Westerveer zijn het gevolg van het lokale verbruik in combinatie met een toe- of afname van productie. Rond Zwolle is de productie afgenomen als gevolg van marktontwikkelingen.

Netdeel Harculo - Hengelo

Knelpunten op de verbindingen worden bewerkstelligd door het lokale verbruik in combinatie met een toename van decentrale productie. De a-criterium knelpunten ontstaan doordat het naast liggende circuit niet beschikbaar is en de b-criterium knelpunten ontstaan door transporten van het 220/380kV-net door het 110kV-net.

Netdeel Hengelo Oele

De knelpunten zijn het gevolg van het lokale verbruik in combinatie met een toename van decentrale productie. De b-criterium knelpunten ontstaan door transporten van het 220/380kV-net door het 110kV-net.

Tabel 10.7

Resultaten loadflow-berekeningen deelnet Groningen, Drenthe, Overijssel inclusief Noordoostpolder			
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium		
	2017	2020	2023
Netdeel Vierverlaten- Meeden			
Delfzijl Weiwerd-Slochteren Dellerweerden wit of zwart	a&b	a&b	a&b
Groningen Hunze-Slochteren Dellerweerden wit of zwart	a&b	a&b	a&b
Meeden-Kropswolde wit	b	b	b
Gasselte Kraanlanden-Groningen Hunze	b	b	b
Netdeel Zeyerveen			
Beilen-Musselkanaal Zandberg		b	b
Musselkanaal Zandberg-Stadskanaal	a&b	a&b	a&b
Musselkanaal Jipsingboermussel-Stadskanaal	a&b	a&b	a&b
Meeden-Stadskanaal	b	b	b
Netdeel Hoogeveen			
Ommen Dante-Aftak Ommen Dante	b	b	b
Hardenberg-Ommen Dante	b	b	b
Dedemsvaart-Hoogeveen	b	b	b
Dedemsvaart-Hardenberg	b	b	b
Netdeel Noordoostpolder			
Zwartsluis-Zwolle Hessenweg	b	b	b
Meppel-Zwartsluis	a&b	a&b	a&b
Zwolle Hessenweg-Zwolle Weteringkade	b	b	b
Harculo-Zwolle Weteringkade	b	b	b
Emmeloord-Westermeerdijk	b	b	b
Netdeel Harculo – Hengelo			
Harculo – Raalte	a&b	a&b	a&b
Nijverdal – Raalte	a&b	a&b	a&b
Almelo Mosterdpot-Nijverdal	b	b	b
Almelo Tusveld-Hengelo Weideweg	a&b	a&b	a&b
Haaksbergen-Hengelo Oele	b	b	b
Goor – Haaksbergen	b	b	b
Goor-Hengelo Weideweg	b	b	b
Goor – Rijssen	b	b	b
Netdeel Hengelo Oele			
Hengelo Weideweg-Oldenzaal	b	b	b
Enschede Heekstraat-Losser	b	b	b
Enschede Heekstraat-Enschede Marssteden	b	b	b
Enschede Marssteden-Hengelo Oele	b	b	b
Enschede Vechtstraat-Enschede Wesselerbrink	b	b	b
Enschede Wesselerbrink-Hengelo Oele	b	b	b

10.4 Geconstateerde knelpunten op stations van regio Noord

10.4.1 Friesland

In tabel 10.8 zijn de knelpunten voor de verschillende toetsingen voor Friesland samengevat.

Overbelastingen bij toetsing aan het a- en b-criterium

De toetsing van het b-criterium leidt in het Friese net tot knelpunten op de stations Louwsmeer en Oudehaske als twee transformatoren niet beschikbaar zijn.

Overbelastingen bij toetsing aan het c-criterium

Omdat in Friesland geen grootschalige productie-eenheden aanwezig zijn, is de toetsing aan het c-criterium vergelijkbaar met een toetsing aan het b-criterium. Hieruit volgt dat de stations Louwsmeer en Oudehaske een knelpunt hebben ten aanzien van het c-criterium.

Overbelastingen bij toetsing aan de 100MW/6h grens

De maximale belasting op station Lemmer overschrijdt de grens van 100 MW in het steekjaar 2020. De overschrijding is het gevolg van de toename van het windproductievermogen die in Zuidwest-Friesland wordt verwacht.

Knelpunten bij toetsing aan het railcriterium

De toetsing van het Friese net aan het railcriterium leidt tot overbelasting van diverse 110kV-verbindingen nabij de koppelpunten met het transportnet. Deze overbelasting van de verbindingen zal uitval van 110kV-stations tot gevolg hebben.

Tabel 10.8

Resultaten voor de knelpunten op de stations in Friesland			
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium		
	2017	2020	2023
Friesland			
Louwsmeer	b&c&r	b&c&r	b&c&r
Oudehaske	b&c&r	b&c&r	b&c&r
Bergum	r	r	r
Lemmer	-	100MW/6h	100MW/6h

10.4.2 Groningen, Drenthe, Overijssel inclusief Noordoostpolder

In tabel 10.9 zijn de knelpunten voor de verschillende toetsingen voor Groningen, Drenthe, Overijssel inclusief Noordoostpolder samengevat.

Tabel 10.9

Resultaten voor de knelpunten op de stations in Groningen, Drenthe, Overijssel inclusief Noordoostpolder			
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium		
	2017	2020	2023
Vierverlaten- Meeden			
Delfzijl Weiwerd	b&l _k &r	b&l _k &r	b&l _k &r
Groningen Hunze	l _k	l _k	l _k
Groningen Van Heemskerckstraat	l _k	l _k	l _k
Kropswolde	l _k	l _k	l _k
Meeden	l _k	l _k &r	l _k &r
Vierverlaten	l _k &r	l _k &r	l _k &r
Zeyerveen			
Zeyerveen	r	r	r
Noordoostpolder			
Ens	b&l _k	b&l _k	b&l _k
Emmeloord	l _k	l _k	l _k
Zwolle Frankhuis	l _k	l _k	l _k
Zwolle Hessenweg	b&l _k &r	b&l _k &r	b&l _k &r
Zwolle Weteringkade	l _k	l _k	l _k
Harculo – Hengelo			
Almelo Tusveld	l _k	l _k	l _k
Goor	l _k	l _k	l _k
Harculo	l _k	l _k	l _k
Haaksbergen	l _k	l _k	l _k
Hengelo Oele			
Hengelo Oele	b&l _k &r	b&l _k &r	b&l _k &r
Hengelo Bolderhoek	l _k	l _k	l _k
Hengelo Weideweg	l _k	l _k	l _k

Overbelastingen bij toetsing aan het a- en b-criterium

De toetsing aan het b-criterium levert voor de stations in Groningen, Overijssel en de Noordoostpolder knelpunten op voor de stations Ens, Hengelo Oele, Delfzijl Weiwerd en Zwolle Hessenweg als twee transformatoren niet beschikbaar zijn.

Overbelastingen bij toetsing aan de 100MW/6h grens

Geen enkel 110kV-station in Groningen, Drenthe, Overijssel en de Noordoostpolder overschrijdt de 100MW/6h grens.

Knelpunten bij toetsing aan het railcriterium

De toetsing van de stations in het Groningse, Drentse en Overijsselse net aan het railcriterium leidt voor de stations Meeden, Vierverlaten, Zwolle Hessenweg en Hengelo Oele tot overbelasting van verbindingen.

Kortsluitvastheidsknelpunten

Uit de toetsing van de kortsluitvastheid blijkt dat in het net van de provincies Groningen, Drenthe en Overijssel knelpunten aanwezig zijn op de 110kV-stations:

- netdeel Vierverlaten–Meeden: Delfzijl Weiwerd, Groningen Hunze, Groningen Van Heemskerckstraat, Kropswolde, Meeden, Vierverlaten;
- netdeel Noordoostpolder: Ens, Emmeloord, Zwolle Frankhuis, Zwolle Hessenweg, Zwolle Weteringkade;
- netdeel Harculo–Hengelo: Almelo Tusveld, Goor, Harculo, Haaksbergen;
- netdeel Hengelo Oele: Hengelo Oele, Hengelo Bolderhoek, Hengelo Weideweg.

10.5 Voorziene maatregelen voor de verbindingen van regio Noord

10.5.1 Friesland

De overbelastingen op de verbindingen: Rauwerd – Oudehaske, Rauwerd – Heerenveen en Heerenveen – Oudehaske kwamen ook in het KCD van 2011 naar voren. Vanwege de toename van de windproductie in Zuidwest-Friesland zijn de overbelastingen op de verbindingen Oudehaske – Lemmer nieuw. In 2015 wordt een studie gestart naar de te nemen maatregelen waarmee de knelpunten worden opgelost. Deze studie zal nagaan of het opwaarderen van de transportcapaciteit van de circuits: Rauwerd – Oudehaske, Rauwerd – Heerenveen en Heerenveen – Oudehaske een structurele oplossing biedt, al dan niet in combinatie met het opnemen van het circuit Rauwerd – Oudehaske in het station Heerenveen. Daarnaast wordt in de studie nagegaan of extra circuits nodig zijn van Lemmer naar Oudehaske.

10.5.2 Groningen, Drenthe, Overijssel inclusief Noordoostpolder

Netdeel Vierverlaten Meeden

De studie voor het oplossen van het knelpunt Delfzijl Weiwerd-Slochteren Dellerweerden wit of zwart en Groningen Hunze - Slochteren Dellerweerden wit of zwart is uitgevoerd. Een investeringsvoorstel is opgesteld en het voorkeursalternatief wordt technisch uitgewerkt. Echter, door de huidige marktomstandigheden wordt het voorkeursalternatief weer nader beschouwd (project 002.055, met IBN 2014 en project 002.585, met IBN 2017). In het voorkeursalternatief wordt een 220/110kV-transformator op station Delfzijl Weiwerd bijgeplaatst.

Een studie in 2014 moet uitwijzen of de transportcapaciteitsverhoging van het circuit Gasselte Kraanlanden - Groningen Hunze, al dan niet in combinatie met een tweede circuit Veendam – Gasselte Kraanlanden, voldoende is. Andere maatregelen zullen, indien nodig, ook in de studie worden overwogen.

Een studie in 2015 moet uitwijzen of de capaciteitsverhoging van het circuit Meeden - Kropswolde voldoende is. Andere maatregelen zullen, indien nodig, ook in de studie worden overwogen.

Netdeel Zeyerveen

De beschreven overschrijdingen in het netdeel van Zeyerveen zijn knelpunten die in het KCD 2011 nog niet bestonden. De maatregelen die worden bestudeerd in 2014 voor de overbelaste circuits zijn:

- Het verhogen van de transportcapaciteit van de overbelaste circuits, al dan niet in combinatie met het opnemen van het naast gelegen circuit in het 110kV-station Stadskanaal.
- Het stichten van een 110kV-station Emmen Vestersdijk op het knooppunt van de circuits die lopen tussen de 110kV-stations: Beilen, Musselkanaal Zandberg, Bargermeer en Meeden.

Andere maatregelen zullen, indien nodig, ook in de studie worden overwogen. Een tijdelijke oplossing is het splitsen van het net.

Netdeel Hoogeveen

De beschreven overschrijdingen in het netdeel van Hoogeveen zijn knelpunten die in het KCD 2011 nog niet bestonden. In 2014 wordt een studie gestart naar de maatregelen waarmee de knelpunten worden opgelost. De studie zal onder andere nagaan of het aansluiten van de circuits: Hoogeveen - Hardenberg en Hardenberg - Dedemsvaart op het 110kV-station Dedemsvaart Sluis van de verbinding Zwolle Hessenweg - Veenoord voldoende is. Andere maatregelen zullen, indien nodig, ook in de studie worden overwogen.

Netdeel Noordoostpolder

Ook voor dit netdeel gaat het voor een deel om knelpunten die in het KCD 2011 nog niet bestonden. De maatregelen voor de verbindingen: Zwartsluis - Zwolle Hessenweg en Meppel - Zwartsluis bestaan uit het verhogen van de transportcapaciteit van de verbinding.

Door de omgevingsfactoren en het complexe net rond de 110kV-station stations: Zwolle Hessenweg, Zwolle Weteringskade en Harculo moet op de maatregel voor het b-criteriumknelpunt op de circuits: Zwolle - Hessenweg, Zwolle Weteringskade en Harculo - Zwolle Weteringskade in 2015 nader gestudeerd worden. Een eerste onderzoeksrichting van de te nemen maatregel is het verhogen van de transportcapaciteit van de circuits.

Voor het knelpunt op de circuits Emmeloord - Westermeerdijk worden operationele maatregelen genomen.

In 2015 wordt een studie gestart naar de genoemde maatregelen waarmee de knelpunten worden opgelost en andere maatregelen die tot een structurele oplossing leiden.

Netdeel Harculo - Hengelo

Deze knelpunten worden opgelost met de capaciteits- en netuitbreidingsmaatregel van project 002.146 met IBN 2018. De maatregel omvat onder meer een splitsing bij Nijverdal en Goor en een nieuw kabel circuit tussen Nijverdal en Goor.

Netdeel Hengelo Oele

Het knelpunt op de verbinding Enschede Vechtstraat - Enschede Wesselerbrink is nieuw ten opzichte van het KCD 2011. Door de nieuwe knelpunten moet de voorziene maatregel van de inlissing van stations en een nieuwe kabel verbinding (project 002.518, met IBN 2019) nader beschouwd worden. Dit houdt onder andere in dat het circuit van Losser naar Heekstraat wordt opgenomen in de 110kV-stations Marssteden en Wesselerbrink.

10.6 Voorziene maatregelen voor de stations van regio Noord

10.6.1 Friesland

Maatregelen als gevolg van het niet voldoen aan het a- en b-criterium

De stations in Friesland kennen geen knelpunten ten aanzien van het a-criterium. Voor het b-criterium knelpunt van de 220kV/110kV-stations Louwsmeer en Oudehaske is als maatregel een capaciteitsuitbreiding van de transformatoren nodig.

Maatregelen als gevolg van het niet voldoen aan het c-criterium

Voor het c-criterium knelpunt van de 220kV/110kV-stations Louwsmeer en Oudehaske is als maatregel een uitbreiding van de transformatorcapaciteit nodig.

Maatregelen als gevolg van het niet voldoen aan het railcriterium

In 2014 zal er een studie uitgevoerd worden om vast te stellen hoe in de provincie Friesland voldaan kan worden aan het railcriterium.

Maatregelen als gevolg van overschrijding van 100 MW/6h criterium

Vanwege de toename van de windproductie in Zuidwest-Friesland op station Lemmer zal door middel van een studie in 2015 en een analyse van de daadwerkelijke ontwikkeling worden na gegaan wat de te nemen oplossingsmaatregel is voor de verbinding Lemmer – Ouderhaske.

10.6.2 Groningen, Drenthe, Overijssel inclusief Noordoostpolder

Maatregelen als gevolg van het niet voldoen aan het a- en b-criterium

Voor het b-criterium knelpunt van de 220/- en 380/110kV-stations Delfzijl Weiwerd, Ens, Zwolle Hessenweg en Hengelo Oele is als maatregel een capaciteitsuitbreiding en/of een wijziging van de netconfiguratie voorzien. Voor het 220/110kV-station Delfzijl Weiwerd wordt een extra koppeltransformator voorzien. Voor het knelpunt op het 220/110kV-station Ens worden operationele maatregelen voorzien. Het knelpunt op het 220/110kV-Station Zwolle Hessenweg kent als maatregel een capaciteitsuitbreiding en/of een wijziging van de netconfiguratie, dit al naar gelang de blindvermogenstransporten in dit net. De maatregel voor het station Zwolle Hessenweg zal nader bestudeerd worden in 2015.

In 2015 zal een studie plaatsvinden naar de maatregel voor het 380/110kV-station Hengelo Oele. Als optie zal onder andere het uitbreiden van de transportcapaciteit van de transformatoren, al dan niet in combinatie met het splitsen en verlengen van de derde rail, worden beschouwd.

Maatregelen als gevolg van het niet voldoen aan het c-criterium

De stations in Groningen, Drenthe, Overijssel inclusief Noordoostpolder kennen geen knelpunten ten aanzien van het c-criterium, waardoor op deze stations geen maatregelen genomen hoeven te worden voor dit type knelpunt.

Maatregelen als gevolg van het niet voldoen aan het railcriterium

In 2014 zal er een studie uitgevoerd worden om vast te stellen hoe in het 110kV-net Groningen, Drenthe en Overijssel inclusief Noordoostpolder voldaan kan worden aan het railcriterium.

Maatregelen als gevolg van overschrijding van kortsluitvastheid

Het knelpunt op het station Emmeloord ontstaat door de koppeling met het nieuwe 110kV-station Ens. Tegelijk met de inbedrijfname van station Ens wordt ook het 110kV-station Emmeloord in 2014 vervangen. Daarmee is het knelpunt opgelost.

Naar de knelpunten op de stations Hengelo Boldershoek, Hengelo Oele en Hengelo Weideweg wordt in het kader van het permanent inschakelen van de derde 380/110kV-transformator in Hengelo Oele de studie voortgezet die in 2012 is gestart.

De knelpunten op de stations Zwolle Hessenweg en Zwolle Weteringkade ontstaan door invoeding van de decentrale opwekking in de Noordoostpolder. Met de vorming van het netdeel Noordoostpolder in 2014 verdwijnt het knelpunt.

Uitgaande van een conservatieve richtwaarde voor de berekeningen van 20 kA, zijn er twaalf 110kV-stations waarvan de 1-fasekortsluitvastheid onvoldoende is. Dit zijn de stations Delfzijl Weiwerd, Groningen Hunze, Haaksbergen, Harculo, Hengelo Boeldershoek, Hengelo Oele, Hengelo Weideweg, Kropswolde, Meeden, Zwolle Frankhuis, Zwolle Hessenweg en Zwolle Weteringkade. De knelpunten worden opgelost door per station de feitelijke kortsluitvastheid vast te stellen. Als deze nog steeds ontoereikend is, zal de 1-fasekortsluitstroom worden gereduceerd door vermindering van het aantal geaarde sterpunten van transformatoren.

Uitgaande van een conservatieve richtwaarde voor berekeningen van 20 kA, zijn er ook twaalf 110kV-stations waarvan de 3-fasekortsluitvastheid onvoldoende is. Dit zijn de stations Almelo Tusveld, Delfzijl Weiwerd, Ens, Goor, Groningen Hunze, Groningen Van Heemskerckstraat, Haaksbergen, Harculo, Kropswolde, Meeden, Vierverlaten en Zwolle Frankhuis. De knelpunten worden opgelost door per station de feitelijke kortsluitvastheid vast te stellen.

Voor het station Delfzijl Weiwerd is reeds vastgesteld dat de 3-fasekortsluitvastheid 20 kA is, de aanpassingen om dit station op te waarderen naar een kortsluitvastheid van 31,5 kA zijn gestart (project 002.055, met IBN 2014)

Het investeringsvoorstel om deze knelpunten op te lossen wordt eind 2013 opgeleverd (project 002.503, met IBN 2019). De nieuwe kortsluitknelpunten op 110kV-station Groningen Van Heemskerckstraat, Ens, Almelo Tusveld, Goor, Haaksbergen en Hengelo Oele zullen nader bestudeerd moeten worden.

10.7 Aankoppeling met netten lager spanningsniveau in regio Noord

De distributietransformatoren in regio Noord van 110 kV naar 10 kV of 20 kV zijn in beheer van de regionale netbeheerders Enexis en Liander. Beide netbeheerders hebben onderzocht of er voldoende distributietransformatoren in hun verzorgingsgebied aanwezig zijn. Op basis van deze analyse hebben zij aangegeven voor de zichtperiode van dit KCD behoefte te hebben aan de hierna volgende uitbreidingen.

Nut en noodzaak, haalbaarheid en realiseerbaarheid van nieuwe velden, transformatorverzwaringen of meerdere transformatoren achter één veld (vorkschakeling) zullen per geval moeten worden onderzocht, ook beveiligingstechnisch.

10.7.1 Friesland

Tabel 10.10

Aankoppelingen regionale net Friesland			
Locatie	Spanningsniveau [kV]	Maatregel	Gepland jaar van oplossen
Bergum	20	Aanleg transformatorveld of andere uitbreiding	2014
Dokkum	20	Aanleg transformatorveld of andere uitbreiding	2013
Drachten	10	Aanleg transformatorveld of andere uitbreiding	2015
Lemmer	20	Aanleg transformatorveld of andere uitbreiding	2015
Marnezijl	20	Aanleg transformatorveld of andere uitbreiding	2016

10.7.2 Groningen, Drenthe, Overijssel inclusief Noordoostpolder

Tabel 10.11

Aankoppelingen regionale net Groningen, Drenthe en Overijssel			
Locatie	Spanningsniveau [kV]	Maatregel	Gepland jaar van oplossen
Vierverlaten – Meeden 220/20 kV			
Weiwerd	20	Aanleg transformatorveld of andere uitbreiding	2016
Vierverlaten	20	Aanleg transformatorveld of andere uitbreiding	2020
Eemshaven	20	Aanleg transformatorveld of andere uitbreiding	2021
Harculo - Hengelo			
Olst	10	Aanleg transformatorveld of andere uitbreiding	2016
Rijssen	10	Aanleg transformatorveld of andere uitbreiding	2018

10.8 Vergelijking met KCD 2011 voor regio Noord

De knelpunten op de verbindingen in Friesland, Groningen, Drenthe en Overijssel, die op basis van het railcriterium zijn geconstateerd, zijn nieuw. Nadere studie in 2014 moet uitwijzen welke maatregelen er specifiek voor de nieuwe knelpunten genomen moeten worden om het criterium te voldoen.

Tabel 10.12 tot en met tabel 10.15 bevatten de lijst met nieuwe knelpunten ten opzichte van het KCD 2011

Tabel 10.12

Nieuwe knelpunten op verbindingen geconstateerd in het KCD 2013 in Friesland			
Gesignaleerd knelpunt op	Oplossingsrichting	Projectnummer	IBN
Friesland			
Oudehaske - Lemmer	Studie capaciteits- en netuitbreiding in 2015	-	2020

Tabel 10.13

Nieuwe knelpunten op verbindingen geconstateerd in het KCD 2013 in Groningen, Drenthe en Overijssel			
Gesignaleerd knelpunt op	Oplossingsrichting	Projectnummer	IBN
Vierverlaten- Meeden			
Delfzijl Weiwerd - Slochteren Dellerweerden wit of zwart	Studie capaciteitsuitbreiding in 2015		2020
Meeden - Kropswolde wit	Studie capaciteitsuitbreiding in 2015	-	2020
Zeyerveen			
Beilen - Musselkanaal Zandberg	Studie capaciteits- en netuitbreiding in 2014	-	2020
Musselkanaal Zandberg - Stadskanaal	Studie capaciteits- en netuitbreiding in 2014	-	2020
Musselkanaal Jipsingboermussel - Stadskanaal	Studie capaciteits- en netuitbreiding in 2014	-	2020
Meeden - Stadskanaal	Studie capaciteits- en netuitbreiding in 2014	-	2020
Hoogeveen			
Ommen Dante - Aftak Ommen Dante	Studie capaciteits- en netuitbreiding in 2014	-	2020
Hardenberg - Ommen Dante	Studie capaciteits- en netuitbreiding in 2014	-	2020
Noordoostpolder			
Meppel - Zwartsluis	Studie capaciteits- en netuitbreiding in 2015	-	2020
Zwolle Hessenweg - Zwolle Weteringkade	Studie capaciteits- en netuitbreiding in 2015	-	2020
Harculo - Zwolle Weteringkade	Studie capaciteits- en netuitbreiding in 2015	-	2020
Hengelo Oele			
Enschede Wesselerbrink - Hengelo Oele	Studie capaciteits- en netuitbreiding in 2014	-	2020

Tabel 10.14

Nieuwe knelpunten op verbindingen geconstateerd in het KCD 2013 in Friesland			
Gesignaleerd knelpunt op	Oplossingsrichting	Projectnummer	IBN
Friesland			
Lemmer	Studie capaciteits- en netuitbreiding in 2015	-	2020

Tabel 10.15

Nieuwe knelpunten op stations geconstateerd in het KCD 2013 in Groningen, Drenthe en Overijssel inclusief Noordoostpolder			
Gesignaleerd knelpunt op	Oplossingsrichting	Projectnr	IBN
Vierverlaten- Meeden			
Groningen van Heemskerckstraat	Studie kortsluitvastheid in 2014; of aan project 002.503 toevoegen	002.503	"2020; 2019"
Noordoostpolder			
Ens	Studie kortsluitvastheid in 2014; of aan project 002.503 toevoegen	002.503	"2020; 2019"

11

Capaciteitsknelpunten en maatregelen 150kV-net regio Oost

11.1 Huidige netinfrastructuur, aanpassingen in het net en verwachte ontwikkelingen

11.1.1 Status 150kV-netinfrastructuur regio Oost

Het 150kV-net van regio Oost strekt zich uit over de provincies Flevoland, Gelderland en Utrecht. De geografische ligging van het 150kV-net in de Regio Oost op peildatum 1 mei 2013 is afgebeeld in figuur 11.1.

Regio Oost is via de stations Lelystad, Langerak (Doetinchem) en Dodewaard door middel van transformatoren gekoppeld met het 380kV-net. Op 150kV-niveau zijn meerdere koppelingen met andere regio's aanwezig die bij onderhoud en het oplossen van storingen beperkt kunnen worden ingezet. Dit zijn de 150kV-koppelingen tussen de stations:

- Teersdijk-Cuijk met het deelnet Limburg in regio Zuid;
- Breukelen-Diemen met het deelnet Amsterdam Zuidoost in regio West;
- Pampus-'s Graveland met het deelnet Amsterdam Zuidoost in regio West.

In regio Oost zijn drie deelnetten te onderscheiden:

- 'Randmeren' omvat een deel van de provincie Gelderland en de provincie Flevoland, exclusief de Noordoostpolder. Het netdeel in de Noordoostpolder is aangesloten op het 110kV-net van regio Noord behandeld;
- 'Gelderland' omvat de hoogspanningsverbindingen in de provincie Gelderland, exclusief de verbindingen die tot het Randmerengebied behoren;
- 'Utrecht' omvat de hoogspanningsverbindingen in de provincie Utrecht.

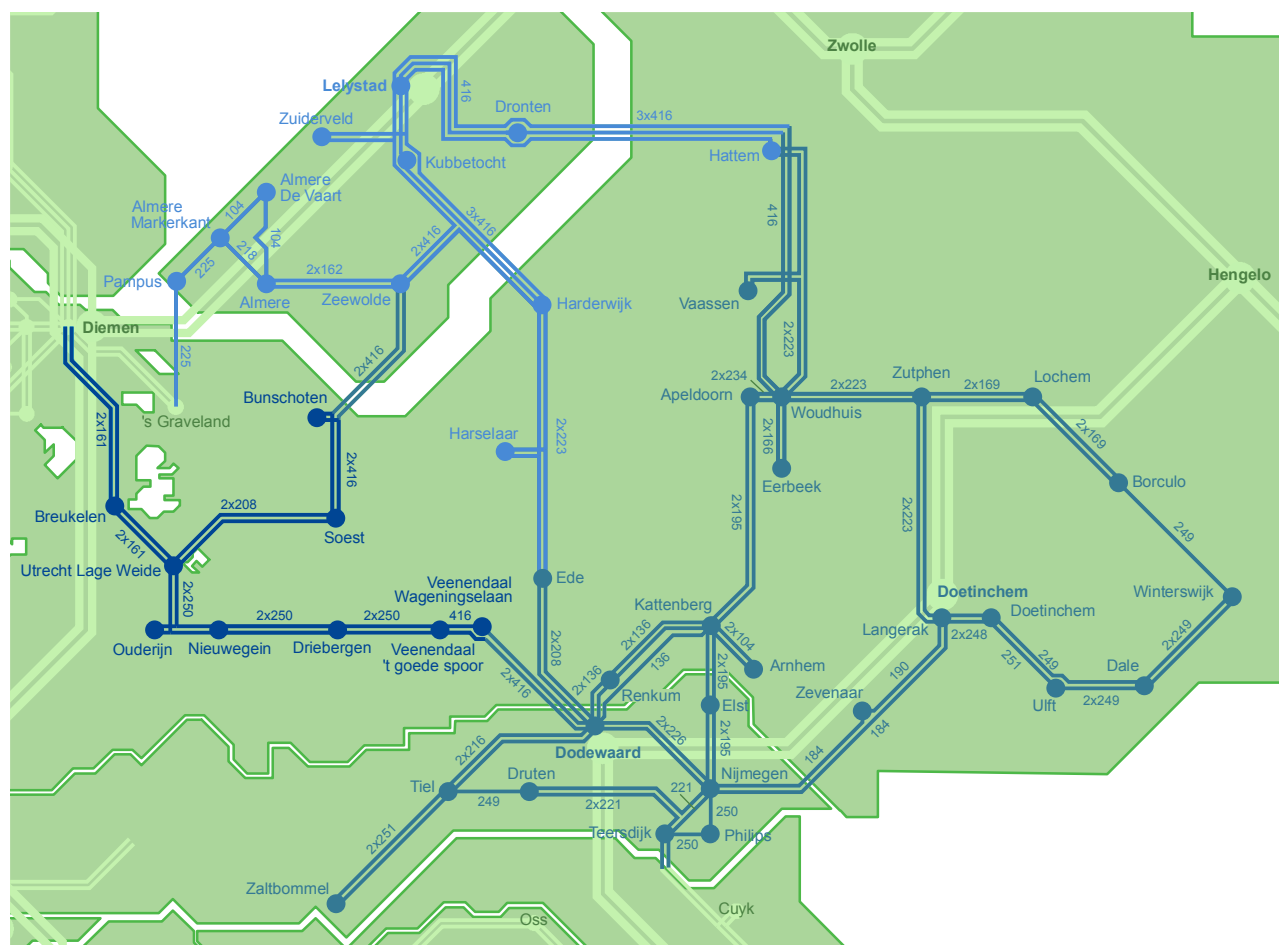
Het deelnet Randmeren is door middel van vijf 150kV-circuits gekoppeld met het deelnet Gelderland en met twee 150kV-circuits met het net van Utrecht. Het netdeel Utrecht is met twee circuits gekoppeld met deelnet Gelderland.

11.1.2 Netaanpassingen in 2011 en 2012

In regio Oost hebben geen netaanpassingen plaatsgevonden sinds de publicatie van het KCD 2011.

Figuur 11.1

Overzicht regio Oost (Capaciteit verbindingen in MVA)



11.1.3 Status aanpak reeds vastgestelde knelpunten voor regio Oost

In het KCD 2011 is een aantal knelpunten gesignaleerd in het 150kV-net in regio Oost. In tabel 11.1 en tabel 11.2 worden de gesignaleerde knelpunten en hun huidige status voor de drie deelgebieden kort toegelicht.

In regio Oost speelt de realisatie van het 380/150kV-station Breukelen een belangrijke rol in het oplossen van knelpunten. Op dit project is de Rijks-coördinatieregeling van toepassing. Omdat het project nog in de basisontwerpfase is, is het project niet meegenomen in de berekeningen. Hierdoor

blijven de knelpunten zichtbaar die door de realisatie van dit project worden opgelost. Deze knelpunten worden gevonden in het deelnet Utrecht en in de aankoppeling van het Randmerengebied met het 380kV-net.

In 2013 is een eerste studie uitgevoerd naar de technische mogelijkheden van een Noord-Zuid splitsing van geheel regio Oost. In een vervolgstudie in 2014 zal meer in detail gekeken worden naar de consequenties van het creëren van deelgebieden, zogenoemde 'load pockets'. Dit in overeenstemming met de Visie 2030 die TenneT eerder voor de 110kV- en 150kV-netten heeft opgesteld.

Tabel 11.1

Status op 1 september 2013 van 150kV-knelpunten op de verbindingen in de regio Oost						
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status	Projectnummer	IBN
Randmeren						
Harderwijk-Harselaar-Ede	b	Operationele maatregelen en netstudie	2014	Basisontwerp; Studiefase	000.012; 002.530	2017; 2020
Lelystad-Zuiderveld-Harderwijk	b	Operationele maatregelen en netstudie	2014	Basisontwerp; Studiefase	000.012; 002.530	2017; 2020
Lelystad-Zuiderveld-Zeewolde	b	Operationele maatregelen en netstudie	2014	Basisontwerp; Studiefase	000.012; 002.530	2017; 2020
Almere de Vaart-Almere	a&b	Operationele maatregelen en netstudie	2017	Investeringsvoorstel is opgesteld	002.529; 002.534	2018
Zeewolde-Almere	a&b	Operationele maatregelen en netstudie	2017	Investeringsvoorstel is opgesteld	002.529; 002.534	2018
Bunschoten-Zeewolde	b	Operationele maatregelen en netstudie	2014	Studiefase	002.530	2020
Gelderland						
Doetinchem-Langerak	a&b	Dynamische belasting en operationeel		Transportvermogen op een hogere waarde vastgesteld		
Borculo-Winterswijk	b	Operationeel		Ongewijzigd		
Dodewaard-Ede	b	Verdwijnt door komst station Breukelen 380/150 kV	2014	Basisontwerp	000.012	2017
Dodewaard-Tiel	b	Operationeel		Ongewijzigd		
Dodewaard-Ede	a&b	Operationeel		Ongewijzigd		
Woudhuis-Zutphen	a&b	Dynamische belasting en operationeel		Ongewijzigd		
Langerak-Zutphen	b	Operationeel		Ongewijzigd		

Langerak-Zutphen	a&b	Operationeel		Ongewijzigd		
Nijmegen-Zevenaar	b	Operationeel		Ongewijzigd		
Nijmegen-Dodewaard	b	Operationeel		Ongewijzigd		
Langerak-Zevenaar	b	Operationeel		Ongewijzigd		
Langerak-Zevenaar	b	Operationeel		Ongewijzigd		
Apeldoorn-Woudhuis	b	Operationeel, onderzoek naar vorming deelgebied	2020	Studiefase	002.530	2020
Woudhuis-Hattem	b	Operationeel, onderzoek naar vorming deelgebied	2020	Studiefase	002.530	2020
Apeldoorn-Kattenberg	b	Operationeel, onderzoek naar vorming deelgebied	2020	Studiefase	002.530	2020

Tabel 11.2

Status op 1 september 2013 van 150kV-knelpunten op de stations in de regio Oost						
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status	Project-nummer	IBN
Randmeren						
Markerkant	100MW/6h	Operationele maatregelen en netstudie	2017	Investeringsvoorstel is opgesteld	002.529; 002.534	2018
Gelderland						
Zaltbommel	100MW/6h	Operationele maatregelen en netstudie		Studiefase	002.527	2016
Zevenaar	100MW/6h	Operationele maatregelen en netstudie		Studiefase		
Dodewaard	l _k	Vervanging van de luchtgebluste vermogensschakelaars		Realisatie	002.526	2016
Doetinchem	l _k	Vervanging van de beperkende railscheiders		Geen actie vanwege laag risico	002.269	2014
Utrecht						
Ouderijn	100MW/6h	Operationele maatregelen en netstudie	2017	Studiefase	002.528	2017

11.1.4 Voorziene uitbreidingen voor regio Oost

Op basis van de randvoorwaarde dat alleen projecten mogen worden meegenomen, die zich in de realisatiefase bevinden, is het nieuw geplande 380/150kV-station Breukelen niet meegenomen in de steekjaren.

Een kortsluitstroomstudie voor de bepaling van de kortsluitstroombijdrage van windturbines op het 150kV-hoogspanningsnet heeft laten zien dat de beide 380/150kV-transformatoren in Lelystad gelijktijdig in bedrijf kunnen zijn. In tegenstelling tot het KCD 2011 is daarom voor het netmodel aangenomen dat beide 380/150kV-transformatoren in Lelystad voor alle steekjaren in bedrijf zijn.

11.1.5 Te verwachten ontwikkelingen in regio Oost

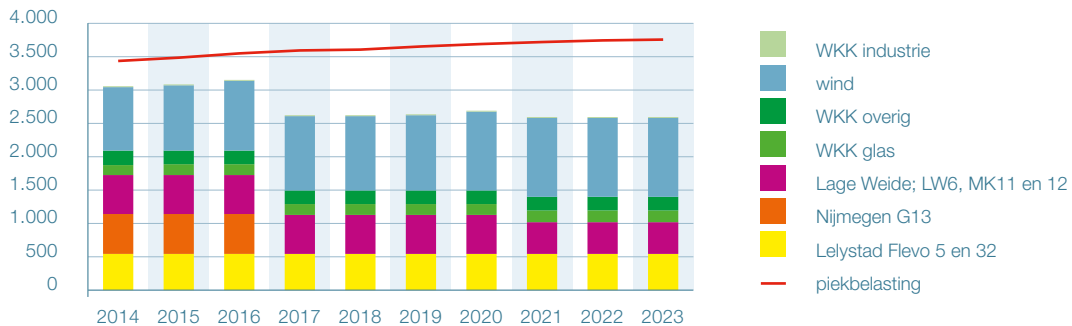
In figuur 11.2 is de ontwikkeling van de belasting en de productie voor regio Oost gepresenteerd, zoals deze wordt voorzien voor de zichtperiode 2014-2023.

De toename in de piekbelasting in de regio Oost is, zoals opgegeven door de regionaal netbeheerder, in zijn algemeenheid het gevolg van een stijging van de belasting van de onderliggende middenspanningsnetten door uitbreiding van het aantal woningen, bedrijven en industrie.

Figuur 11.2

Ontwikkeling van de belasting en productie (in MW) in regio Oost over de zichtperiode

Totaal geïnstalleerd vermogen en piekbelasting (MW)



Specifieke ontwikkelingen voor de drie deelgebieden zijn:

Deelnet Randmeren

- Een stijging van de piekbelasting van 597 MW in 2014 naar 677 MW in 2023;
- Een toename van het decentraal vermogen van 879 MW in 2014 naar 999 MW in 2023. Om te kunnen voldoen aan de taakstelling uit de Structuurvisie Wind op land voor de gehele provincie Flevoland, zijnde 1.370MW, is bovenop de prognose van Liander een additionele hoeveelheid windvermogen van 65 MW voor het Randmerengebied meegenomen. Deze is verondersteld op het station Lelystad, met een uitbreiding van 33 MW in 2017 en 32 MW in 2020;
- Ingebruikname van prinses Beatrix Windpark (121 MW) in 2013, voorheen De Zuidlob, nabij Zeewolde.
- Definitieve uitbedrijfname van de twee warmtekrachtcentrales Almere 1 (62 MW) en Almere 2 (52 MW), aangesloten op het 150kV-station Markerkant in 2013. De warmtelevering voor Almere vindt nu plaats vanaf de nieuw gebouwde gascentrale Diemen 34 in Amsterdam. Hiervoor is een warmteleiding van Amsterdam naar Almere aangelegd;
- in Lelystad staan de gasgestookte eenheden Flevo 5 (435 MW) en de Flevo 32 (119 MW) opgesteld.

Deelnet Gelderland

- Een stijging van de belasting van 1.888 MW in 2014 naar 2.068 MW in 2023.
- Een toename van het decentraal productie-vermogen in de provincie van 491 MW in 2024 naar 574 MW in 2023. Hierbij is rekening gehouden met de structuurvisie Wind op Land voor 2020, met een taakstelling voor de provincie Gelderland van 210 MW;
- Sluiting in 2013 van de stoom- en gascentrale De Grift (60 MW), aangesloten op het 150kV-station Hattem;
- Volgens opgave van de eigenaar wordt de kolen-gestookte centrale G13 (600 MW) in Nijmegen in 2021 stilgelegd. Volgens het Energieakkoord zou dit mogelijk al plaatsvinden voor het steekjaar 2017. In de steekjaren is de G13 daarom niet meegenomen;
- Sluiting in 2013 van de stoom- en gascentrale Berkelcentrale (60 MW), aangesloten op het 150kV-station Borculo.

Deelnet Utrecht

- Een stijging van de belasting van 958 MW in 2014 naar 1.026 MW in 2023.
- Een toename van het decentraal productie-vermogen in de provincie van 64 MW in 2014 naar 104 MW in 2023. Hierbij is rekening gehouden met de structuurvisie Wind op Land voor 2020, met een taakstelling voor de provincie Utrecht van 60 MW.
- In Utrecht staan drie gasgestookte warmtekrachtcentrales opgesteld: Lage Weide 6 (247 MW), Merwedekanaal 12 (224 MW) en Merwedekanaal 11 (103 MW). Over de Merwedekanaal 11 eenheid is door de eigenaar gemeld dat deze in 2021 zal worden geamoveerd.
- Een plan voor een nieuwe biomassacentrale in Utrecht Lage Weide in 2017, met een elektrisch vermogen van 20 MW, is niet meegenomen in het netmodel. Gezien het geringe elektrisch vermogen van de installatie zal het al dan niet meenemen van deze eenheid geen significante impact hebben op de uiteindelijke loadflow-resultaten.

11.2 Scenario's en planningssituaties voor de netberekeningen van regio Oost

Op basis van analyse van de DC-loadflow-berekeningen zijn voor regio Oost voor het 'Business as Usual'-scenario drie kritische uren geselecteerd, die karakteristiek zijn voor de totale zichtperiode. Deze uren hebben overeenkomsten met de gehanteerde planningssituaties uit het KCD 2011 voor het 150kV-net. Tabel 11.3 geeft voor de drie voor het KCD 2013 geselecteerde planningssituaties de inzet van productie en de belasting weer.

11.3 Geconstateerde knelpunten op verbindingen van regio Oost

Alle verbindingen zijn getoetst aan het a- en b-criterium. De resultaten van de loadflow-berekeningen op basis van de geselecteerde uren laten knelpunten zien op diverse verbindingen (zie tabel 11.4). Voor het deelnet Gelderland zijn geen knelpunten gesignaleerd op de 150kV-verbindingen.

De a-criterium knelpunten in het deelnet Randmeren komen naar voren in de situatie dat vermogen vanuit Noord-Nederland via de 380/150kV-transformatoren bij Lelystad vanaf Lelystad richting Utrecht wordt getransporteerd.

De a-criterium knelpunten in deelnet Utrecht komen naar voren in de situatie dat veel vermogen van conventionele eenheden en windturbines in Flevoland vanaf Lelystad en Zeewolde richting Utrecht wordt getransporteerd.

De b-criterium knelpunten komen naar voren bij onderhoud aan:

- Een Lelystad-Zeewolde circuit en uitval van de verbinding Harderwijk-Zeewolde (en vice versa), waardoor geheel Utrecht en een gedeelte van Randmeren enkel via de verbinding Dodewaard-Veenendaal aan het 150kV-station Dodewaard zijn gekoppeld;
- De verbinding Dodewaard-Veenendaal Wageningselaan en uitval van de verbinding Dodewaard-'t Goeie Spoor (en vice versa), waardoor het 150kV-net van Utrecht uitsluitend met het 150kV-net Randmeren is gekoppeld;
- Een circuit van de verbinding Zeewolde-Almere en uitval van het andere circuit van deze verbinding.

De oorzaak van de eerste twee b-criteriumknelpunten is gelegen in het feit dat het saldo van de belasting in Utrecht en een gedeelte van Randmeren en het beschikbare productievermogen in Utrecht hoger is dan de transportcapaciteit van de resterende voedende 150kV-circuits. Bij het derde b-criteriumknelpunt is het saldo van de belasting achter Almere hoger dan het transportvermogen van het laatst in bedrijf zijnde circuit.

Tabel 11.3

Overzicht van productie-inzet en belasting (in % van maximum) in de planningssituaties			
	Planningssituatie 1	Planningssituatie 2	Planningssituatie 3
Belasting	96	87	54
WKK Glas	93	82	41
WKK Industrie	98	93	74
WKK Overig	82	82	82
Wind (on-shore)	2	85	92
Lelystad Flevo 5 en 32	79	56	56
Nijmegen G13	0	0	0
Lage Weide; LW6, MK11 en MK12	48	13	48

Tabel 11.4

Resultaten voor de knelpunten op de verbindingen in regio Oost			
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium		
	2017	2020	2023
Randmeren			
Bunschoten-Zeewolde	b	b	b
Harderwijk-Zeewolde		b	b
Zeewolde-Almere	b	b	b
Zeewolde-Zuiderveld2	b	a&b	a&b
Lelystad-Zuiderveld-Harderwijk	b	b	b
Lelystad-Zuiderveld-Zeewolde	b	a&b	a&b
Lelystad-Kubbetocht	b	b	b
Kubbetocht-Harderwijk	b	b	b
Harderwijk-Zuiderveld1	b	b	b
Utrecht			
Utrecht Lage Weide-Oudenrijn	b	b	b
Utrecht Lage Weide Soest	a&b	a&b	a&b
Nieuwegein-Oudenrijn	b	b	b
Nieuwegein-Driebergen	b	b	b
Driebergen-Veenendaal 't Goeie Spoor	b	b	b
Veenendaal GS-Veenendaal Wageningsewaan			b
Soest-Bunschoten	b	b	b
Dodewaard-Veenendaal Wageningsewaan	b	b	b
Dodewaard-Veenendaal 't Goeie Spoor	b	b	b

11.4 Geconstateerde knelpunten op stations van regio Oost

In tabel 11.5 zijn de knelpunten voor de verschillende toetsingen samengevat.

11.4.1 Knelpunten bij toetsing aan het a, b, c- criterium

Voor de 380/150kV-aankoppeling op de stations Lelystad en Dodewaard worden knelpunten vastgesteld bij toetsing aan het a-, b- en c-criterium. In het geval van een hoge belasting en lage productie-inzet van zowel decentrale als centrale productie in het Randmerengebied en de provincie Utrecht moet energie via het 380kV-net naar regio Oost worden getransporteerd. Dit leidt tot overbelastingen op de 380/150kV-transformatoren op de stations Lelystad en Dodewaard.

Tabel 11.5

Resultaten voor de knelpunten op de stations in regio Oost			
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium		
	2017	2020	2023
Randmeren			
Markerkant	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
Lelystad	r	r	r
Gelderland			
Zaltbommel	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
Zevenaar	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
Dodewaard	l _k	l _k	l _k
Doetinchem	l _k	l _k	l _k
Eerbeek	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
Uft	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
Utrecht			
Oudenrijn	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
Koppeltransformatoren			
Dodewaard	b&c	b&c	b&c
Lelystad	b&c	a&b&c	a&b&c

11.4.2 Knelpunten bij toetsing aan de 100 MW/6h grens

Oudenrijn

De maximale belasting in Oudenrijn overschrijdt de grens van 100 MW. Dit station is een aftakstation tussen Utrecht Lage Weide en Nieuwegein.

Markerkant

De gezamenlijke maximale belasting van Almere De Vaart en Pampus achter station Markerkant overschrijdt de grens van 100 MW. Station Markerkant staat in normaal bedrijf achter één 150kV-circuit van de verbinding Almere-Markerkant.

Zaltbommel

Zaltbommel krijgt volgens de prognose in de zichtperiode een maximale belasting hoger dan 100 MW. Dit station is verbonden met het 150kV-station Tiel door middel van twee 150kV-circuits.

Zevenaar

De geprognoseerde belasting van het station Zevenaar komt in de zichtperiode boven de 100 MW. Dit station is een inlusstation tussen Langerak en Nijmegen.

Eerbeek en Ulft

De geprognoseerde belasting achter deze uitloperstations blijft binnen de 100 MW. Deze stations hebben echter een gesloten installatie. Onderhoud aan de velden bij gesloten installaties (GIS-installaties) kan in principe niet altijd binnen 6 uur worden uitgevoerd. Hierdoor zijn deze stations als knelpunt aangemerkt.

11.4.3 Knelpunten bij toetsing aan het railcriterium

Lelystad

Bij toetsing aan het railcriterium op het 150kV-station Lelystad zijn de twee 380/150kV-transformatoren te Lelystad en de aangesloten verbindingen als niet beschikbaar voorondersteld. De berekeningen laten overbelastingen zien op enkele 150kV-verbindingen.

11.4.4 Knelpunten bij toetsing kortsluitvastheid

Er zijn geen kortsluitvastheidsknelpunten geconstateerd in de deelnetten Utrecht en Randmeren, maar wel twee in het deelnet Gelderland.

Dodewaard

In Dodewaard vormen enkele luchtgebluste vermogensschakelaars een knelpunt vanwege de te lage kortsluitvastheid.

Doetinchem

In Doetinchem vormen enkele luchtgebluste vermogensschakelaars een knelpunt vanwege de te lage kortsluitvastheid.

11.5 Voorziene maatregelen voor de verbindingen van regio Oost

Voor de gesignaleerde knelpunten in Utrecht en Randmeren is bij toetsing aan het a- en b-criterium een nieuwe 380/150kV-aankoppeling nabij Breukelen de oplossing, in combinatie met toepassing van dynamic line rating op de 150kV-verbindingen Lelystad-Zuiderveld-Zeewolde en Lelystad-Zuiderveld-Harderwijk. Hiermee wordt een versterking gerealiseerd voor het 150kV-net in Utrecht en Randmeren en de aankoppeling met het 380kV-net. (projectnummer 000.012, IBN Q1/2017).

In de situatie dat een grote hoeveelheid vermogen in het Randmerengebied wordt opgewekt en niet lokaal wordt afgenomen, wordt vermogen getransporteerd richting Utrecht en Gelderland. De transportcapaciteit van de 150kV-verbinding Utrecht Lage Weide–Soest wordt gelimiteerd door de toegepaste kabelgedeelten in deze verbinding en vormt daardoor een knelpunt. Een oplossing is de kabelgedeelten vervangen door een kabel met een grotere transportcapaciteit, waardoor het transportvermogen van de gehele verbinding omhoog kan. Nadere studie in 2014 moet uitwijzen of dit ook daadwerkelijk kan en in welke mate het nieuwe 380/150kV-station Breukelen kan helpen bij het mitigeren van dit knelpunt. Daarnaast wordt de vorming van deelnetten in 2014 verder bestudeerd.

Voor het knelpunt op de verbinding Zeewolde-Almere is de aanleg van een derde circuit de oplossing. Totdat dit circuit gerealiseerd is, worden operationele maatregelen ingezet in de vorm van belastingverschakeling van Pampus naar 's Graveland en het plannen van onderhoud in de zomer (projectnummers 002.529 en 002.534, IBN Q1/2018).

11.6 Voorziene maatregelen voor de stations van regio Oost

11.6.1 Maatregelen als gevolg van overschrijding van het b- en c-criterium

Dodewaard en Lelystad

Overschrijding van het b- en c-criterium speelt op de stations Dodewaard en Lelystad. Voor beide stations is een nieuwe 380/150kV-aankoppeling nabij Breukelen de oplossing. Daarnaast wordt de vorming van deelnetten in 2014 verder bestudeerd.

11.6.2 Maatregelen als gevolg van overschrijding van 100 MW/6h criterium

Oudenrijn

Het 150kV-station Oudenrijn is een aftakstation. Vooralsnog kan het 100MW-knelpunt worden opgelost door het uitvoeren van onderhoud bij lage belasting. In 2014 wordt een nader onderzoek uitgevoerd naar de technische en planologische mogelijkheden om van dit station een volwaardig station te maken (projectnummer 002.528, IBN Q1/2017).

Almere De Vaart en Pampus

In de zichtperiode overschrijdt de gezamenlijke belasting van Almere De Vaart en Pampus achter Markerkant de 100MW-grens. Voor de korte termijn kan in de bedrijfsvoering gebruik gemaakt worden van de speciale transformator 'Tracom' in Almere De Vaart om beneden deze grens te blijven. Studie heeft uit-gewezen dat voor de langere termijn moet worden gedacht aan een extra 150kV-verbinding naar dit gebied. Hiervoor wordt een investeringsvoorstel uitgewerkt. In dit voorstel zal de Tracom niet meer gebruikt worden voor operationele maatregelen en blindvermogenscompensatie en kan deze transformator weer volledig voor de bedrijfsvoering van de regionaal netbeheerder worden gebruikt (projectnummer 002.529 en 002.534, IBN Q1/2018).

Zevenaar

Door het inlussen van station Zevenaar op beide circuits van de 150kV-verbinding Langerak-Nijmegen wordt een oplossing voor het 100MW-knelpunt geboden. Momenteel wordt een investeringsvoorstel opgesteld (projectnummer 002.526, IBN Q1/2016). Voor de korte termijn moet onderhoud worden uitgevoerd bij een lage belasting.

Zaltbommel

Door een derde 150kV-circuit naar Zaltbommel aan te leggen, kan een oplossing worden geboden voor het knelpunt. Momenteel worden verschillende oplossingsrichtingen in kaart gebracht (projectnummer 002.527, IBN Q4/2016). Voor de korte termijn moet onderhoud worden uitgevoerd bij een lage belasting.

Eerbeek en Uift

In 2014 zal een studie worden opgestart naar de mogelijkheden om door middel van een by-pass constructie of met inzet van noodaggregaten kan worden voldaan aan het 100MW/6h criterium

11.6.3 Maatregelen als gevolg van het niet voldoen aan het railcriterium

De komst van een nieuwe 380/150kV-aankoppeling bij Breukelen zal een deeloplossing bieden voor het geconstateerde knelpunt ten aanzien van het railcriterium in Lelystad. Nadere studie in 2014 moet uitwijzen of er additionele maatregelen voor het station Lelystad genomen moeten worden ten aanzien van het railcriterium.

11.6.4 Maatregelen als gevolg van overschrijding kortsluitvastheid

Dodewaard

Door de beperkende luchtgebluste vermogensschakelaars te vervangen, wordt het knelpunt opgelost (projectnummer 002.499, IBN Q4/2020).

Doetinchem

Op basis van een ingeschat laag risico wordt vooralsnog geen actie ondernomen om de railscheiders te vervangen.

11.7 Aankoppeling met netten lager spanningsniveau in regio Oost

De regionaal netbeheerder Stedin heeft aan TenneT aangegeven dat zij voor de aankoppeling met het 150kV-net in Utrecht geen aanpassingen voorziet.

De distributietransformatoren in de deelnetten Randmeren en Gelderland van 150 kV naar 10/20/50 kV zijn in beheer van Liander. Liander heeft onderzocht of er voldoende distributietransformatoren in het verzorgingsgebied aanwezig zijn. Op basis van deze analyse heeft Liander aan TenneT aangegeven voor de zichtperiode van dit KCD behoefte te hebben aan uitbreidingen om verschillende nieuwe 150/20kV-transformatoren te kunnen aansluiten (zie tabel 11.6).

In regio Oost worden de eerste stappen gezet voor de aanleg van een 20kV-middenspanningsnet ter vervanging van het bestaande 50kV-net. In het KCD van Liander wordt voor de oplossing van meerdere knelpunten het realiseren van een nieuw 150/20kV-station genoemd. Hoewel TenneT het strategisch beleid van Liander om het 50kV-middenspanningsnet te vervangen door een 20kV-net erkent, zal op basis van de samenwerkingsregeling altijd gestreefd worden naar de laagste maatschappelijke kosten. Dit vereist dat meerdere alternatieven op technische haalbaarheid en financiële impact beoordeeld worden.

11.8 Vergelijking met KCD 2011 voor regio Oost

Tabel 11.7 en tabel 11.8 bevatten de nieuwe knelpunten op respectievelijk de verbindingen en stations in de regio Oost ten opzichte van het KCD 2011.

Behalve dat er ten opzichte van het KCD 2011 nieuwe knelpunten gesignaleerd zijn, zijn er ook knelpunten verdwenen. Het betreft hier de knelpunten op de verbindingen tussen het deelnet Randmeren en het deelnet Gelderland. Ook in het deelnet Gelderland zijn in dit KCD geen knelpunten op de 150kV-verbindingen meer geconstateerd. Dit komt onder andere door de inzet van de tweede 380/150kV-transformator in Lelystad. Voor veel knelpunten in de deelnetten Utrecht en Randmeren en de aankoppeling met het 380kV-net is de komst van een nieuwe 380/150kV-aankoppeling bij Breukelen de oplossing.

De knelpunten op de verbindingen Veenendaal-Driebergen en Lelystad-Zuiderveld2-Zeewolde zijn in dit KCD voor de eerste keer opgenomen als gevolg van het niet voldoen aan het nieuwe railcriterium.

De komst van een nieuwe 380/150kV-aankoppeling bij Breukelen zal een deeloplossing bieden voor het geconstateerde knelpunt ten aanzien van het railcriterium in Lelystad. Nadere studie in 2014 moet uitwijzen of er additionele maatregelen voor het station Lelystad genomen moeten worden ten aanzien van het railcriterium.

Tabel 11.6

Uitbreiding aankoppeling netten met een lager spanningsniveau			
Locatie	Spanningsniveau [kV]	Maatregel	Gepland jaar van oplossen
Harselaar	20	Aansluiting voor 1 nieuwe transformator	2018
Harderwijk	20	Aansluiting voor 1 of 2 twee nieuwe transformatoren	2018
Markerkant	20	Aansluiting voor 2 nieuwe transformatoren	2018
Almere	20	Aansluiting voor 1 nieuwe transformator	2019
Doetinchem	20	Aansluiting voor 2 nieuwe transformatoren	2019
Nijmegen	20	Aansluiting voor 2 nieuwe transformatoren	2019
Zaltbommel	20	Aansluiting voor 1 nieuwe transformator	2015
Zuidbroek	20	Aansluiting voor 2 nieuwe transformatoren	2015

Tabel 11.7

Nieuwe knelpunten op verbindingen in de regio Oost geconstateerd in het KCD 2013			
Gesignaleerd knelpunt op	Oplossingsrichting	Projectnummer	IBN
Utrecht			
Veenendaal GS-Veenendaal Wageningselaan	Nieuw 380kV-station Breukelen	000.012	2017

Tabel 11.8

Nieuwe knelpunten op stations in de regio Oost geconstateerd in het KCD 2013			
Gesignaleerd knelpunt op	Oplossingsrichting	Projectnr	IBN
Randmeren			
Lelystad	Nieuw 380kV-station Breukelen	002.012	2017
Gelderland			
Eerbeek	Studiefase		
Uift	Studiefase		

12

Capaciteitsknelpunten en maatregelen 150kV-net regio Zuid

12.1
Huidige netinfrastructuur,
aanpassingen in het net
en verwachte
ontwikkelingen

12.1.1 Beschrijving 150kV- netinfrastructuur Regio Zuid

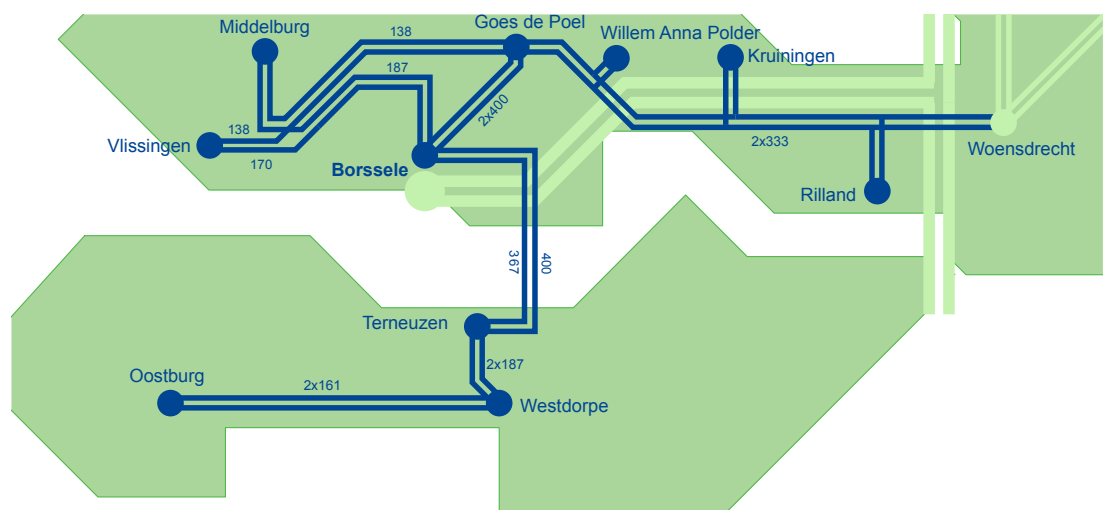
Het 150kV-net van de regio Zuid omvat de netten in Zeeland, Noord-Brabant en Limburg.

Zeeland

Het deelnet van Zeeland is via het 380/150kV-station Borssele verbonden met het landelijk net en via een 150kV-verbinding met Noord-Brabant

Figuur 12.1

Overzicht deelnet Zeeland (Capaciteit verbindingen in MVA)

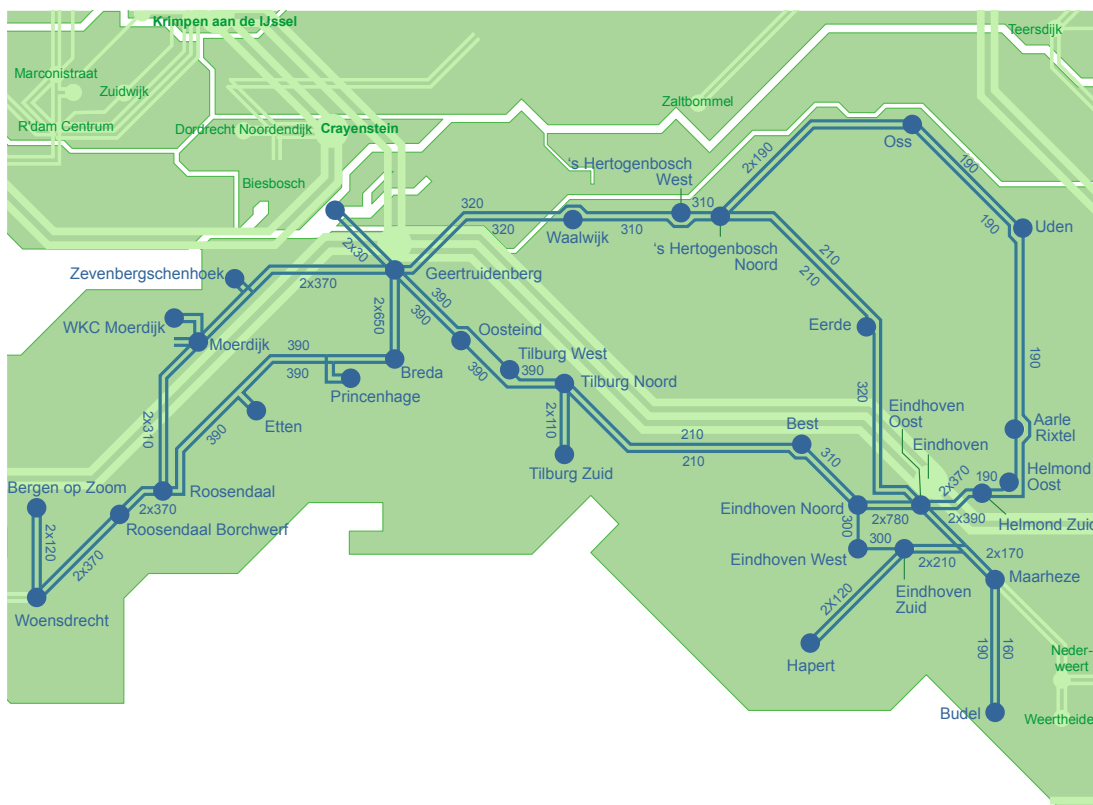


Noord-Brabant

Het 150kV-net in Noord-Brabant heeft twee koppelpunten met het 380kV-net in Geertruidenberg en Eindhoven. Via een 150kV-verbinding tussen de stations Woensdrecht en Goes de Poel is het gekoppeld aan het 150kV-net van Zeeland en via een 150kV-verbinding tussen de stations Maarheeze en Nederweert gekoppeld aan het 150kV-net van Limburg. De verbinding tussen Maarheeze en Nederweert staat normaal open, maar kan beperkt worden ingezet bij onderhoud en het oplossen van storingen.

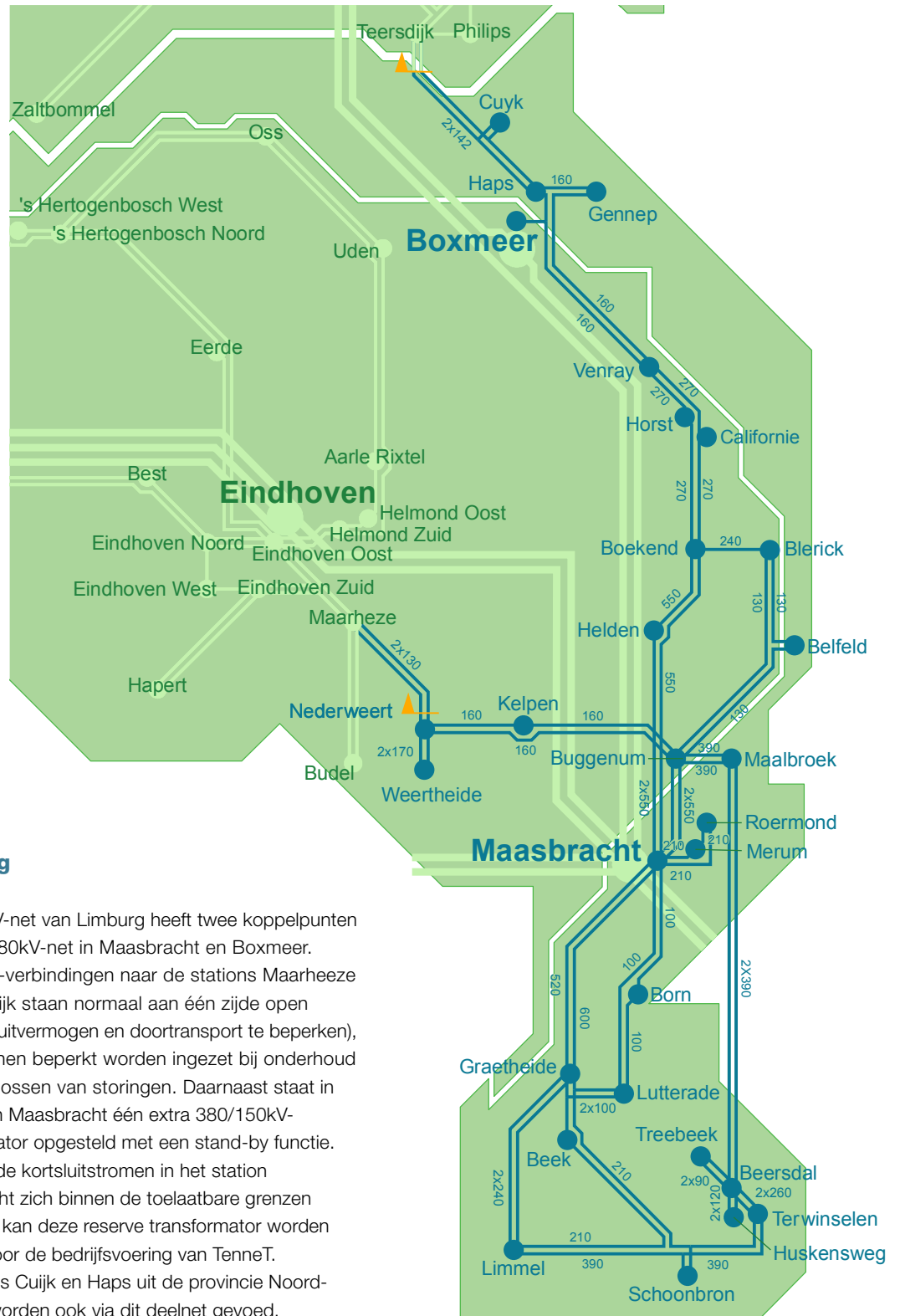
Figuur 12.2

Overzicht deelnet Noord-Brabant (Capaciteit verbindingen in MVA)



Figuur 12.3

Overzicht deelnet Limburg (Capaciteit verbindingen in MVA)



Limburg

Het 150kV-net van Limburg heeft twee koppelpunten met het 380kV-net in Maasbracht en Boxmeer. De 150kV-verbindingen naar de stations Maarheze en Teersdijk staan normaal aan één zijde open (om kortsluitvermogen en doortransport te beperken), maar kunnen beperkt worden ingezet bij onderhoud en het oplossen van storingen. Daarnaast staat in het station Maasbracht één extra 380/150kV-transformator opgesteld met een stand-by functie. Wanneer de kortsluitstromen in het station Maasbracht zich binnen de toelaatbare grenzen bevinden, kan deze reserve transformator worden ingezet door de bedrijfsvoering van TenneT. De stations Cuijk en Haps uit de provincie Noord-Brabant worden ook via dit deelnet gevoed.

12.1.2 Netaanpassingen in 2011 en 2012

Sinds de publicatie van het KCD 2011 hebben in regio Zuid geen netaanpassingen plaats gevonden.

12.1.3 Status aanpak reeds vastgestelde knelpunten voor Regio Zuid

Zeeland

In het Kwaliteits- en Capaciteitsdocument 2011 is een aantal knelpunten gesignaleerd in het 150kV-net van Zeeland. In tabel 12.1 en tabel 12.2 worden de gesignaleerde knelpunten en hun huidige status voor het deernet van deze provincie kort toegelicht.

De knelpunten zijn vastgesteld bij uitval tijdens onderhoud van de 380kV-verbinding Borssele - Zandvliet - Geertruidenberg. Het vermogenoverschot in Zeeland moet via de 150kV-verbindingen afgevoerd worden naar Noord-Brabant. De transportcapaciteit van deze verbindingen is niet toereikend om dit transport te kunnen faciliteren.

Noord-Brabant

In het KCD 2011 is een aantal knelpunten gesignaleerd in het 150kV-net in Noord-Brabant. In tabel 12.3 worden deze knelpunten en hun huidige status voor het deernet in deze provincie kort toegelicht.

De realisatie van de 380kV-verbinding Borssele-Tilburg en het 380kV-station Tilburg (Zuid-West 380 kV) speelt een belangrijke rol in het oplossen van een aantal knelpunten in de regio Noord-Brabant. Dit project bevindt zich momenteel in de basisontwerpfase.

Als tijdelijke maatregel geldt voor de b-criterium-knelpunten dat onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd moeten worden bij lage productie in Zeeland. De a-criterium knelpunten kunnen tijdelijk worden opgelost met redispatch van vermogen.

De transportcapaciteit van de 150kV-verbinding Tilburg Noord-Best-Eindhoven Noord wordt verhoogd met een lijnverzwaring. Het project bevindt zich in de basisontwerpfase. Op dit moment wordt onderzoek gedaan naar de technische uitwerking van de vergroting van de transportcapaciteit van de bestaande lijn.

Tabel 12.1

Status op 1 september 2013 van 150kV-knelpunten op de verbindingen in de regio Zeeland						
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status	Projectnr	IBN
Borssele - Goes de Poel - Woensdrecht		Capaciteitsuitbreiding	2016	Ontwerpfase	000.145	2017
Goes de Poel - Middelburg		Capaciteitsuitbreiding	2016	Ontwerpfase	000.145	2017
Goes de Poel - Vlissingen		Capaciteitsuitbreiding	2016	Ontwerpfase	000.145	2017

Tabel 12.2

Status op 1 september 2013 van 150kV-knelpunten op de stations in deernet Zeeland						
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status	Projectnr	IBN
Borssele 380/150 kV	a&b	3e koppeltransformator in Borssele		Realisatie	000.145	2017

Studie naar het oplossen van het knelpunt Tilburg Zuid (100 MW-criterium) met de aanleg van een derde circuit is inmiddels opgestart en bevindt zich in de afrondende fase.

Tabel 12.3

Status op 1 september 2013 van 150kV-knelpunten op de verbindingen in de deelnet Noord-Brabant						
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status	Projectnummer	IBN
Woensdrecht-Bergen op Zoom	a&b	Capaciteitsuitbreiding	2016	Studie wordt in 2014 opgestart	-	2018
Geertruidenberg-Oosteind-Tilburg West-Tilburg Noord	a&b	Capaciteitsuitbreiding in combinatie met wijziging netconfiguratie. Tot die tijd operationele maatregelen.	2016	Studie wordt in 2014 opgestart	-	-
Woensdrecht-Roosendaal	b	Capaciteitsuitbreiding in combinatie met wijziging netconfiguratie. Tot die tijd operationele maatregelen.	2016	Ontwerpfase	000.145	2017
Moerdijk-Geertruidenberg	a&b	Capaciteitsuitbreiding in combinatie met wijziging netconfiguratie. Tot die tijd operationele maatregelen.	2016	Ontwerpfase	000.145	2017
Roosendaal-Breda	b	Capaciteitsuitbreiding in combinatie met wijziging netconfiguratie. Tot die tijd operationele maatregelen.	2016	Ontwerpfase	000.145	2017
Tilburg Noord-Best-Eindhoven Noord	a&b	Capaciteitsuitbreiding. Tot die tijd operationele maatregelen.	2016	Ontwerpfase	002.032	2016
Geertruidenberg-Waalwijk-'s Hertogenbosch West-'s Hertogenbosch Noord	a&b	Capaciteitsuitbreiding	2013	Realisatie	002.321	2014
Roosendaal-Moerdijk	b	Operationele maatregelen	-	Ongewijzigd	-	-

Tabel 12.4

Status op 1 september 2013 van 150kV-knelpunten op de stations in de deelnet Noord-Brabant						
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status	Projectnummer	IBN
Bergen op Zoom	100MW/6h	Capaciteitsuitbreiding	-	Studiefase	-	2018
Tilburg Zuid	100MW/6h	Capaciteitsuitbreiding	-	Studiefase	002.033	2017
Eerde	100MW/6h	Operationele maatregelen / Realisatie 150kV-station Boxtel	2012	Realisatie	002.026	2014
Maarheeze	100MW/6h	Operationele maatregelen	-	Studiefase	-	-
's Hertogenbosch Noord/Oss	100MW/6h	Operationele maatregelen	-	Ongewijzigd	-	-

Limburg

In het KCD 2011 is een aantal knelpunt gesignaleerd in het 150kV-net van Limburg. In tabel 12.5 en tabel 12.6 zijn de gesignaleerde knelpunten en de huidige status voor het deelnet in deze provincie kort toegelicht.

Tabel 12.5

Status op 1 september 2013 van 150kV-knelpunten op de verbindingen in de deelnet Limburg						
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status	Project-nummer	IBN
Buggenum-Belfeld-Blerick	b	Operationele maatregelen	-	Ongewijzigd	-	-

Tabel 12.6

Status op 1 september 2013 van 150kV-knelpunten op de stations in de deelnet Limburg						
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status	Project-nummer	IBN
Born/Lutterade	100MW/6h	Operationele maatregelen	-	Ongewijzigd	-	-
Kelpen/Nederweert/Weertheide	100MW/6h	Operationele maatregelen	-	Ongewijzigd	-	-
Haps/Gennep	100MW/6h	Operationele maatregelen	-	Ongewijzigd	-	-

12.1.4 Voorziene uitbreidingen voor Regio Zuid

Het netmodel voor regio Zuid is gebaseerd op de netsituatie per 1 januari 2013. Voor de drie steekjaren van dit KCD is het model aangevuld met de netdelen die zich in de realisatiefase bevinden. Voor de zichtperiode van dit KCD wordt voor de drie deelnetten van regio Zuid uitgegaan van de realisatie van onderstaande netverzwaringen.

Zeeland

Wijzigingen tot en met het steekjaar 2017

- Plaatsing derde 380/150kV-transformator met een vermogen van 500 MVA te Borssele;
- Ombouw station Rilland naar een volwaardig station.

Wijzigingen na 2017 tot en met het steekjaar 2020

- Realisatie van een dubbelcircuit 380kV-verbinding Borssele-Tilburg met een transportvermogen van 2 x 2635 MVA.

Wijzigingen na 2020 tot en met het steekjaar 2023

- Voor deze periode worden geen wijzigingen voorzien.

Noord-Brabant

Wijzigingen tot en met het steekjaar 2017

- Realisatie van het 150kV-station Dinteloord. Dit station wordt met twee 150kV-circuits aangesloten op het 150kV-station Roosendaal. Hierdoor ontstaat de 150kV-verbinding Roosendaal-Dinteloord van 2x300MVA (projectnummer 002.408, IBN 2013).
- Realisatie van het 150kV-station Boxtel. Dit station wordt met een dubbele aftak bij Oirschot aangesloten op de 150kV-verbinding Tilburg Noord-Best-Eindhoven Noord. Hierdoor ontstaat de 150kV-aftakverbinding Oirschot-Boxtel van 2x300 MVA (projectnummer 002.026, IBN 2014).
- Gedeeltelijke verhoging van de transportcapaciteit van de 150kV-verbinding Geertruidenberg-Waalwijk-'s Hertogenbosch West-'s Hertogenbosch Noord naar respectievelijk 360 MVA en 390 MVA. Het deel van de verbinding tussen 's Hertogenbosch West en 's Hertogenbosch Noord wordt verhoogd naar 500 MVA (projectnummer 002.321, IBN 2014).

Wijzigingen na 2017 tot en met het steekjaar 2020

- In het kader van het project Zuid-West 380 kV zijn de volgende wijzigingen geïmplementeerd (projectnummer 000.145, IBN 2017).
- Realisatie van een 380kV-station Tilburg met twee 380/150kV-transformatoren met een transportcapaciteit van 500MVA en een 2 x 500 MVA-verbinding met het 150kV-station Tilburg-Noord;
 - Realisatie van een dubbelcircuit 380kV-verbinding Borssele-Tilburg met een transportvermogen van 2 x 2635 MVA;
 - Netopening in het 150kV-net tussen de 150kV-stations Woensdrecht en Rilland;
 - Aansluiting van de 150kV-stations Oosteind en Tilburg West op beide 150kV-circuits tussen Geertruidenberg en Tilburg Noord.

Wijzigingen na 2020 tot en met het steekjaar 2023

- Voor deze periode worden geen wijzigingen voorzien.

Limburg

Voor het deelnet Limburg zijn voor de gehele zichtperiode van dit KCD geen netverzwaringen voorzien.

12.1.5 Te verwachten ontwikkelingen in Regio Zuid

Zeeland

Figuur 12.4 geeft de voorziene ontwikkeling van belasting en productie voor Zeeland voor de zichtperiode 2014-2023 weer.

Door het faillissement van twee elektriciteits-intensieve industrieën is de belasting van het netdeel Zeeland ten opzichte van 2011 met circa 500 MW gedaald. De resterende industrie, met een belasting in de range van 30 tot 100 MW, voorzien geheel of gedeeltelijk in hun verbruik door eigen WKK-opwekking.

De belasting, zoals voorzien door regionaal netbeheerder DELTA Netwerkbedrijf (DNWB), nemen toe met percentages van nihil tot maximaal 2,5%. De belastingvraag ontwikkelt zich hierdoor van 619 MW in 2014 naar 713 MW in 2023.

Van het bestaande conventionele productiepark zal volgens het SER Energieakkoord de kolencentrale Borssele¹² sluiten. Aangezien er nog geen volledige duidelijkheid over de implementatie van de maatregelen uit het Energieakkoord is en de centrale ook nog een optie heeft om van kolen over te schakelen op biomassa, is er in de scenario's rekening gehouden met het volledig in bedrijf zijn van Borssele¹². Voor het windvermogen wordt, mede gelet op afspraken met het Interprovinciaal Overleg (IPO), een uitbreiding van 200 MW tot 250 MW in de periode tot en met 2020 voorzien. Eén park zal gerealiseerd worden op het grondgebied van Zeeland en dus meedoen voor de IPO-verplichtingen, maar niet aangesloten worden op het Zeeuwse net (hoogstwaarschijnlijk aangesloten worden in Middelharnis op het Zuid-Hollandse 150kV-net). Voor specifiek Zeeland wordt uitgegaan van een toename met 150 MW, waarvan 75 MW in 2017 en 75 MW in 2020.

Noord-Brabant

Figuur 12.5 geeft de voorziene ontwikkeling van de belasting en de productie voor het deelnet Noord-Brabant voor de zichtperiode 2014-2023 weer.

De toename van de belasting in het deelnet van Noord-Brabant komt door een stijging van de belasting in de onderliggende middenspanningsnetten, zoals opgegeven door de aangesloten regionale netbeheerder Enexis. Daarnaast heeft een grootverbruiker uitbreidingsplannen die zorgen voor een additionele toename in de belasting met circa 50 MW. De totale belastingvraag in het deelnet Noord-Brabant ontwikkelt zich van 3.066 MW in 2014 naar 3.385 MW in 2023.

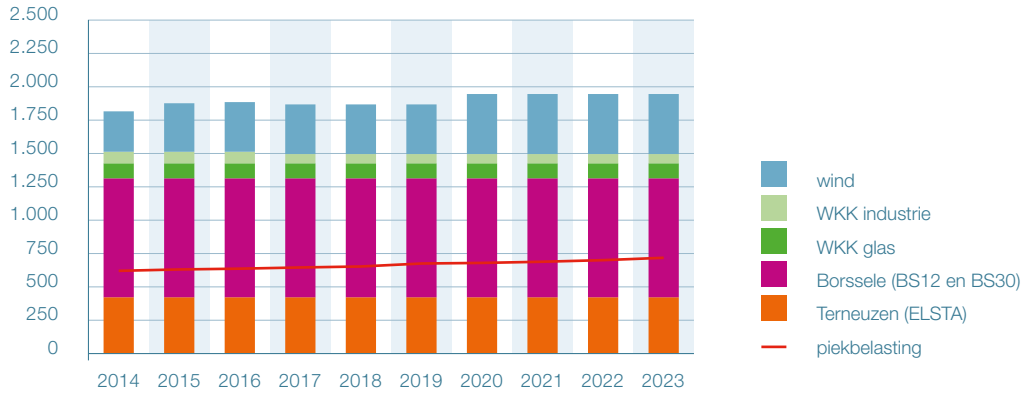
Volgens opgave van de regionaal netbeheerder stijgt het huidig opgestelde windvermogen van 198 MW naar 496 MW in 2023. De groei in windvermogen voldoet aan de taakstelling van de Rijksoverheid, zoals beschreven in de Structuurvisie Wind op Land (470 MW). De windparken zijn voornamelijk in het westen van Noord-Brabant opgesteld. Verspreid over Noord-Brabant staat een aanzienlijke hoeveelheid decentraal warmtekrachtvermogen bij tuinders en industrie opgesteld.

Grote conventionele productie-eenheden in het 150kV-net van Noord-Brabant zijn gevestigd op de locaties Geertruidenberg (A-91) en Moerdijk (MD1 en MD2) met een opgesteld vermogen van respectievelijk 650 MW en 800 MW. De Dongecentrale, aangesloten op station Geertruidenberg, levert geen energie meer aan het net en wordt geamoveerd.

Figuur 12.4

Ontwikkeling van de productie en maximale belasting (in MW) in Zeeland

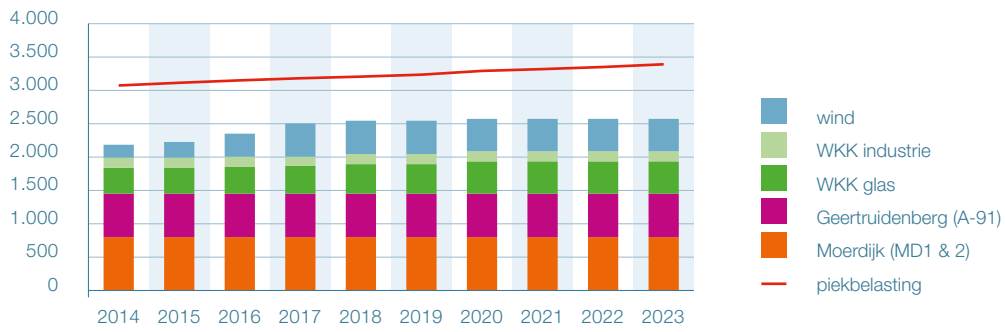
Totaal geïnstalleerd vermogen en piekbelasting (MW)



Figuur 12.5

Ontwikkeling van de productie en maximale belasting (in MW) in Brabant

Totaal geïnstalleerd vermogen en piekbelasting (MW)



Limburg

Figuur 12.6 geeft de voorziene ontwikkeling van de belasting en de productie voor het deelnet Limburg voor de zichtperiode 2014-2023 weer.

De toename in de belasting komt geheel voor rekening van een lichte stijging van de belasting van de onderliggende middenspanningsnetten, zoals opgegeven door de aangesloten regionaal netbeheerder. De belastingvraag ontwikkelt zich hierdoor van 1.685 MW in 2014 naar 1.820 MW in 2023.

Volgens opgave van de regionaal netbeheerder stijgt het huidige opgestelde windvermogen van 15 MW naar 24 MW in 2016. Rekening houdend met de Structuurvisie Wind op Land voor 2020 de omvang van het windvermogen naar de taakstelling voor de provincie Limburg van 60 MW gebracht.

In Limburg zijn twee eenheden aangesloten op het 150kV-net, namelijk:

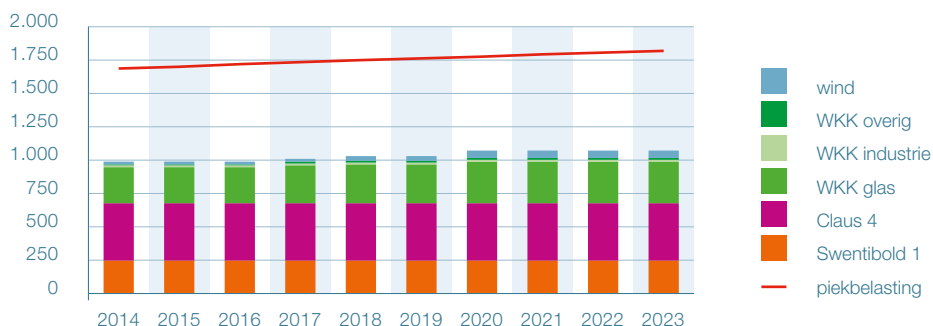
- De Clauscentrale-C4 (435 MW) is als stoomturbine gecombineerd met drie gasturbines (totaal 1.309 MW) die niet op het 150kV-net maar op het 380kV-net in Maasbracht zijn aangesloten;
- De Swentibold-1 (245 MW) bestaande uit een gas- en stoomturbine en aangesloten op het 150kV-net in Kerensheide.

Over de eenheid Maascentrale-7 in Buggenum is door de eigenaar gemeld dat deze in 2013 is stilgelegd en op termijn zal worden geamoveerd. Een aangeslotene heeft het voornemen kenbaar gemaakt om in 2018 een nieuwe STEG-eenheid in Geleen te realiseren met een elektrisch vermogen van 160 MW. Het in bedrijf stellen van de eenheid veroorzaakte in de berekeningen geen (extra) kritische situaties in het Limburgse net.

Figuur 12.6

Ontwikkeling van de productie en maximale belasting (in MW) in Limburg

Totaal geïnstalleerd vermogen en piekbelasting (MW)



12.2 Scenario's en planningssituaties voor de netberekeningen van Regio Zuid

12.2.1 Zeeland

Aangezien de vermogenstransporten door het 150 kV-net een sterke afhankelijkheid kennen met de uitwisselingen via Zandvliet met België, de productie-eenheden in Borssele en de hoeveelheid productie in het westen van Noord-Brabant, is er in afwijking van de overige deelnetten gekozen voor één belasting- en productiescenario. Hiervoor is specifiek één regionale planningssituatie ontwikkeld (zie tabel 12.7).

Tabel 12.7

Overzicht van productie-inzet en belasting (in % van maximum) van de planningssituaties	
	Planningssituatie 1
Belasting	79
WKK Glas	60
WKK Industrie	56
WKK Overig	0
Wind (on-shore)	82
Borssele (BS12 en BS30)	100
Terneuzen (ELSTA)	94

Tabel 12.8

Overzicht van productie-inzet en belasting (in % van maximum) van de planningssituaties			
	Planningssituatie 1	Planningssituatie 2	Planningssituatie 3
Belasting	92	91	100
WKK Glas	83	83	93
WKK Industrie	95	95	100
WKK Overig	79	79	79
Wind (on-shore)	86	50	58
Geertruidenberg (A-91)	100	100	100
Moerdijk (MD1 & 2)	100	100	100

12.2.2 Noord-Brabant

Voor het deelnet Noord-Brabant is identiek aan het KCD 2011 het 'Business as Usual'-scenario (BaU) aangehouden. Op basis van de analyse van de DC-loadflow-berekeningen zijn voor het deelnet Noord-Brabant drie kritische planningssituaties geselecteerd die karakteristiek zijn voor de totale zichtperiode. Deze situaties hebben overeenkomsten met de gehanteerde planningssituaties van het KCD 2011. Specifieke informatie over deze planningssituaties ten aanzien van productie en belasting zijn in tabel 12.8 gepresenteerd.

12.2.3 Limburg

Voor Limburg is identiek aan het KCD 2011 het landelijke 'Business as Usual'-scenario aangehouden. Als gevolg van de resultaten van de DC-loadflow-berekeningen is ten opzichte van het KCD 2011 voor de belasting een hogere gelijktijdigheid gehanteerd. Daarnaast is de eenheid Maascentrale-7 te Buggenum als niet meer beschikbaar verondersteld voor alle steekjaren. Op basis van analyse van de DC-loadflow-berekeningen zijn voor het Limburgse net twee kritische planningssituaties geselecteerd die karakteristiek zijn voor de totale zichtperiode. Deze planningssituaties hebben overeenkomsten met de gehanteerde planningssituaties van het KCD 2011. Tabel 12.9 presenteert specifieke informatie over deze planningssituaties ten aanzien van productie en belasting.

12.3 Geconstateerde knelpunten op verbindingen van Regio Zuid

Verbindingen worden getoetst aan het a- en het b-criterium door middel van loadflow-berekeningen op basis van de planningssituaties (uren) uit paragraaf 12.2.

12.3.1 Zeeland

In tabel 12.10 zijn voor de onderzochte steekjaren de geïdentificeerde knelpunten op verbindingen in Zeeland weergegeven.

Algemeen is te stellen dat, met uitzondering van de knelpunten Borssele–Terneuzen en Terneuzen–Westdorpe, de a-criterium knelpunten het gevolg zijn van het grote vermogenoverschot in Zeeland. De b-criterium knelpunten kennen een zelfde oorzaak, echter in verhevigde mate en op een aantal extra verbindingen.

Bij werkzaamheden aan één van de circuits tussen Borssele en Terneuzen en uitval van het nevencircuit, treedt een onderbreking van de vermogensstromen naar het voorzieningsgebied Zeeuws Vlaanderen op.

Bij werkzaamheden aan één van de circuits tussen Terneuzen en Westdorpe en uitval van het neven-circuit, treedt een onderbreking op van meer dan 100 MW.

Tabel 12.9

Overzicht van productie-inzet en belasting (in % van maximum) van de planningssituaties		
	Planningssituatie 1	Planningssituatie 2
Belasting	98	100
WKK Glas	98	100
WKK Industrie	98	100
WKK Overig	79	79
Wind (on-shore)	33	59
Claus C4	0	0
Swentibold	64	64

Tabel 12.10

Resultaten voor de knelpunten op de verbindingen in het deelnet Zeeland			
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium		
	2017	2020	2023
Goes de Poel-Woensdrecht	a&b		
Borsssele-Goes de Poel	a&b		
Goes de Poel - Vlissingen	b		
Borsssele-Vlissingen	b		
Borsssele-Middelburg	b		
Goes de Poel-Middelburg	b		
Borsssele-Terneuzen		b	b
Terneuzen-Westdorpe		b	b

12.3.2 Noord-Brabant

In tabel 12.11 zijn voor de onderzochte steekjaren de geïdentificeerde knelpunten op verbindingen in Noord-Brabant weergegeven.

In het westen van Noord-Brabant zijn grote conventionele productie-eenheden aangesloten op het 150kV-net. Doordat in het oosten van Noord-Brabant vrijwel geen (grootschalige) productie aanwezig is, zijn de vermogenstransporten in het 150kV-net van Noord-Brabant van west naar oost. Productieoverschotten uit het westen worden over de bestaande 150kV-verbindingen naar het oosten getransporteerd. Het merendeel van de knelpunten op de 150kV-verbindingen in het deelnet Noord-Brabant zijn het gevolg van deze vermogenstransporten.

Woensdrecht - Roosendaal

Het knelpunt wordt veroorzaakt door hoge export vanuit Zeeland, in combinatie met hoge productie in Noord-Brabant. Hierdoor ontstaat bij onderhoud aan een 380kV-circuit van de verbinding Borssele–Geertruidenberg en uitval van het nevecircuit een knelpunt op de verbinding Woensdrecht–Roosendaal.

Roosendaal - Moerdijk en Moerdijk - Geertruidenberg

De knelpunten op de verbindingen Roosendaal–Moerdijk en Moerdijk–Geertruidenberg worden veroorzaakt door productieoverschotten in het westen van Noord-Brabant dat aangesloten is op 150kV-station Moerdijk. Hierdoor ontstaat op de verbinding Roosendaal–Moerdijk een geringe overbelasting bij onderhoud aan een circuit Moerdijk–Geertruidenberg en uitval van het nevecircuit. Het knelpunt op de verbinding Moerdijk–Geertruidenberg is een knelpunt voor zowel het a- als het b-criterium. Bij uitval van het nevecircuit in combinatie met hoge productie in Moerdijk ontstaat een overbelasting.

Roosendaal - Breda

Bij onderhoud aan een circuit Moerdijk–Geertruidenberg en uitval van het nevecircuit ontstaat een knelpunt. Dit als gevolg van een overschot aan productievermogen in het westen van Noord-Brabant en de import van productieoverschotten uit Zeeland.

Roosendaal – Breda en Etten - Breda

Bij onderhoud aan een circuit van de verbinding Moerdijk – Geertruidenberg en uitval van een nevecircuit ontstaat een knelpunt. Dit als gevolg van een overschot aan productievermogen in het westen van Noord-Brabant en de import van productieoverschotten uit Zeeland.

Geertruidenberg - Waalwijk en Geertruidenberg - 's Hertogenbosch West

Bij onderhoud aan een circuit van de verbinding Geertruidenberg - Waalwijk en Geertruidenberg - 's Hertogenbosch West en uitval van het nevecircuit kan in 2017 een zeer geringe overbelasting ontstaan. Dit als gevolg van een overschot aan productievermogen in het westen van Noord-Brabant en de import van productieoverschotten uit Zeeland.

Geertruidenberg - Oosteind - Tilburg West - Tilburg Noord en Tilburg Noord - Best - Eindhoven Noord

Door de vermogenstransporten vanuit het westen naar het oosten van Noord-Brabant ontstaat op beide verbindingen voor zowel het a- als het b-criterium een knelpunt. Bij uitval van het nevecircuit raken de circuits overbelast.

Eindhoven Oost - Eindhoven Zuid - Heeze en Maarheeze - Budel

De uitbreidingsplannen van een grootverbruiker aangesloten op 150kV-station Budel leiden tot een toename van de belasting van Budel met circa 40 MW. Dit leidt tot een a- en b-criterium knelpunt op de verbindingen Eindhoven Oost–Eindhoven Zuid–Heeze en Maarheeze–Budel.

12.3.3 Limburg

In tabel 12.12 zijn voor de onderzochte steekjaren de geïdentificeerde knelpunten op verbindingen in Limburg weergegeven.

De a-criterium knelpunten komen naar voren doordat er een hogere belasting en een lagere inzet van de conventionele productie-eenheden in het 150kV-net van Limburg is voorondersteld.

De b-criterium knelpunten komen naar voren bij onderhoud aan:

Boekend-Blerick

Een circuit van de verbinding Maasbracht–Buggenum en uitval van het nevecircuit. Hierdoor worden de stations Blerick, Belfeld, Buggenum, Maalbroek en richting Terwinselen via het enkelcircuit Boekend–Blerick gevoed.

Lutterade - Born - Maasbracht

Een circuit van de verbinding Lutterade–Maasbracht of Born–Maasbracht en uitval van de eenheid Swentibold-1, waardoor de stations Born en Lutterade uitsluitend met het station Maasbracht gekoppeld zijn via het nevcircuit.

Haps-Boxmeer - Venray

Een 380/150kV-transformator te Maasbracht en uitval van een tweede 380/150kV-transformator in Maasbracht (en vice versa), waardoor het deelnet Limburg uitsluitend gekoppeld is aan één 380/150kV-transformator in Maasbracht en één 380/150kV-transformator in Boxmeer. Normaliter zal bij onderhoud aan één transformator in Maasbracht

de reservetransformator in bedrijf worden genomen. Hierdoor is het deelnet Limburg gekoppeld middels twee 380/150kV-transformatoren in Maasbracht en één 380/150kV-transformator in Boxmeer. Hierdoor ontstaat het knelpunt aan het b-criterium op de verbinding Haps–Boxmeer–Venray.

Venray - Gennepe

De verbinding Haps–Boxmeer–Venray en uitval van één 380/150kV-transformator in Maasbracht (en vice versa), waardoor voeding van de stations Cuijk, Gennepe en Haps geschiedt via het circuit Venray–Gennepe. Hierdoor ontstaat het knelpunt aan het b-criterium op de verbinding Venray–Gennepe.

Tabel 12.11

Resultaten voor de knelpunten op de verbindingen in het deelnet Noord-Brabant			
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium		
	2017	2020	2023
Woensdrecht-Roosendaal	b	b	b
Roosendaal-Moerdijk	b	b	b
Moerdijk-Geertruidenberg	a&b	a&b	a&b
Roosendaal-Breda	b		
Etten-Breda	b		
Geertruidenberg-Waalwijk	b		
Geertruidenberg-'s Hertogenbosch West	b		
Geertruidenberg-Oosteind-Tilburg West-Tilburg Noord	a&b	a&b	a&b
Tilburg Noord-Best-Eindhoven Noord	a&b	a&b	a&b
Eindhoven Oost-Eindhoven Zuid-Maarheeze	a&b	a&b	a&b
Maarheeze-Budel	a&b	a&b	a&b

Tabel 12.12

Resultaten voor de knelpunten op de verbindingen in deelnet Limburg			
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium		
	2017	2020	2023
Boekend-Blerick	b	b	b
Born-Maasbracht	a&b	a&b	a&b
Haps-Boxmeer-Venray	a&b	a&b	a&b
Lutterade-Maasbracht	a&b	a&b	a&b
Venray-Gennepe	b	b	a&b

12.4

Geconstateerde knelpunten op stations van Regio Zuid

Stations worden getoetst aan het a-, b- en c-criterium, de overschrijding van de 100 MW/6h-grens, het railcriterium en de kortsluitvastheid.

12.4.1 Zeeland

In tabel 12.13 zijn de voor Zeeland geïdentificeerde knelpunten voor de verschillende toetsingen samengevat.

Knelpunten bij toetsing aan het c-criterium

De toetsing van het c-criterium is berekend bij onderhoud aan de verbinding Borssele–Zandvliet en uitval van de verbinding Borssele–Geertruidenberg. Dit is voor 2017 de worst case situatie.

In deze situatie is er sprake van een zeer groot vermogenstransport over de 150kV-verbinding naar Noord-Brabant. Afhankelijk van de hoeveelheid elektriciteitsproductie in Zeeland zal dan mogelijk uitval van het gehele gebied optreden door instabiliteit dan wel uitschakeling van de verbinding met Brabant. Voor 2020 en 2023 is de worst case situatie uitval van twee 380/150kV-koppeltransformatoren te Borssele.

Bij toetsing van de koppeling van het deelnet Zeeland met het 380kV-net aan het c-criterium is er in alle steekjaren een knelpunt in station Borssele. In 2017 treedt de worst case situatie op bij uitval van de twee 380kV-circuits naar Geertruidenberg en Zandvliet. In 2020 en 2023, als het programma Zuid-West 380 kV gereed is, treedt de worst case situatie op bij uitval van twee 380/150kV-koppeltransformatoren in Borssele.

Knelpunten bij toetsing aan de 100 MW/6h grens

In Zeeland wordt bij een drietal stations de 100 MW of 6 uur overschreden.

Terneuzen

Station Terneuzen voedt het gehele voorzieningsgebied van Zeeuws Vlaanderen, bij uitval tijdens onderhoud van één van de verbindingen tussen Borssele en Terneuzen zal het gehele voorzieningsgebied uitvallen.

Westdorpe

De overschrijding van het station Westdorpe wordt gedeeltelijk veroorzaakt door de achterliggende belasting van station Oostburg. Bij uitval tijdens onderhoud van één van de verbindingen tussen Terneuzen en Westdorpe zullen de stations Westdorpe en Oostburg uitvallen.

Vlissingen

In het 150kV-GIS-station Vlissingen wordt mogelijk de grens van zes uur overschreden indien zich tijdens specifiek onderhoud een storing voordoet. Bij groot onderhoud aan de GIS-installatie, bijvoorbeeld bij renovatie, kan de teruggavetijd van zes uur niet gehaald worden. Vlissingen wordt door twee kabelcircuits gevoed. Bij onderhoud aan één kabelveld en een storing in de andere kabel, kan de voorziening mogelijk niet binnen zes uur worden hersteld.

Knelpunten bij toetsing aan het railcriterium

Het 150kV-station Borssele is het enige station in Zeeland dat gekoppeld is aan het 380kV-net. Voor wat betreft het belastingcriterium geldt dat de belasting groter dan 500 MW en kleiner dan 1.000 MW is, waarbij dus een teruggavetijd van maximaal twee uur geldt. Voor de gehele zichtperiode is er een knelpunt op het railcriterium voor het productiecriterium van maximaal 1.500 MW.

Knelpunten bij kortsluitvastheid

Voor het station Borssele wordt een overschrijding voorzien met de drie 380/150kV-transformatoren en de nieuwe 380kV-verbinding Borssele–Tilburg in bedrijf voor de jaren 2020 en 2023. In 2014 zal een studie uitgevoerd worden naar de daadwerkelijke kortsluitvastheid van de installaties, de beperkende component(en) en de mogelijkheden om de kortsluitvastheid op te waarderen, mocht deze te laag blijken te zijn. Op grond van de uitkomsten van de studie zullen maatregelen worden voorgesteld.

12.4.2 Noord-Brabant

In tabel 12.14 zijn de geïdentificeerde knelpunten voor de stations in Noord-Brabant voor de verschillende toetsingen samengevat.

Overbelastingen bij toetsing aan het a- en b-criterium

De toetsing aan het a- en b-criterium voor stations levert in Noord-Brabant geen knelpunten op.

Tabel 12.13

Resultaten voor de knelpunten op de stations in deelnet Zeeland			
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium		
	2017	2020	2023
Borssele	a&b&c&r	b/c&r&l _k	b/c&r&l _k
Terneuzen	100MW/6h		
Westdorpe	100MW/6h		
Vlissingen	100MW/6h		

Tabel 12.14

Resultaten voor de knelpunten op de stations in deelnet Noord-Brabant			
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium		
	2017	2020	2023
Bergen op Zoom	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
Tilburg Zuid	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
Eerde	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
Maarheeze	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
Budel	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
Geertruidenberg 150	r	r	r
Eindhoven Oost 150	r	r	r
Eindhoven 380	r	r	r

Overbelastingen bij toetsing aan het c-criterium

De toetsing aan het c-criterium voor stations levert in Noord-Brabant geen knelpunten op.

Knelpunten bij toetsing aan de 100MW/6h grens

In Noord-Brabant wordt bij een vijftal stations de 100 MW-grens overschreden.

Bergen op Zoom

Station Bergen op Zoom is als 'uitloper' gekoppeld met het 150kV-station Woensdrecht. Bij werkzaamheden aan één van de circuits tussen Woensdrecht en Bergen op Zoom en uitval van het nevecircuit, treedt een onderbreking op van meer dan 100 MW.

Tilburg Zuid

Station Tilburg Zuid is als 'uitloper' gekoppeld met 150kV-station Tilburg Noord. Bij werkzaamheden aan één van de circuits tussen Tilburg Noord en Tilburg Zuid en uitval van het nevecircuit, treedt een onderbreking op van meer dan 100 MW.

Eerde

Bij werkzaamheden aan het circuit 's Hertogenbosch Noord-Eerde en uitval van het circuit Eindhoven Oost-Eerde (of vice versa) treedt een onderbreking op van meer dan 100 MW.

Maarheeze

Bij werkzaamheden aan één van de circuits Eindhoven Oost-Eindhoven Zuid-Maarheeze en uitval van het nevecircuit treedt een onderbreking op van meer dan 100 MW.

Budel

Bij werkzaamheden aan één van de circuits Budel–Maarheeze en uitval van het nevecircuit treedt een onderbreking op van meer dan 100 MW.

Knelpunten bij toetsing aan het railcriterium

In Noord-Brabant wordt op een drietal stations het railcriterium overschreden.

Geertruidenberg

Het 150kV-station Geertruidenberg is uitgevoerd met drie railen. Bij werkzaamheden aan een rail en storing aan een tweede rail, blijft altijd minimaal één rail beschikbaar. Om te voorkomen dat de koppeling met het 380kV-station wordt onderbroken en grote overbelastingen van verbindingen optreden, is het van belang voorafgaand aan de werkzaamheden de vermogens van de 380/150kV-tranformatoren en 150kV-verbindingen gelijkmatig over de railen te verdelen. Daarnaast zullen onderhoudswerkzaamheden bij lage productie uitgevoerd moeten worden.

Eindhoven Oost

Onderhoud aan een 150kV-rail in station Eindhoven Oost en uitval van de tweede 150kV-rail resulteert in uitval van het gehele station en daarmee ook de koppeling met het 380kV-station Eindhoven. Als gevolg hiervan raken de verbindingen tussen Tilburg Noord en Eindhoven Noord en de verbindingen tussen Eindhoven Noord en Eindhoven Zuid dusdanig zwaar overbelast met als gevolg dat deze afschakelen. Meerdere 150kV-stations in Eindhoven en omgeving zullen spanningsloos raken. De totale belasting die afgeschakeld wordt bedraagt circa 700 MW. Naar verwachting zal de voorziening binnen twee uur hersteld zijn.

Eindhoven (380 kV)

Onderhoud aan een 380kV-rail in station Eindhoven en uitval van de tweede 380kV-rail resulteert in een uitval van het gehele station en daarmee ook de koppeling met 150kV-station Eindhoven Oost. Als gevolg hiervan ontstaat een overbelasting op de verbindingen tussen Tilburg Noord en Eindhoven Noord. De totale belasting die afgeschakeld wordt bedraagt circa 700 MW. Naar verwachting zal de voorziening binnen 2 uur hersteld zijn.

Kortsluitvastheidsknelpunten

Het 150kV-net in Noord-Brabant is geaard met Petersenspoelen. Deze spoelen compenseren de 1-fase kortsluitstroom, zodat deze altijd klein blijft (< 1kA). Om deze reden worden geen 1-fase kortsluitstroomknelpunten gevonden. Voordeel van dit systeem is dat een 1-fasesluiting van voorbijgaande aard niet tot uitschakeling van een circuit leidt. Wanneer in dit net uitbreiding van 150kV-verbindingen plaatsvindt, zal dit in vrijwel alle gevallen door middel van ondergrondse kabels zijn. Als gevolg van de elektrische eigenschappen van kabels moet bij het toenemen van het aantal kabels ook het aantal Petersenspoelen worden uitgebreid. In dit deelnet is inmiddels het maximum in aansluitmogelijkheden voor deze spoelen bereikt. Voorbereiding voor een gewijzigde aardingsmethode zijn inmiddels getroffen. In het 150kV-net van Noord-Brabant zijn verder ook geen 3-fase kortsluituitstroomknelpunten gevonden.

12.4.3 Limburg

In tabel 12.15 zijn de voor de stations in Limburg geïdentificeerde knelpunten voor de verschillende toetsingen samengevat.

Tabel 12.15

Resultaten voor de knelpunten op de stations in deelnet Limburg			
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium		
	2017	2020	2023
Maasbracht	a&b&c&r	a&b&c	a&b&c
Boxmeer	b	b	b
Born/Lutterade	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
Kelpen/Nederweert/Weertheide	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
Haps/Gennepe	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h

Overbelastingen bij toetsing aan het a- en b-criterium

Maasbracht

De a-criterium knelpunten komen naar voren bij hoge belasting en lage inzet van de conventionele productie-eenheden.

De b-criterium knelpunten komen naar voren bij onderhoud aan een 380/150kV-transformator te Maasbracht en uitval van de tweede 380/150kV-transformator in Maasbracht, waardoor het deelnet Limburg uitsluitend gekoppeld is met één 380/150kV-transformator in Maasbracht en één 380/150kV-transformator in Boxmeer.

Overbelastingen bij toetsing aan het c-criterium

Bij toetsing aan het c-criterium treden in de 380/150kV-aankoppeling van deelnet Limburg en 150kV-verbindingen naar Limburg knelpunten op aan alle drie de 380/150kV-transformatoren te Maasbracht.

Knelpunten bij toetsing aan de 100MW/6h grens

In Noord-Brabant wordt bij een drietal stations de 100 MW-grens overschreden.

Born/Lutterade

Bij werkzaamheden aan het circuit Born–Maasbracht en uitval van het circuit Lutterade–Maasbracht of vice versa ontstaat er een uitval groter dan 100 MW. Dit betreft de som van de belasting van de 150kV-stations Lutterade en Born.

Kelpen/Nederweert/Weertheide

Bij werkzaamheden aan één van de circuits van de verbinding tussen Buggenum en Kelpen en uitval van het nevencircuit, treedt een onderbreking op van meer dan 100 MW.

Haps/Gennep

Bij werkzaamheden aan het circuit Haps–Boxmeer–Venray en uitval van het circuit Venray–Gennep of vice versa treedt een onderbreking op van meer dan 100 MW.

Knelpunten bij toetsing aan het railcriterium

Bij toetsing aan het railcriterium op het 150kV-station Maasbracht worden niet alle aangesloten 380/150kV-transformatoren te Maasbracht en de aangesloten verbindingen gelijktijdig uitgeschakeld. Het 150kV-station te Maasbracht is uitgevoerd met drie railen en langsscheiding. Hierdoor blijft bij railwerkzaamheden en een optredende storing te allen tijde minimaal één rail beschikbaar met hierop aangesloten twee 380/150kV-transformatoren dan wel één 380/150kV-transformator en de eenheid C4 om het deelnet Limburg te voeden. De analyse toont knelpunten op de transformator Maasbracht TR401 en de verbindingen Born–Maasbracht, Lutterade–Maasbracht en Haps–Boxmeer–Venray die vergelijkbaar zijn aan de knelpunten binnen het a- en b-criterium

Kortsluitvastheidsknelpunten

Het 150kV-net in Limburg is geaard met Petersenspoelen. Deze spoelen compenseren de 1-fase kortsluitstroom, zodat deze altijd klein blijft (< 1 kA). Om deze reden worden hier geen 1-fase kortsluitstroomknelpunten gevonden. Voordeel van dit systeem is dat een 1-fasesluiting van voorbijgaande aard niet tot uitschakeling van een circuit leidt. Indien in deze provincie uitbreiding van 150kV-verbindingen plaatsvindt, zal dit in vrijwel alle gevallen door middel van ondergrondse kabels zijn. Als gevolg van de elektrische eigenschappen van kabels vraagt dit om een aanzienlijke uitbreiding van Petersenspoelen, terwijl het maximum in aansluitmogelijkheden voor deze spoelen is bereikt. Voorbereiding voor een gewijzigde aardingsmethode zijn inmiddels getroffen.

In het Limburgse-net zijn ook geen 3-fase kortsluituitstroomknelpunten geconstateerd.

12.5 Voorziene maatregelen voor de verbindingen van regio Zuid

12.5.1 Zeeland

Borssele–Goes de Poel–Woensdrecht

De oplossing voor dit knelpunt is binnen het programma Zuid-West 380 kV de nieuwe 380kV-verbinding van Borssele naar Tilburg, in combinatie met het openen van de 150kV-verbinding tussen Zeeland en Noord-Brabant. Tot het gereed komen van deze verbinding zullen er bij vereist onderhoud of storing productiebeperkingen moeten worden opgelegd.

Goes de Poel–Middelburg en Borssele–Vlissingen en Borssele–Middelburg

De oplossing voor dit knelpunt is binnen het programma Zuid-West 380 kV, een nieuwe 380kV-verbinding van Borssele naar Tilburg, in combinatie met het openen van de 150kV-verbinding tussen Zeeland en Noord-Brabant. Het knelpunt treedt alleen op bij het b-criterium. Dit betekent dat, totdat de nieuwe 380kV-verbinding Borssele is gerealiseerd, bij onderhoud productiebeperkingen opgelegd moeten worden.

Borssele–Terneuzen

Dit knelpunt wordt momenteel opgelost door het afstemmen van onderhoud met de Zeeuwse regionaal netbeheerder DNWB met betrekking tot de beschikbaarheid van de 50kV-verbinding ten behoeve van synchroniteit en een operationele maatregel met het afregelen van de eenheden in Terneuzen.

Definitieve oplossing voor dit knelpunt is de realisatie van een derde aansluiting op station Westdorpe voor het netdeel van Zeeuws-Vlaanderen waarvoor op dit moment een investeringsvoorstel wordt geschreven (project 002.562, IBN 2019).

Terneuzen–Westdorpe

Dit knelpunt wordt momenteel opgelost door het afstemmen van onderhoud met DNWB inzake de beschikbaarheid van de 50kV-verbinding Goes Evertsenstraat–Terneuzen Zuid.

Definitieve oplossing voor dit netdeel is de realisatie van een derde aansluiting op station Westdorpe voor het netdeel van Zeeuws-Vlaanderen waarvoor op dit moment een investeringsvoorstel wordt geschreven (project 002.562, IBN 2019).

12.5.2 Noord-Brabant

Woensdrecht–Roosendaal

Het knelpunt wordt opgelost door de realisatie van de 380kV-verbinding Borssele–Tilburg en het 380kV-station Tilburg. Tot die tijd kunnen onderhoudswerkzaamheden alleen worden uitgevoerd in afstemming met elektriciteitsproducenten in de regio Moerdijk en Zeeland (projectnummer 000.145, IBN 2017).

Roosendaal–Moerdijk

Het knelpunt op de verbinding Roosendaal–Moerdijk kan operationeel worden opgelost door onderhoudswerkzaamheden uit te voeren bij lage productie.

Moerdijk–Geertruidenberg

Het knelpunt op de verbinding Moerdijk–Geertruidenberg neemt af door de realisatie van de 380kV-verbinding Borssele–Tilburg en de 380/150kV-koppeling in Tilburg. Dit knelpunt kan definitief opgelost worden met een verzwaring van de lijnverbinding. Doordat de verbinding gecombineerd gaat worden met de 380kV-verbinding Borssele–Tilburg maakt de verzwaring onderdeel uit van het project Zuid-West 380 kV. Met de toepassing van een ander type geleider kan de transport-capaciteit worden verhoogd (projectnummer 000.145, IBN 2017).

Roosendaal–Breda

Het knelpunt op de verbinding Roosendaal–Breda wordt opgelost door de realisatie van de 380kV-verbinding Borssele–Tilburg en het 380kV-station Tilburg. Tot die tijd kunnen onderhoudswerkzaamheden alleen worden uitgevoerd bij lagere productie. Onderhoud zal daarom afgestemd moeten worden met producenten in de regio Moerdijk en Zeeland (projectnummer 000.145, IBN 2017).

Roosendaal – Breda en Etten Breda

Knelpunten op de verbindingen Roosendaal – Breda en Etten – Breda worden opgelost door realisatie van de 380kV-verbinding Borssele – Tilburg en het 380kV-station Tilburg. Tot die tijd kunnen onderhoudswerkzaamheden alleen worden uitgevoerd bij lagere productie. Onderhoud zal daarom afgestemd moeten worden met producenten in de regio Moerdijk en Zeeland (projectnummer 000.145, IBN 2017).

Geertruidenberg – Waalwijk en Geertruidenberg – 's Hertogenbosch West

Het geringe knelpunt op de verbindingen Geertruidenberg – Waalwijk en Geertruidenberg – 's Hertogenbosch West is opgelost na realisatie van de 380kV-verbinding Borssele – Tilburg en het 380kV-station Tilburg.

Geertruidenberg–Oosteind–Tilburg West–Tilburg Noord

Geschikte oplossingen zijn het uitbreiden van de transportcapaciteit, het splitsen in deelnetten of het aansluiten van bestaande productie-eenheden op het hogere 380kV-netvlak. Totdat een oplossing is gerealiseerd, wordt overschrijding van de transportcapaciteit voorkomen door operationele maatregelen. Om onderhoudswerkzaamheden te kunnen uitvoeren zal afstemming met producten moeten plaatsvinden. In 2014 zal een studie naar de definitieve oplossingsrichting worden opgestart.

Tilburg Noord–Best–Eindhoven Noord

Dit knelpunt kan opgelost worden met een lijnverzwaring. Onderzoek naar de technische uitwerking van de vergroting van de transportcapaciteit van de lijn is inmiddels in uitvoering (projectnummer 002.032, IBN 2016/Q4).

Eindhoven Oost–Eindhoven Zuid–Maarheeze en Maarheeze Budel

Station Budel wordt gevoed vanuit Eindhoven. Een geschikte oplossing voor het knelpunt op de verbinding Eindhoven Oost–Eindhoven Zuid–Maarheeze is vergroting van de transportcapaciteit van de bestaande lijnverbinding of de aanleg van een derde circuit Eindhoven Oost–Maarheeze. Als onderdeel van de uitbreidingsplannen zal de transportcapaciteit van Maarheeze–Budel moeten worden verhoogd. De studie naar een geschikte oplossing is gestart.

12.5.3 Limburg

Boekend-Blerick

Door het permanent niet meer beschikbaar zijn van de eenheid Maascentrale-7 is de operationele maatregel voor onderhoud aan de verbinding Maasbracht–Buggenum uitgeput en ontstaat er een knelpunt op het b-criterium. Door het uitvoeren van de netinvestering om de samen geslagen delen in de verbinding Boekend–Blerick te ontkoppelen en hierdoor een parallel circuit te creëren, wordt het knelpunt weggenomen. De netinvestering van de verbinding wordt opgepakt in 2014 en verwacht wordt dat dit knelpunt medio 2017 zal zijn opgelost.

Lutterade–Born–Maasbracht

Voor het oplossen van het knelpunt is het opwaarderen van de circuits Lutterade–Maasbracht en Born–Maasbracht noodzakelijk. Dit lost ook de b-criteriumknelpunten op. De opwaardering van de verbinding wordt opgepakt in 2014. Verwacht wordt dat dit knelpunt medio 2019 zal zijn opgelost.

Haps–Boxmeer–Venray

Voor het knelpunt onder het b-criterium is in principe onderhoud mogelijk door afstemming met aangeslotenen en inzet van de reservetransformator in Maasbracht. Het knelpunt onder het a-criterium kan voorsnog worden opgevangen door het binnen één uur inzetten van de reservetransformator in Maasbracht. De toename van de overschrijding van het a- en b- criterium over de steekjaren van de verbinding Haps–Boxmeer–Venray maakt een studie naar een integrale oplossing voor de T-aftak Haps–Boxmeer–Venray en het nevencircuit Venray–Gennep noodzakelijk.

Venray–Gennep

Voor het knelpunt onder het b-criterium is in principe onderhoud mogelijk door afstemming met aangeslotenen en preventief de belasting te verschuiven van het station Cuijk naar het station Teersdijk. Gezien het knelpunt grotendeels gerelateerd is aan het knelpunt rondom de T-aftak Haps–Boxmeer–Venray wordt het meegenomen in de studie van Haps–Boxmeer–Venray voor een integrale oplossing.

12.6 Voorziene maatregelen voor de stations van regio Zuid

12.6.1 Zeeland

Maatregelen als gevolg van het niet voldoen aan het a-, b- en c-criterium

Borssele

De oplossing voor het knelpunt op de 380/150 kV koppeltransformatoren in Borssele, is binnen het programma Zuid-West 380 kV, de nieuwe 380kV-verbinding van Borssele naar Tilburg in combinatie met een derde koppeltransformator in Borssele. Tot het gereed komen van deze verbinding zullen er bij vereist onderhoud of storing productiebeperkingen moeten worden opgelegd.

Vooruitlopend op het programma Zuid-West 380 kV zal op station Borssele een derde transformator in Borssele worden geplaatst (project 002.245) deze zal in het eerste kwartaal van 2014 aangesloten worden. Bij optreden van storing kan deze transformator direct ingeschakeld worden en onderhoud aan de bestaande trafo's mogelijk maken.

Maatregelen als gevolg van het niet voldoen aan het c-criterium

Borssele

Oplossingen voor het c-criterium moeten voor 2017 gezocht worden in operationele maatregelen. Voor de jaren 2020 en 2023 zal onderhoud aan een koppeltransformator alleen kunnen geschieden als de kerncentrale uit bedrijf is voor bijvoorbeeld een revisieperiode. Er is dan sprake van een transport over de enkele resterende koppeltransformator. Dat past binnen het criterium voor 380/150kV-koppeltransformatoren: overbelasting van 150% toegestaan voor 1 uur. Binnen 1 uur zal dan productie afgeregeld moeten worden tot de 100% belasting van de koppeltransformator is bereikt.

Maatregelen als gevolg van het niet voldoen aan het railcriterium

Borssele

In het 150kV-station Borssele zullen voor het railcriterium, afhankelijk van de werkzaamheden tijdens voorzien onderhoud, aanpassingen gerealiseerd moeten worden voor het toepassen van nood-

voorzieningen om de vereiste teruggavetijd van twee uur te realiseren. Voor de gehele zichtperiode is er een knelpunt volgens het railcriterium voor wat betreft het productiecriterium van maximaal 1.500 MW.

Voor 2017 geldt in verband met de in bedrijf zijnde 150kV-verbinding met Noord-Brabant (tot de realisatie van het programma Zuid-West 380 kV is dit vereist) echter een maatregel om dynamische problemen te voorkomen. Er geldt dat maximaal 250 MW over deze koppeling mag indien Zeeland niet meer gekoppeld is met het landelijke 380kV-net.

Voor 2020 en 2023 kan onderhoud aan de rail worden gedaan als de kerncentrale Borssele uit bedrijf is.

Maatregelen als gevolg van overschrijding van 100 MW/6h criterium

In Zeeland wordt bij een drietal stations de 100 MW of 6 uur overschreden:

Terneuzen

Onderhoud aan de verbindingen Borssele-Terneuzen wordt nu uitgevoerd door gebruik te maken van de onderliggende redundantie van de 50kV-stations in combinatie met een operationele afspraak met de productie-eenheden in Terneuzen.

Westdorpe

Onderhoud aan de verbinding Terneuzen-Westdorpe kan gepleegd worden door het kiezen van een geschikt tijdvak en het afstemmen met DNWB van het 50kV-onderhoud, zodat van de redundantie van het onderliggende 50kV-net gebruik gemaakt kan worden.

Bovenstaande afspraken voor de stations Terneuzen en Westdorpe gelden niet voor de gehele zichtperiode. Omdat de 50kV-kabel verouderd is en uit bedrijf genomen gaat worden door DNWB, wordt er op dit moment een investeringsvoorstel geschreven (project 002.562, IBN Q4 2019) voor het wijzigen van de ontsluiting van Zeeuws Vlaanderen. In dit investeringsvoorstel wordt ook een derde aansluiting voor Westdorpe voorzien, omdat geen gebruik meer kan worden gemaakt van de redundantie van het onderliggende 50kV-net. Met DNWB zijn afspraken gemaakt om de resterende 50kV-kabel in dienst te houden tot TenneT de nieuwe ontsluiting heeft gerealiseerd.

Viissingen

Tijdens onderhoud aan de GIS-installatie of de kabels (aansluitingen) kan een beperkt deel van de belasting verschakeld worden via de midden-spanning. Voor het overige deel kan een noodstroomvoorziening achter de hand worden gehouden. Een alternatief dat in 2014 beschouwd gaat worden, is het verbinden van het station Viissingen met het station Middelburg door middel van een kabelcircuit van circa 6 kilometer. Hiermee wordt tevens de uitloper Middelburg opgelost door deze derde aansluiting.

12.6.2 Noord-Brabant

Maatregelen als gevolg van het niet voldoen aan het railcriterium

Geertruidenberg

Onderhoud aan de rails kan worden uitgevoerd bij lage productie. Hiermee voldoet het 150kV-station Geertruidenberg aan de eisen die gesteld worden binnen het railcriterium.

Eindhoven Oost (150 kV)

De totale afschakeling bij uitval van 150kV-station Eindhoven Oost bedraagt circa 700 MW en de voorziening zal naar verwachting binnen twee uur hersteld zijn.

Eindhoven (380kV)

De totale afschakeling bij uitval van 380kV-station Eindhoven bedraagt circa 700 MW en de voorziening zal naar verwachting binnen twee uur hersteld zijn.

Maatregelen als gevolg van overschrijding van 100 MW/6h criterium

Bergen op Zoom

Dit knelpunt kan worden opgelost door een verbinding naar het nieuwe 150kV-station Dinteloord aan te leggen. Totdat de nieuwe verbinding is gerealiseerd, moeten onderhoudswerkzaamheden bij lagere belasting worden uitgevoerd. In 2014 zal een studie naar de nieuw aan te leggen verbinding worden opgestart. Verwachte tijdstip van inbedrijfname van de verbinding is het vierde kwartaal van 2018.

Tilburg Zuid

Dit knelpunt kan worden opgelost door de aanleg van een derde circuit parallel aan de bestaande verbinding Tilburg Zuid–Tilburg Noord. Totdat een nieuwe verbinding is gerealiseerd, moeten onderhoudswerkzaamheden bij lagere belasting worden uitgevoerd. Studie naar de aanleg van een derde circuit is in uitvoering (projectnummer 002.033, IBN 2017/Q4).

Eerde

De oplossing voor dit knelpunt is het nieuwe 150kV-station Boxtel. Station Boxtel zal een deel van de belasting van het 150kV-station Eerde overnemen. Mocht deze oplossing op termijn niet toereikend zijn, dan kan station Eerde in de gehele verbinding tussen 's Hertogenbosch Noord en Eindhoven Oost worden opgenomen. Het station is dan met vier circuits aangesloten. Totdat de belasting is overgenomen door station Boxtel moeten onderhoudswerkzaamheden bij lage belasting worden uitgevoerd (projectnummer 002.026, IBN 2014/Q1).

Maarheeze

Dit knelpunt wordt voorkomen door voorafgaand aan de werkzaamheden de belasting van 150kV-station Maarheeze en een deel van de belasting van 150kV-station Budel naar 150kV-station Nederweert in regio Limburg te verschakelen. Mocht dit op termijn niet meer toereikend zijn, dan zal een derde circuit in de verbinding Eindhoven Oost–Eindhoven Zuid–Maarheeze moeten worden aangelegd.

Budel

Dit knelpunt wordt voorkomen door voorafgaand aan de werkzaamheden een deel van de belasting van 150kV-station Budel naar 150kV-station Nederweert in regio Limburg te verschakelen.

Maatregelen als gevolg van kortsluitvastheidsknelpunten

De kortsluitstromen in Noord-Brabant blijven binnen de ontwerpwaarde van de installaties. Station Geertruidenberg bereikt de grenswaarde. Toekomstige nieuwe elektriciteitsproductie zal op het hogere netvlak moeten worden aangesloten. Als onderdeel van project Zuid-West 380 kV wordt 150kV-station Tilburg Noord met het nieuw te realiseren 380kV-station Tilburg gekoppeld. Als gevolg van deze koppeling nadert de hoogte van de kortsluitstroom de ontwerpwaarde voor de stations Tilburg Noord, Tilburg West en Oosteind. Maatregelen zijn niet direct noodzakelijk, maar als onderdeel van de uitbreiding van de stations kan verhoging van de ontwerpwaarde overwogen worden.

12.6.3 Limburg

Maatregelen als gevolg van overschrijding a- en b-criterium

Maasbracht en Boxmeer

Bij onderhoud aan één transformator in Maasbracht kan een in het station opgestelde reserve transformator in bedrijf worden genomen. Hierdoor is het deelnet Limburg gekoppeld middels twee 380/150kV-transformatoren in Maasbracht en één 380/150kV-transformator in Boxmeer waardoor het knelpunt is opgelost. Het knelpunt onder het a-criterium kan worden opgevangen door het binnen één uur inzetten van de reserve-transformator in Maasbracht.

Aangezien de reservetransformator in Maasbracht een algemene reserve voor alle 380/150kV-stations is, dient één nieuwe transformator te worden aangeschaft.

Maatregelen als gevolg van overschrijding c-criterium

Maasbracht

Na toetsing aan het c-criterium zijn overbelastingen geconstateerd op de 380/150kV-transformatoren in Maasbracht. Deze overbelastingen kunnen worden weggenomen door de reservetransformator in Maasbracht in bedrijf te nemen.

Maatregelen als gevolg van overschrijding van 100MW/6h criterium

Born/Lutterade

De stations Born en Lutterade zijn als uitloper gekoppeld aan het station Maasbracht. Tijdens onderhoud bestaat de mogelijkheid om preventief de belasting te verschuiven van het station Born en/of Lutterade naar het station Graetheide.

Kelpen/Nederweert/Weertheide

De stations Kelpen, Nederweert en Weertheide zijn als uitloper gekoppeld aan het station Buggenum. Onderhoud kan worden uitgevoerd bij lage belasting of door een deel van de stationsbelasting van Nederweert te verschuiven naar het netdeel Noord-Brabant.

Haps/Gennepe

De stations Cuijk, Gennepe en Haps zijn als uitloper gekoppeld aan de stations Boxmeer en Venray. Onderhoud kan worden uitgevoerd bij lage belasting en/of het verplicht inzetten van een eenheid op station Cuijk. Daarnaast bestaat de mogelijkheid om de stationsbelasting van Cuijk te verschuiven naar het netdeel Gelderland. Dit verdient geen voorkeur ten opzichte van bovenstaande oplossingen gezien de verschillende aardingsfilosofieën tussen beide netten.

Maatregelen als gevolg van het niet voldoen aan het railcriterium

Maasbracht

De benodigde maatregelen om de ontstane knelpunten tijdens een storing aan een rail in het 150kV-station te Maasbracht op te lossen, zijn vergelijkbaar met de benodigde maatregelen voor het a-criterium. Onderhoud aan de railen kan worden uitgevoerd bij lage belasting en/of door afstemming met aangeslotenen.

Maatregelen als gevolg van kortsluitvastheidsknelpunten

De kortsluitstromen in Limburg blijven binnen de ontwerpwaarde van de installaties. Hierbij is in de berekeningen rekening gehouden met drie gekoppelde 380/150kV-transformatoren in Maasbracht. De reservetransformator zal alleen worden gekoppeld bij onvoldoende opwekking in het deelnet Limburg, waarbij in dat geval de maximale kortsluitstroom ook onder de ontwerpwaarde blijft.

12.7 Aankoppeling met netten lager spanningsniveau in regio Zuid

12.7.1 Zeeland

De distributietransformatoren in regio Zeeland van 150kV naar 10/20/50kV zijn in beheer van DNWB. De regionaal netbeheerder heeft onderzocht of er voldoende distributietransformatoren in zijn verzorgingsgebied aanwezig is. Op basis van deze analyse heeft DNWB aan TenneT aangegeven voor de zichtperiode van dit KCD behoefte te hebben aan de in tabel 12.16 genoemde uitbreidingen.

12.7.2 Noord-Brabant

De distributietransformatoren in het deelnet Noord-Brabant van 150kV naar 10/20/30/50kV zijn in beheer van Enexis. De regionale netbeheerder heeft onderzocht of er voldoende distributietransformatoren in het verzorgingsgebied aanwezig zijn. Op basis van deze analyse heeft Enexis bij TenneT aangegeven voor de zichtperiode van dit KCD behoefte te hebben aan de in tabel 12.17 genoemde uitbreidingen.

De 150kV-stations Boxtel en Dinteloord zijn in realisatie en vanaf 2014 in de netconfiguratie meegenomen.

Tabel 12.16

Aangegeven behoefte aan uitbreiding distributietransformatoren in deelnet Zeeland			
Locatie	Spanningsniveau [kV]	Maatregel	Gepland jaar van oplossen
Middelburg	20/10	Aanleg transformatorveld	2013
Rilland	20/10	Aanleg 2 transformatorvelden	2013

Tabel 12.17

Aangegeven behoefte aan uitbreiding distributietransformatoren in deelnet Noord-Brabant			
Locatie	Spanningsniveau [kV]	Maatregel	Gepland jaar van oplossen
Boxtel	10	Nieuw 150/10kV-station	2014
Dinteloord	20	Nieuw 150/20kV-station	2014
Dinteloord	20	Nieuw 150/20kV-transformatorveld	2016
Eindhoven West	10	Nieuw 150/20kV-transformatorveld	2022
Etten of Moerdijk	10/30	Nieuw 150/10kV- of 150/30kV-transformatorveld	2016
Geertruidenberg	10	Nieuw 150/10kV-transformatorveld	2016
Plukmade	10	Nieuw 150/10kV-station	2020
Tilburg Noord	10	Nieuw 150/10kV-transformatorveld	2020

12.7.3 Limburg

De distributietransformatoren in Limburg van 150 kV naar 10/20/50 kV zijn in beheer van Enexis en Chemelot (USG). Beide netbeheerders hebben onderzocht of er voldoende distributietransformatoren in hun verzorgingsgebied aanwezig zijn. Op basis van deze analyse hebben zij aan TenneT aangegeven voor de zichtperiode van dit KCD behoefte te hebben aan de in tabel 12.18 genoemde uitbreidingen:

Tabel 12.18

Aangegeven behoefte aan uitbreiding distributietransformatoren in deelnet Limburg			
Locatie	Spanningsniveau [kV]	Maatregel	Gepland jaar van oplossen
Huskensweg	10	Transformatoren verzwaren of te Beersdal transformatoren plaatsen	2017

12.8 Vergelijking met KCD 2011 voor regio Zuid

12.8.1 Zeeland

De nieuwe knelpunten die in dit KCD zijn geconstateerd, staan vermeld in tabel 12.19 en tabel 12.20.

De knelpunten uit het KCD 2011 zijn gebleven en verhevigd door nog hogere export vanuit Zeeland, door toename van duurzame energie en faillissementen van grote elektriciteitsintensieve industrieën. Ook is er door deze problematiek nog een aantal knelpunten bijgekomen.

Het knelpunt op het station Borssele is in dit KCD voor de eerste keer opgenomen als gevolg van het niet voldoen aan het nieuwe railcriterium.

Tabel 12.19

Nieuwe knelpunten op verbindingen geconstateerd in het KCD 2013 in deelnet Zeeland			
Gesignaleerd knelpunt op	Oplossingsrichting	Project-nummer	IBN
Borssele-Vlissingen	Capaciteitsuitbreiding in combinatie met wijziging netconfiguratie	000.145	2017
Borssele-Middelburg	Capaciteitsuitbreiding in combinatie met wijziging netconfiguratie	000.145	2017

Tabel 12.20

Nieuwe knelpunten op stations geconstateerd in het KCD 2013 in deelnet Zeeland				
Gesignaleerd knelpunt op	Criteria	Oplossingsrichting	Project-nummer	IBN
Borssele	a&b&c&r	Beperking productie	000.145	2017
Borssele	b/c&r&k	Beperking productie	002.245	2014
Terneuzen	100MW/6h	Capaciteitsuitbreiding	002.562	2019
Westdorpe	100MW/6h	Capaciteitsuitbreiding	002.562	2019
Vlissingen	100MW/6h	Na vaststelling kwaliteitscriteria bepalen of nog studie vereist is	-	-

12.8.2 Noord-Brabant

De nieuwe knelpunten die in dit KCD zijn geconstateerd, staan vermeld in tabel 12.21 en tabel 12.22.

De knelpunten op verbindingen worden vooral veroorzaakt door (grootschalige) productie in het westen van Noord-Brabant en de export van productieoverschotten uit Zeeland. Door de specifieke inzet van belasting en productie per planningssituatie kan de mate van overschrijding in dit KCD afwijken ten opzichte van het KCD 2011.

Het knelpunt op de verbinding Geertruidenberg–Waalwijk–'s Hertogenbosch West–'s Hertogenbosch Noord is bijna opgelost. Het verhogen van de transportcapaciteit is momenteel in uitvoering en in de afrondende fase. Dit knelpunt is in dit KCD daarom opgelost.

Door de inkoppeling van de 150kV-stations Oosteind en Tilburg West in beide circuits tussen Geertruidenberg en Tilburg Noord is de belasting van deze verbinding in dit KCD toegenomen. Deze wijziging in de netconfiguratie is in dit KCD voor het eerst geïmplementeerd. Als gevolg van deze wijziging is in dit KCD het kortsluitvermogen op de stations Oosteind en Tilburg West gestegen, maar blijft binnen de ontwerpwaarde van de stations. De knelpunten op de verbinding Eindhoven Oost–Eindhoven Zuid–Maarheeze en Budel–Maarheeze komen door de uitbreidingsplannen van een grootverbruiker in Budel in dit KCD voor het eerst aan bod.

In het KCD 2011 is benoemd dat een b-criterium knelpunt zou kunnen ontstaan op de verbinding 's Hertogenbosch Noord–Oss. Wanneer er geen productie van de WKC Helmond is en onderhoud aan een circuit Eindhoven Oost–Helmond Zuid wordt uitgevoerd, kan bij uitval van het nevencircuit de verbinding tussen 's Hertogenbosch Noord en Oss overbelast raken. Omdat de keuze van de planningssituaties hier geen uitsluitel over geeft, is deze situatie nog eens specifiek geanalyseerd en is geconstateerd dat wederom geen knelpunten optreden.

Bij toetsing aan het 100MW-criterium zijn op de stations Bergen op Zoom, Tilburg Zuid, Eerde en Maarheeze ook in het KCD 2011 knelpunten geconstateerd. Voor Tilburg Zuid is een studie in uitvoering en voor Bergen op Zoom zal in 2014 een studie worden opgestart. Een oplossing voor Eerde is inmiddels in uitvoering met de realisatie van station Boxel. Voornog kan het 100MW/6h knelpunt Maarheeze met operationele oplossingen worden opgelost. Zodra de uitbreidingsplannen van een grootverbruiker aangesloten op station Budel concrete vormen gaan aannemen, zal voor station Maarheeze een structurele oplossing door middel van netuitbreiding uitgewerkt moeten worden.

De knelpunten op de stations Geertruidenberg, Eindhoven Oost en Eindhoven 380 kV zijn in dit KCD voor de eerste keer opgenomen als gevolg van het niet voldoen aan het nieuwe railcriterium.

Tabel 12.21

Nieuwe knelpunten op verbindingen geconstateerd in het KCD 2013 in deelnet Noord-Brabant			
Gesignaleerd knelpunt op	Oplossingsrichting	Projectnr	IBN
Eindhoven Oost-Eindhoven Zuid-Maarheeze	Studie capaciteitsuitbreiding	-	-
Maarheeze-Budel	Studie capaciteitsuitbreiding	-	-

Tabel 12.22

Nieuwe knelpunten op stations geconstateerd in het KCD 2013 in deelnet Noord-Brabant				
Gesignaleerd knelpunt op	Criteria	Oplossingsrichting	Projectnummer	IBN
Budel		Operationele maatregelen	-	-
Geertruidenberg 150		Operationele maatregelen	-	-
Eindhoven Oost 150		Operationele maatregelen	-	-
Eindhoven 380		Operationele maatregelen	-	-

12.8.3 Limburg

De nieuwe knelpunten die in dit KCD zijn geconstateerd, staan vermeld in tabel 12.23 en tabel 12.24.

Oorzaak van de geconstateerde overbelastingen van verbindingen is het hanteren van een hogere gelijktijdigheid voor de belasting en het niet meer beschikbaar zijn van de eenheid MC-7 te Buggenum. De nieuwe knelpunten zijn in dit KCD over de steekjaren nagenoeg gelijk, omdat de 380/150kV-netuitbreidingen niet zijn meegenomen.

De knelpunten op de stations zijn in dit KCD voor de eerste keer opgenomen als gevolg van het niet voldoen aan het nieuwe railcriterium.

Tabel 12.23

Nieuwe knelpunten op verbindingen geconstateerd in het KCD 2013 in deelnet Limburg			
Gesignaleerd knelpunt op	Oplossingsrichting	Projectnummer	IBN
Boekend-Blerick	Capaciteitsuitbreiding	-	2017
Born-Maasbracht	Capaciteitsuitbreiding	-	2019
Haps-Boxmeer-Venray	Studie	-	-
Lutterade-Maasbracht	Capaciteitsuitbreiding	-	2019
Venray-Gennep	Studie	-	-

Tabel 12.24

Nieuwe knelpunten op stations geconstateerd in het KCD 2013 in deelnet Limburg				
Gesignaleerd knelpunt op	Criteria	Oplossingsrichting	Projectnummer	IBN
Maasbracht		Operationele maatregelen dan wel capaciteitsuitbreiding	-	-
Boxmeer		Operationele maatregelen dan wel capaciteitsuitbreiding	-	-

13

Capaciteitsknelpunten en maatregelen 150kV-net regio West

13.1 Huidige netinfrastructuur, aanpassingen in het net en verwachte ontwikkelingen

13.1.1 Beschrijving 150kV- netinfrastructuur Regio West

Het 150kV-net van de regio West omvat de netten in de provincies Noord-Holland en Zuid-Holland.

Noord-Holland

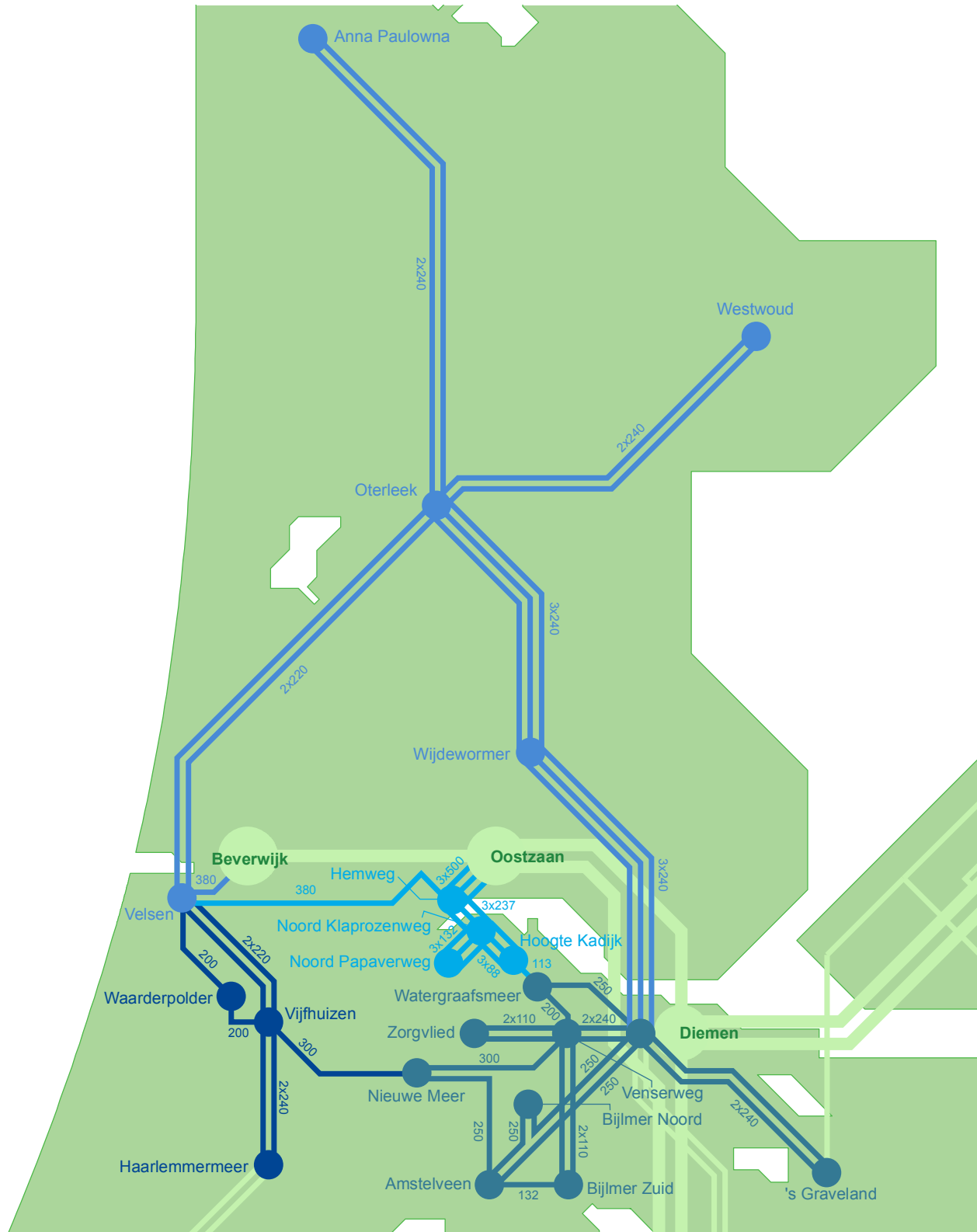
Vooruitlopend op de realisatie van de Randstad 380 kV Noordring (380kV-verbinding Diemen–Oostzaan–Beverwijk–Vijfhuizen–Bleiswijk) is een visie op de inrichting van het 150kV-net in Noord-Holland ontwikkeld, waarin vier deelnetten onderscheiden worden:

- Kop van Noord-Holland: dit deelnet omvat alle 150kV-stations in de kop van Noord-Holland (Velsen / Oterleek / Anna Paulowna / Westwoud / Wijdewormer / Diemen) en is met het 380kV-net gekoppeld in de stations Diemen en Beverwijk.
- Amsterdam Centrum: dit deelnet omvat de 150kV-stations Hemweg, Noord-Klaprozenweg, Noord-Papaverweg en Hoogte Kadijk. Dit deelnet is via het 380kV-station Oostzaan gekoppeld met het 380kV-net.
- Amsterdam Zuidoost: dit deelnet omvat de 150kV-stations Diemen, Venserweg, Watergraafsmeer, Bijlmer Noord, Bijlmer Zuid en Amstelveen. Dit deelnet is via het 380kV-station Diemen gekoppeld met het 380kV-net.
- Vijfhuizen: dit deelnet omvat de 150kV-stations Vijfhuizen, Waarderpolder, Haarlemmermeer, Nieuwe Meer en Zorgvlied. Dit deelnet wordt via het nieuwe 380kV-station Vijfhuizen (medio 2017) gekoppeld met het 380kV-net.

De onderlinge verbindingen tussen de deelnetten zullen als netopening worden bedreven. Het implementeren van deze visie wacht enerzijds op de realisatie van het project Randstad 380 kV Noordring en anderzijds op de realisatie van drie 150kV-projecten in de regio's Amsterdam Zuidoost en Vijfhuizen. Desondanks is deze indeling daar waar mogelijk als leidraad gebruikt bij de uitwerking van de analyses.

Figuur 13.1

Overzicht verbindingen deelnet Noord-Holland (Capaciteit verbindingen in MVA)



Zuid-Holland

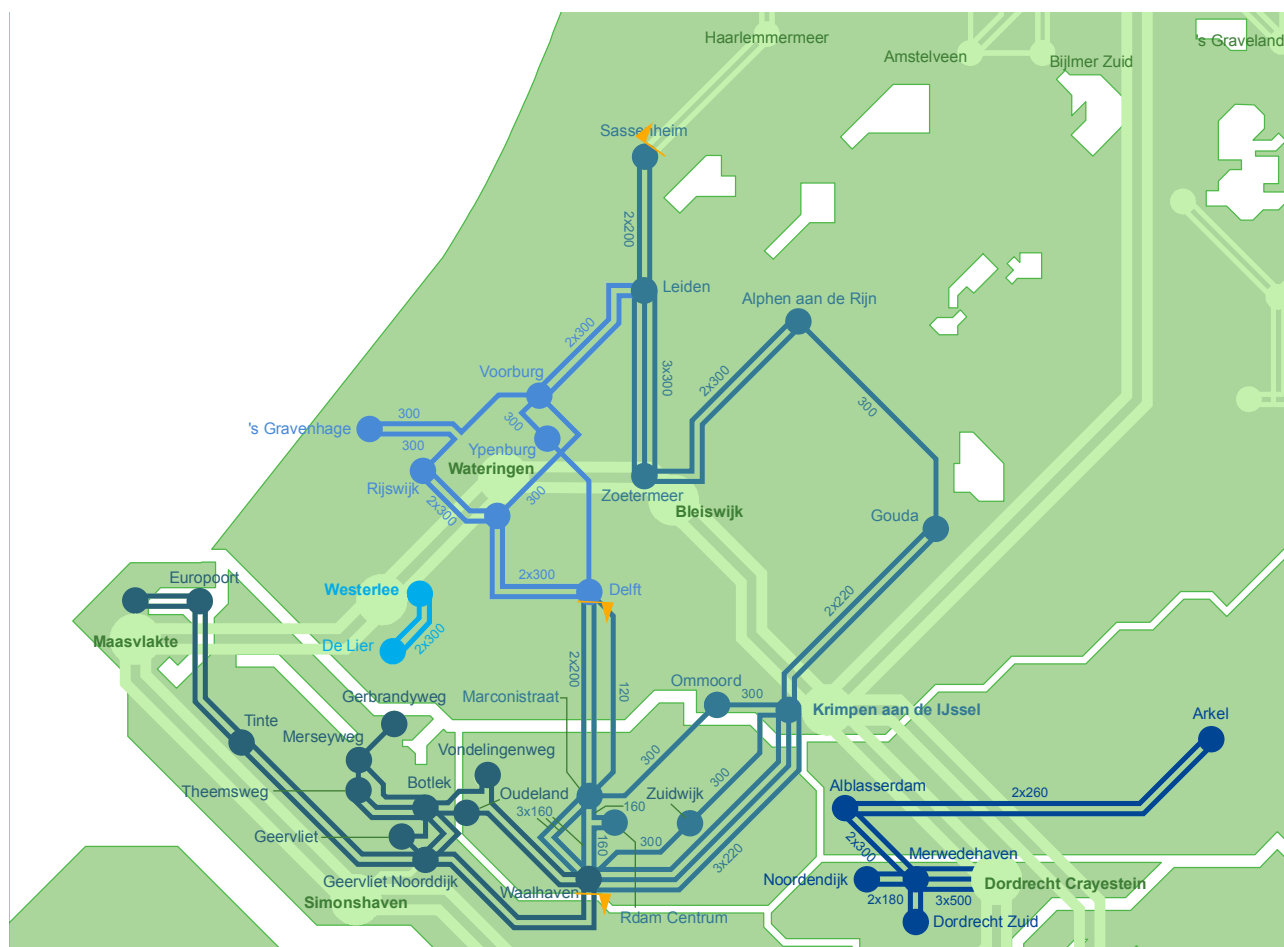
Deze sectie van Regio West behandelt het 150kV-net in de provincie Zuid-Holland, met uitzondering van de Rotterdamse Haven. Het 150kV-net in de Rotterdamse Haven is eigendom van Stedin en wordt in de paragrafen 'Rotterdamse Haven' besproken.

Voorheen is vrijwel het gehele Zuid-Hollandse net vermaasd bedreven, met uitzondering van het net in de regio Dordrecht. In 2013 is de Zuidring van het project Randstad 380 kV in bedrijf genomen en zijn er drie koppelpunten tussen het landelijke en het regionale net bijgekomen. Dit heeft een splitsing van het vermaasde net van Zuid-Holland noodzakelijk gemaakt. Op dit moment is er daarom sprake van vijf deelnetten, genoemd naar de koppelingen met het 380kV-net:

- Crayestein: Dit netdeel omsluit het gebied rond Dordrecht, inclusief de Alblasserwaard, Hoekse Waard en Goeree-Overflakkee
- Maasvlakte-Simonshaven: Dit netdeel vormt een industrieel 150kV-net. Dit net is eigendom van Stedin, waarbij TenneT de beheer- en onderhoudstaken uitvoert. Dit netdeel wordt Rotterdamse Haven genoemd
- Westerlee: Dit netdeel bedient het tuinbouwgebied rondom Naaldwijk
- Wateringen: Dit is het netdeel dat de regio Den Haag en Delft voedt
- Krimpen-Bleiswijk: Dit is een uitgestrekt netdeel met alle overige 150kV-infrastructuur in Zuid-Holland. Het omvat de gebieden rond Leiden, Zoetermeer, Gouda en Rotterdam. Te Sassenheim staat de verbinding naar Haarlemmermeer open, zodat er tijdens normaal bedrijf géén koppeling is met het noordelijke net in Regio West.

Figuur 13.2

Overzicht verbindingen Zuid-Holland, exclusief Cross Border Lease-verbindingen Stedin (Capaciteit verbindingen in MVA)



13.1.2 Netaanpassingen in 2011 en 2012

Noord-Holland

In de provincie Noord-Holland hebben geen aanpassingen plaatsgevonden sinds de publicatie van het KCD 2011.

Zuid-Holland

In de twee jaren voorafgaand aan 1 januari 2013 hebben de volgende aanpassingen in het 150kV-net van Zuid-Holland plaatsgevonden:

- Uitbedrijfname van de beide circuits van de 150kV-verbinding Westerlee–Rijswijk;
- Uitbedrijfname van de 150kV-enkelcircuit-verbinding Westerlee–Voorburg;
- Uitbedrijfname van de 150kV-enkelcircuit-verbinding De Lier–Delft;
- Realisatie van een 380/150kV-dubbelrailstation in Wateringen bestaande uit twee secties, acht velden en drie 380/150kV-koppeltransformators van 500 MVA elk;
- Opwaardering van de 150kV-verbinding Wateringen–Delft van 2 x 180 naar 2 x 300 MVA;
- Realisatie van de 150kV-verbinding Wateringen–Delft met een transportcapaciteit van 2 x 300 MVA;
- Realisatie van de 150kV-verbinding Wateringen–Rijswijk met een transportcapaciteit van 2 x 300 MVA;
- Realiseren van de 150kV-verbinding Wateringen–Voorburg met een transportcapaciteit van 1 x 300 MVA;
- Realisatie van het 150/25- en 23kV-dubbel-railstation Ypenburg bestaande uit vier velden;
- Realisatie van het tweede 150kV-circuit Westerlee–De Lier met een transportcapaciteit van 300 MVA.

Rotterdamse Haven

In de periode sinds de publicatie van het vorige KCD op 1 december 2011 zijn er geen wijzigingen aangebracht in het 150kV-net in de Rotterdamse Haven.

13.1.3 Status aanpak reeds vastgestelde knelpunten voor Regio West

Noord-Holland

In het KCD 2011 is een aantal knelpunten gesignaleerd in het 150kV-net in Noord-Holland. In tabel 13.1 en 13.2 worden de gesignaleerde knelpunten en hun huidige status voor de provincie Noord-Holland kort toegelicht.

De realisatie van de Randstad 380 kV Noordring speelt een belangrijke rol in het oplossen van geconstateerde knelpunten in Noord-Holland. Dit project bevindt zich momenteel in de realisatiefase.

Voor de tijdelijke operationele maatregelen geldt dat er in veel gevallen onderhoud kan worden uitgevoerd in een periode van lage belasting of lage productie. Voor bepaalde netdelen moet er voor onderhoudssituaties een minimale of maximale inzet van productievermogen worden gecontracteerd op de locaties Velsen en/of Hemweg.

De studie naar het oplossen van de geconstateerde knelpunten op de 150kV-verbinding (driehoek) Velsen–Oterleek–Wijdewormer–Diemen wordt in 2014 gestart.

Voor het verhogen van de transportcapaciteit op de 150kV-verbinding Noord Klaprozenweg–Hoogte Kadijk wordt momenteel een technisch haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd naar de mogelijke toepassing van een zogenoemde CityCable. Bij het toepassen van een CityCable worden bestaande moflocaties geopend, de oude kabeldelen worden verwijderd en een nieuwe kabel met een hogere belastbaarheid wordt door de bestaande buis getrokken.

De uitrol van de 150kV-visie conform het visiedocument 'Amsterdam 150 kV' (Ontwikkeling en Visie 2030) krijgt in verschillende projecten vorm. Naar verwachting is deze visie eind 2018 geïmplementeerd.

Tabel 13.1

Status op 1 september 2013 van 150kV-knelpunten op de verbindingen in de regio Noord-Holland						
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status	Project nummer	IBN
Kop van Noord-Holland						
Diemen-Wijdewormer	a&b	Capaciteitsuitbreiding		Studiefase		
Oterleek-Wijdewormer	a&b	Capaciteitsuitbreiding		Studiefase		
Oterleek-Westwoud	a&b	Capaciteitsuitbreiding		Studiefase		
Velsen-Oterleek	a&b	Capaciteitsuitbreiding		Studiefase		
Velsen-Hemweg	a&b	Opwaardering naar 380 kV	2016	Realisatie	002.079	2015
Beverwijk-Velsen	a&b	Capaciteitsuitbreiding	2016	Realisatie	002.079	2015
Amsterdam Centrum						
Noord-Klaprozenweg-Hoogte Kadijk	a&b	Capaciteitsuitbreiding	2015	Studiefase	002.392	2017
Amsterdam Zuidoost						
Amstelveen-Bijlmer Zuid	b	Capaciteitsuitbreiding		Studiefase		
Venserpolder-Bijlmer Zuid	b	Capaciteitsuitbreiding		Studiefase		
Vijfhuizen						
Velsen-Vijfhuizen	b	Opwaardering naar 380 kV	2016	Realisatie	000.007	2018
Velsen-Waarderpolder	b	Netopening	2016	Realisatie		
Waarderpolder-Vijfhuizen	b	Capaciteitsuitbreiding	2016	Realisatie	002.080	2017

Tabel 13.2

Status op 1 september 2013 van 150kV-knelpunten op de stations in de regio Noord-Holland						
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status	Projectnummer	IBN
Kop van Noord-Holland						
station Anna Paulowna	100MW/6h	Capaciteitsuitbreiding		BO-fase	002.521	2018
station Westwoud	100MW/6h	Capaciteitsuitbreiding		Realisatie	002.125	2014
station Beverwijk	a&b	Capaciteitsuitbreiding	2016	Realisatie	002.079	2015
station Velsen	lk	Capaciteitsuitbreiding	2016	Realisatie	000.107	2015
Amsterdam Zuidoost						
's Graveland	100MW/6h	Capaciteitsuitbreiding		Studiefase	002.534	2018

Zuid-Holland

In het KCD 2011 is een aantal knelpunten gesignaleerd in het 150kV-net in Zuid-Holland. In tabel 13.3 en 13.4 worden de gesignaleerde knelpunten en hun huidige status voor het 150kV-net Zuid-Holland kort toegelicht.

De Randstad 380 kV Zuidring is in bedrijf genomen. De scheiding van de deelnetten Wateringen en Westerlee is hierdoor mogelijk geworden. De verdubbeling van de capaciteit van de verbindingen tussen de stations: Rotterdam Marconistraat, Ommoord, en Krimpen aan den IJssel, zal ervoor zorgen dat de knelpunten Rotterdam Waalhaven–Rotterdam Zuidwijk, en Rotterdam Marconistraat–Delft worden opgelost. Deze projecten (000.197 en 000.198, met IBN Q4 2014) bevinden zich in de realisatiefase.

Het knelpunt Sassenheim–Leiden is niet meer actueel omdat er minder windvermogen hoeft te worden aangesloten.

De koppeltransformatoren in Zuid-Holland worden minder zwaar belast als eerder werd voorzien. Deze knelpunten zijn nu ook niet meer actueel.

Rotterdamse Haven

In het KCD 2011 is een aantal knelpunten gesignaleerd in het 150kV-net in de Rotterdamse Haven. In tabel 13.5 worden de gesignaleerde knelpunten en hun huidige status kort toegelicht.

Voor de knelpunten Tinte–Europoort, Europoort–Geervliet Noorddijk, Geervliet–Botlek en Geervliet Noorddijk–Geervliet is een investeringsvoorstel opgesteld, waarvan het voorkeursalternatief nu in technische basisontwerpen nader wordt uitgewerkt (project 002.484 en 002.535, met IBN Q2 2016).

Tabel 13.3

Resultaten voor de knelpunten op de verbindingen in deelnet Zuid-Holland						
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status	Projectnummer	IBN
Crayestein						
Dordrecht Merwedehaven-Alblasserdam	a&b	De realisatie van een 3e circuit naar Alblasserdam	2020	Basisontwerp	002.163	2015
Dordrecht Merwedehaven-Crayestein	b	De plaatsing van een 4e koppeltransformator in het deelnet Crayestein	2013	Het knelpunt is niet meer actueel.	002.537	2017
Krimpen-Bleiswijk						
Rotterdam Waalhaven-Rotterdam Zuidwijk	a&b	De verdubbeling van de verbinding Rotterdam Marconistraat-Ommoord-Krimpen aan den IJssel	2016	Realisatie	000.197 000.198	2014
Rotterdam Marconistraat-Delft	b	De verdubbeling van de verbinding Rotterdam Marconistraat-Ommoord-Krimpen aan den IJssel	2016	Realisatie	000.197 000.198	2014
Sassenheim-Leiden	a&b	Het beperken van de hoeveelheid windvermogen dat wordt aangesloten op station Sassenheim	2016	Het knelpunt is niet meer actueel	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 13.4

Status op 1 september 2013 van 150kV-knelpunten op de stations in Zuid-Holland						
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status	Projectnummer	IBN
Crayestein						
Alblasserdam	100MW6h	De realisatie van een 3e circuit naar Alblasserdam	2016	Basisontwerp	002.163	2015
Krimpen-Bleiswijk						
Ommoord	100MW6h	De verdubbeling van de verbinding Rotterdam Marconistraat-Ommoord-Krimpen aan den IJssel	2016	Realisatie	000.197 000.198	2014
Koppeltransformatoren						
Westerlee	b	De plaatsing van een 4e koppeltransformator in het deelnet Westerlee		Het knelpunt is niet meer actueel.	002.540	2017
Maasvlakte	b	De plaatsing van een 4e koppeltransformator in het deelnet Maasvlakte-Simonshaven		Het knelpunt is niet meer actueel.	002.536	2017
Simonshaven	b	De plaatsing van een 4e koppeltransformator in het deelnet Maasvlakte-Simonshaven		Het knelpunt is niet meer actueel.	002.536	2017
Crayestein	b	De plaatsing van een 4e koppeltransformator in het deelnet Crayestein	2013	Het knelpunt is niet meer actueel.	002.537	2017

Tabel 13.5

Status op 1 september 2013 van 150kV-knelpunten op de verbindingen in de regio Rotterdamse Haven						
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium	KCD 2011		KCD 2013		
		Genoemde oplossingsrichting	IBN	Huidige status	Projectnummer	IBN
Botlek-Theemsweg	b	Renovatie		Studiefase	002.535	2016
Tinte-Europoort	b	Capaciteitsuitbreiding	2016	Basisontwerp	002.535 002.484	2016
Geervliet Noorddijk-Tinte	b	Capaciteitsuitbreiding	2016	Basisontwerp	002.535 002.484	2016
Botlek-Geervliet	b	Capaciteitsuitbreiding	2016	Basisontwerp	002.535 002.484	2016
Botlek-Geervliet Noorddijk	b	Capaciteitsuitbreiding	2016	Basisontwerp	002.535 002.484	2016
Geervliet-Geervliet Noorddijk	b	Capaciteitsuitbreiding	2016	Basisontwerp	002.535 002.484	2016
Europoort-Maasvlakte	b	Capaciteitsuitbreiding	2016	Studiefase	002.535 002.484	2016

13.1.4 Voorziene uitbreidingen voor regio West

Noord-Holland

Voor de zichtperiode van dit KCD wordt voor Noord-Holland uitgegaan van de realisatie van de volgende netverzwaringen:

Wijzigingen tot en met het steekjaar 2017

In het kader van het project Randstad 380 kV Noordring worden de volgende wijzigingen voorzien:

- Opwaarderen van het 150kV-circuit Hemweg–Velsen naar het 380kV-circuit Oostzaan–Beverwijk;
- Realisatie van een volwaardig 380kV-station Beverwijk en uitbreiding van de 380/150kV-transformatorcapaciteit van 1x500 MVA naar 2x500 MVA;
- Realisatie van een nieuw 380/150kV-station Vijfhuizen met een transformatorcapaciteit van 3x500 MVA;
- Realisatie van een 380kV-verbinding Beverwijk–Vijfhuizen (dubbelcircuit);
- Realisatie van een tweede 150kV-circuit Vijfhuizen–Waarderpolder met een nominale belastbaarheid van 220 MVA;
- Creëren van een netopening tussen de 150kV-stations Velsen en Waarderpolder.
- Amoveren van de 150kV-verbinding Velsen–Vijfhuizen.
- Opwaarderen van de 150kV-verbinding Haarlemmermeer–Sassenheim van 1x210 MVA naar 2x250 MVA.
- Realisatie van een derde 150kV-circuit Oterleek–Westwoud met een nominale belastbaarheid van 240 MVA.

Wijzigingen na 2017 tot en met het steekjaar 2020

In het kader van de Randstad 380 kV Noordring wordt de volgende wijziging voorzien:

- Realisatie van een 380kV-verbinding Vijfhuizen–Bleiswijk (dubbelcircuit).

Wijzigingen na 2020 tot en met het steekjaar 2023

- Geen

Hieronder zijn de netverzwaringen weergegeven die in het KCD 2011 niet zijn meegenomen, omdat deze nog niet de status Realisatie hebben gekregen:

- Inlussen van de 380kV-verbinding Oostzaan–Krimpen in het 380kV-station Diemen.
- Realisatie van het nieuwe 150kV-station De Weel. Dit 150kV-station wordt in zijn geheel ingelust in de bestaande 150kV-verbinding Oterleek–Anna Paulowna. Hierdoor ontstaan de 150kV-verbindingen Oterleek–De Weel en De Weel–Anna Paulowna.

Zuid-Holland

Voor de zichtperiode van dit KCD wordt voor Zuid-Holland uitgegaan van de realisatie van de volgende netverzwaringen:

Wijzigingen tot en met het steekjaar 2017

- Realiseren van een tweede 150kV-circuit tussen Rotterdam Marconistraat en Ommoord met een transportcapaciteit van 300 MVA
- Realiseren van een tweede 150kV-circuit tussen Ommoord en Krimpen aan den IJssel met een transportcapaciteit van 300 MVA

Wijzigingen na 2017 tot en met het steekjaar 2020

- Geen

Wijzigingen na 2020 tot en met het steekjaar 2023

- Geen

Rotterdamse Haven

Voor de zichtperiode van dit KCD wordt voor het deelnet Rotterdamse Haven uitgegaan van de realisatie van de volgende netverzwaringen:

Wijzigingen tot en met het steekjaar 2017

- Het realiseren van een 150kV-verbinding met een transportcapaciteit van 2 x 300 MVA tussen de stations Geervliet en Middelharnis, waarbij de transformatoren op steel worden aangesloten.

Wijzigingen na 2017 tot en met het steekjaar 2020

- Geen

Wijzigingen na 2020 tot en met het steekjaar 2023

- Geen

13.1.5 Te verwachten ontwikkelingen in Regio West

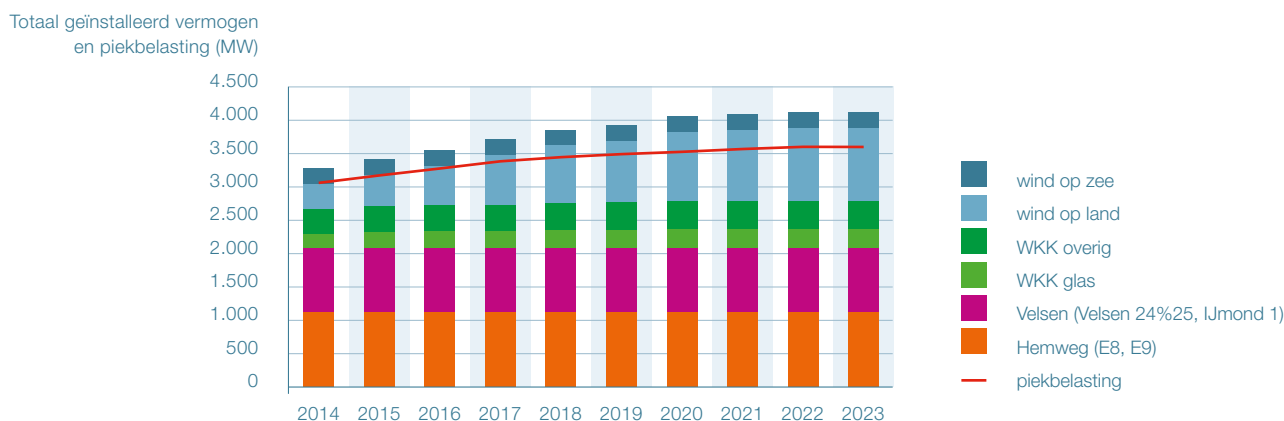
Noord-Holland

Figuur 13.4 geeft de ontwikkeling van de belasting en de productie voor het 150kV-net in Noord-Holland weer, zoals deze wordt voorzien voor de zichtperiode 2014-2023.

De toename van de piekbelasting is het gevolg van een stijging van de belasting in de onderliggende middenspanningsnetten, zoals opgegeven door de regionaal netbeheerder Liander. Deze toename van de belasting is het gevolg van een groei van het aantal woningen en kantoren, de toename van het aantal datacenters, een verwachte toename van het elektrisch vervoer in de regio Amsterdam en de realisatie van een nieuwe klantaansluiting in de Kop van Noord-Holland. De opgegeven belastingprognose is besproken met de regionaal netbeheerder. De totale piekbelasting in Noord-Holland ontwikkelt zich van 3.066 MW in 2014 naar 3.601 MW in 2023. De belasting van de klantaansluitingen die rechtstreeks zijn aangesloten op het 150kV-net, zijn verwerkt in de piekbelasting zoals weergegeven in figuur 13.4. Volgens opgave van Liander stijgt het huidig opgestelde windvermogen van 374 MW naar 1.107 MW in 2023.

Figuur 13.4

Ontwikkeling van de productie en maximale belasting (in MW) in Noord-Holland



In de Kop van Noord-Holland zijn concrete plannen voor grootschalige windparken in de Wieringermeer. Het windplan Wieringermeer is aangewezen door het Kabinet in de Structuurvisie Windenergie op land en in de structuurvisies van de provincie Noord-Holland en de gemeente Hollands Kroon. Het totaal opgestelde vermogen van het windplan Wieringermeer is voorzien op 400 MW.

Het opgestelde WKK-vermogen in het glastuinbouwgebied Agriport is weergegeven bij de categorie 'WKK Glas'. Volgens opgave zal het opgestelde WKK-vermogen voor dit gebied groeien van 193 MW in 2014 naar 262 MW in 2023.

Op de locatie Velsen staan drie productie-eenheden, de Velsen 24, de Velsen 25 en IJmond 01 met een totaal opgesteld vermogen van 950 MVA. In het KCD 2011 (zichtperiode 2012-2021) is als uitgangspunt gekozen dat beide Velsen-eenheden na het steekjaar 2020 worden vervangen door een nieuwe eenheid met een capaciteit van 650 MW. Door een herziening van de plannen door de eigenaar van de eenheden is dit uitgangspunt in dit KCD niet toegepast.

Het offshore windpark Q7 (Prinses Amalia Windpark) met een maximaal opgesteld vermogen van 120 MW en het offshore windpark Q8 (Noordzeewind) met een maximaal opgesteld vermogen van 108 MW zijn aangesloten op het 150kV-station Velsen.

Op de locatie Hemweg is in 2012 de nieuwe gasgestookte productie-eenheid Hemweg E9 met een capaciteit van 430 MW in bedrijf genomen. De nieuwe eenheid Hemweg E9 vervangt de productie-eenheid Hemweg E7 die wordt geamoveerd. Op de locatie Hemweg bevindt zich ook nog de kolengestookte productie-eenheid Hemweg E8 met een capaciteit van 630 MW.

Op de locatie Diemen is in 2013 een nieuwe gasgestookte productie-eenheid Diemen 34 in bedrijf genomen. Deze nieuwe eenheid is aangesloten op het 380kV-station Diemen en zal naast de levering van elektriciteit gaan voorzien in de warmtevraag in de regio Amsterdam en Almere. De bestaande productie-eenheid Diemen 33 heeft hierdoor een back-up functie gekregen.

Volgens opgave wordt de warmtekrachtcentrale PU01 (aangesloten op het 50kV-station Purmerend Kwadijker Koogweg) met een capaciteit van 63 MW in 2014 geamoveerd. Deze eenheid is in dit KCD dan ook uit bedrijf verondersteld.

Zuid-Holland

Figuur 13.5 geeft de ontwikkeling van de belasting en de productie voor Zuid-Holland weer, zoals deze wordt voorzien voor de zichtperiode 2014-2023.

De toename van de piekbelasting is het gevolg van een lichte stijging van de belasting in de onderliggende middenspanningsnetten, zoals opgegeven door de aangesloten regionaal netbeheerders. Deze toename van de belasting is het gevolg van economische ontwikkelingen die in deze regio zijn voorzien. De belastingtoename vindt vooral plaats rond de stations Alphen aan den Rijn, Delft, Leiden, en Rotterdam Waalhaven. Rond de overige stations is de belastingtoename zeer gering. Verder vindt er een verschuiving van belasting plaats in het deelnet Wateringen. Een deel van de belasting van de stations Rijswijk en Voorburg zal naar het station Ypenburg verschakeld worden. De totale belastingvraag in Zuid-Holland ontwikkelt zich van 3.117 MW in 2014 naar 3.300 MW in 2023.

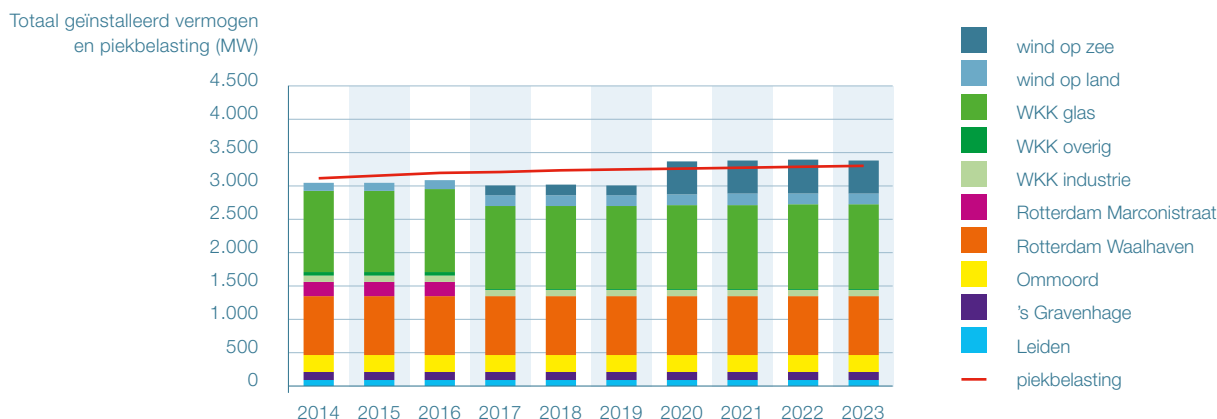
De toename van het decentrale productievermogen komt vooral voor rekening van het opgestelde windvermogen. Volgens opgave van de regionaal netbeheerders stijgt het huidig opgestelde windvermogen van 121 MW naar 662 MW in 2023. De groei van het windvermogen op land is in Zuid-Holland betrekkelijk klein. Voor de analyse van het net zijn twee offshore windparken meegenomen, die op de stations Sassenheim en Wateringen 150 kV zijn geprojecteerd.

De groei van het WKK-vermogen in de glastuinbouw is in vergelijking met voorgaande jaren nagenoeg stilgevallen. Aan het einde van de zichtperiode is zelfs een lichte afname voorzien. Hoge gasprijzen in combinatie met lage elektriciteitsprijzen worden hiervoor als reden genoemd. Volgens opgave van de regionale netbeheerders is het huidig opgestelde WKK-vermogen in de glastuinbouw 1.212 MW. Over de zichtperiode stijgt dit nog licht naar 1.271 MW in 2023.

Op de locaties Leiden (90 MW), 's-Gravenhage (120 MW), Ommoord (250 MW), Rotterdam Waalhaven (893 MW), en Rotterdam Marconistraat (209 MW) zijn gasgestookte productie-eenheden aangesloten. De eenheden op de locaties Leiden, 's-Gravenhage en Ommoord worden ingezet voor stadsverwarming en laten om deze reden een afwijkend inzetpatroon zien. Naar verwachting zullen de productie-eenheden op de locatie Rotterdam Marconistraat voor het eerste steekjaar (2017) worden geconserveerd. Vooral in de regio Rotterdam is de invloed van de productie-eenheden groot. Het totale vermogen van de eenheden (1.200 MW) in dit gebied is groter dan de totale belasting. Hierdoor vindt er relatief weinig vermogenstransport plaats tussen het landelijke net en het gebied rond Rotterdam. De productie-eenheden op de locaties Leiden, en 's-Gravenhage zijn aangesloten op het onderliggende net.

Figuur 13.5

Ontwikkeling van de productie en maximale belasting (in MW) in Zuid-Holland



Rotterdamse Haven

Figuur 13.6 geeft de ontwikkeling van de belasting en productie weer, zoals deze wordt voorzien voor de zichtperiode 2014-2023.

De toename in de belasting komt geheel voor rekening van een zwaardere belasting van de onderliggende middenspanningsnetten, zoals opgegeven door de regionaal netbeheerder. De belastingtoename is volledig toe te schrijven aan uitbreiding van industriële activiteiten op nieuwe locaties, daar de belastinggroei van bestaande klanten op 0% is voorondersteld.

De toename concentreert zich op de twee 150kV-stations in het westelijk havengebied: Maasvlakte en Europoort. Volgens opgave stijgt de belasting op het station Maasvlakte over de zichtperiode met circa 100 MW. De toename in Europoort bedraagt ongeveer 30 MW. De stijging in belasting is het gevolg van de uitbreiding van de havenactiviteiten in deze gebieden, waaronder inbegrepen Maasvlakte Twee. Ook de belasting op het station Theemsweg stijgt in de zichtperiode. Dit station vangt de groei op in het centraal gelegen deel van het industriële complex in de haven, de Botlek.

Met name voor de eerste jaren van de zichtperiode geeft de figuur een getrouw beeld van de verwachte ontwikkelingen aan decentraal vermogen. Over het tweede deel van de zichtperiode is de grafiek minder accuraat, aangezien zowel de regionaal netbeheerder als de aangesloten producenten hierover vaak nog geen nauwkeurig inzicht kunnen geven.

Met name in de jaren 2014-2016 wordt een grote toename verwacht in het opgestelde windvermogen. Zo zal op station Maasvlakte het nieuwe windpark 'Harde Zeewering' worden aangesloten (120 MW). Verder zal het bestaande windpark 'Slufter' worden gerenoveerd, verplaatst en tevens uitgebreid worden

met 41 MW. Via de nieuwe 150kV-verbinding tussen Middelharnis en Geervliet-Noorddijk zullen diverse windparken op het 13kV- en 50kV-net van Goeree-Overflakkee (totaal 150 MW) invoeden op het station Geervliet-Noorddijk. Ook het vermogen van het windpark Krammersluizen (114 MW) wordt vanaf 2016 meegeteld in de op station Geervliet-Noorddijk aangesloten productiemiddelen. Voor aansluiting van dit windpark zal echter te Middelharnis een 150kV-installatie moeten worden gebouwd. Door de nieuwe 150/50kV-transformatoren te Middelharnis vermindert reeds voor 2017 de belasting op de 150/50kV-transformatoren in Dordrecht Zuid (Sterrenburg).

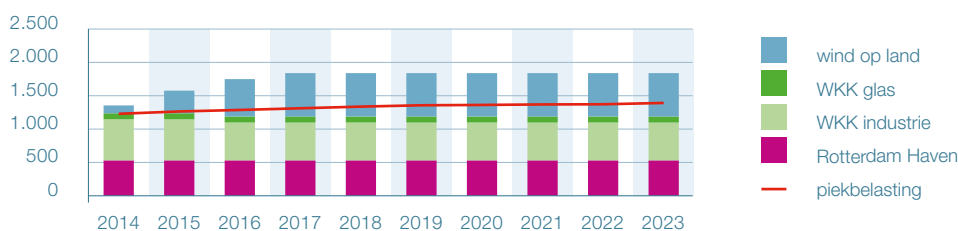
Bij de industriële WKK-eenheden is een omgekeerde ontwikkeling gaande. Het opgestelde vermogen van deze categorie loopt naar verwachting terug. Een belangrijke reden is dat oudere WKK-eenheden die uit bedrijf worden genomen, niet meer worden vervangen. Hoge gasprijzen in combinatie met lage elektriciteitsprijzen worden hiervoor als oorzaak genoemd. Nieuwbouw van warmtekrachtvermogen op Maasvlakte Twee en in Europoort ligt ook bij verbetering van de marktomstandigheden niet voor de hand, omdat de nieuwe activiteiten in deze gebieden voornamelijk overslag betreffen die geen warmtebehoefte kennen.

Hoewel een dalende trend zichtbaar is, ontbreken gedetailleerde gegevens omtrent de daadwerkelijke ontwikkeling bij WKK-installaties. Exploitanten zijn terughoudend bij het melden van voorgenomen uitbedrijfstellingen. Om de effecten van een sterke daling van de inzet van WKK's op het 150kV-transportnet te onderzoeken, wordt in dit KCD een regionaal scenario 'WKK UIT' geïntroduceerd. Hiermee worden knelpunten zichtbaar gemaakt, die zich in het net zouden kunnen voordoen bij een voortgaande daling van de inzet van WKK's.

Figuur 13.6

Ontwikkeling van de productie en maximale belasting (in MW) in de Rotterdamse Haven

Totaal geïnstalleerd vermogen en piekbelasting (MW)



13.2 Scenario's en planningssituaties voor de netberekeningen van regio West

13.2.1 Noord-Holland

Voor Noord-Holland is identiek aan het KCD 2011 het 'Business as Usual'-scenario (BaU) aangehouden. Op basis van analyse van de DC loadflow-berekeningen zijn voor Noord-Holland drie kritische planningssituaties geselecteerd, die karakteristiek zijn voor de totale zichtperiode. Deze situaties hebben overeenkomsten met de gehanteerde planningssituaties van het KCD 2011. Specifieke informatie over deze planningssituaties ten aanzien van productie en belasting zijn in tabel 13.6 gepresenteerd.

Daarnaast is ook een regionale planningssituatie ('Laaglast') doorgerekend waarin de onderstaande uitgangspunten zijn gehanteerd:

- lage belasting;
- inzet van procesgerelateerd productievermogen;
- lage inzet van decentraal WKK-productievermogen;
- gereduceerde inzet van conventioneel productievermogen;
- een hoge inzet van windvermogen, waarbij eventuele 'nieuwe' offshore windparken worden aangesloten op het 380kV-station Beverwijk.

Met deze regionale planningssituatie wordt getoetst of het 150kV-net in Noord-Holland voldoende robuust is om een hoog overschot aan vermogen, decentraal opgewekt door windvermogen en procesgerelateerd productievermogen, bij lage belasting af te voeren naar het landelijke hoogspanningsnet.

Deze regionale planningssituatie is gebaseerd op het landelijke 'Business as Usual'-scenario en ontwikkeld buiten het sequentieel model. Dit regionale scenario sluit aan bij het nachtelijke belastingscenario (inclusief decentrale opwekking), zoals toegepast in het KCD van Liander. Specifieke informatie over deze planningssituaties is in tabel 13.7 gepresenteerd onder planningssituatie vier.

Tabel 13.6

Overzicht van productie-inzet en belasting (in % van maximum) van de planningsituaties				
	Planningssituatie 1	Planningssituatie 2	Planningssituatie 3	Planningssituatie 4
Belasting	98	57	98	30
WKK Glas	71	71	71	95
WKK Industrie	99	99	99	20
WKK Overig	99	99	99	20
Wind (onshore)	5	49	55	80
Wind (offshore)	18	66	67	80
Velsen (Velsen 24&25, IJmond 1)	62	58	62	51
Hemweg (E8, E9)	56	4	24	54

Tabel 13.7

Overzicht van productie-inzet en belasting (in % van maximum) van de planningsituaties				
	Business as Usual			WKK laag
	Planningssituatie 1	Planningssituatie 2	Planningssituatie 3	Planningssituatie 4
Belasting	94	96	77	95
WKK Glas	93	95	71	20
WKK Industrie	97	98	87	20
WKK Overig	86	86	87	20
Wind (onshore)	38	16	2	20
Wind (offshore)	65	54	8	20
Leiden	91	91	91	91
's Gravenhage	86	86	86	86
Ommoord	88	88	88	88
Rotterdam Waalhaven	85	76	48	85

13.2.2 Zuid-Holland

Voor het 150kV-net Zuid-Holland is identiek aan het KCD 2011 het 'Business as Usual'-scenario aangehouden. Op basis van analyse van de DC-loadflow-berekeningen zijn drie kritische planningsituaties geselecteerd, die karakteristiek zijn voor de totale zichtperiode. Specifieke informatie over deze planningsituaties ten aanzien van productie en belasting zijn in tabel 13.7 gepresenteerd.

Daarnaast is specifiek voor het 150kV-net Zuid-Holland een regionaal scenario ontwikkeld. In dit scenario wordt een lage inzet van WKK-eenheden bij een hoge belasting verondersteld. Met dit scenario wordt duidelijk in welke mate de deelnetten in Zuid Holland voor de leveringszekerheid afhankelijk zijn van de WKK-eenheden in het deelnet.

13.2.3 Rotterdamse Haven

Ten behoeve van netberekeningen zijn voor de Rotterdamse Haven twee scenario's vastgesteld. Het eerste scenario is gebaseerd op het 'Business as Usual'-scenario zoals door TenneT gehanteerd voor het landelijk transportnet. Op basis van analyse van de DC-loadflow-berekeningen zijn vervolgens drie kritische planningsituaties geselecteerd, die karakteristiek zijn voor de totale zichtperiode. In het tweede scenario is buiten het sequentieel model om specifiek voor het deelnet 'Maasvlakte-Simonshaven' een regionaal scenario ontwikkeld waarin de gevolgen zijn onderzocht van het buiten bedrijf stellen van industriële WKK-eenheden bij aangeslotenen in de Rotterdamse Haven. Het industrieverband Deltalinqs heeft op deze mogelijkheid gewezen, vanwege de ongunstige marktvooruitzichten van warmtekrachtvermogen door de combinatie van hoge gasprijzen en lage elektriciteitsprijzen. Voor dit scenario is aangenomen dat de inzet van WKK's in het steekjaar 2017 halveert ten opzichte van de uitgangspunten in het landelijke scenario.

Specifieke informatie over deze planningsituaties ten aanzien van productie en belasting voor beide scenario's is in tabel 13.8 gepresenteerd.

Tabel 13.8

Overzicht van productie-inzet en belasting (in % van maximum) van de planningsituaties						
	Business as Usual			Business as Usual / WKK laag		
	Plannings-situatie 1	Plannings-situatie 2	Plannings-situatie 3	Plannings-situatie 4	Plannings-situatie 5	Plannings-situatie 6
Belasting	100	100	100	100	100	100
WKK Glas	0	0	0	0	0	0
WKK Industrie	97	98	87	48	49	43
WKK Overig	0	0	0	0	0	0
Wind (onshore)	38	16	2	38	16	2
Wind (offshore)	0	0	0	0	0	0
Rotterdamse Haven	62	63	61	62	63	61

13.3 Geconstateerde kneipunten op verbindingen van regio West

13.3.1 Noord-Holland

De resultaten van de loadflow-berekeningen op basis van de planningssituaties uit paragraaf 13.2.1 laten kneipunten zien op diverse verbindingen en transformatoren tussen 2017 en 2023 (zie tabel 13.9).

Hieronder worden in het kort de belangrijkste oorzaken aangegeven van de kneipunten die zijn geconstateerd.

Tabel 13.9

Resultaten voor de kneipunten op de verbindingen in deelnet Noord-Holland			
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium		
	2017	2020	2023
Kop van Noord-Holland			
Diemen-Wijdewormer	b	b	b
Oterleek-Wijdewormer	b	a&b	a&b
Oterleek-Westwoud	b	b	b
Velsen-Oterleek	b	b	b
Amsterdam Centrum			
Noord-Klaprozenweg-Hoogte Kadijk	b	b	b
Hemweg-Oostzaan	b	b	b
Amsterdam Zuidoost			
Diemen-Venserweg	b		
Diemen-Watergraafsmeer	b		
Venserweg-Watergraafsmeer	b		
Venserweg-Bijlmer Zuid	b	b	b
Venserweg-Nieuwe Meer	b		
Nieuwe Meer-Amstelveen	b		
Vijfhuizen			
Vijfhuizen-Nieuwe Meer	b	b	b

Netdeel Kop van Noord-Holland

Diemen–Wijdewormer en Oterleek–Wijdewormer

- Toename opgesteld (onshore) windvermogen in Noord-Holland en dan met name de voorziene realisatie van het windplan Wieringermeer (400 MW) in de kop van Noord-Holland.
- Gestage groei opgesteld productievermogen (WKK) in het glastuinbouwgebied Agriport (ECW).

Oterleek–Westwoud

- Gestage groei opgesteld productievermogen (WKK) in het glastuinbouwgebied Agriport (ECW).

Velsen–Oterleek

- Uitval van het nevencircuit en de kabelverbinding tussen het station Westwoud en het glastuinbouwgebied Agriport. De levering van productievermogen vanuit het glastuinbouwgebied Agriport wordt onderbroken. Het transport vanuit de productielocatie Velsen naar het belastinggebied rondom Oterleek en Anna Paulowna zal hierdoor toenemen.
- Uitval 380kV-circuits Diemen–Oostzaan en Diemen–Krimpen resulteert in een hoog vermogenstransport door het 150kV-net vanuit Beverwijk via Velsen en Oterleek naar Diemen. Dit heeft een relatie met een toename van het opgestelde productievermogen op de Maasvlakte. Door een hoge productiesituatie op de Maasvlakte en een lage productiesituatie in het noorden van het land zal er een vermogenstransport van zuid naar noord ontstaan. Dit kan in bepaalde onderhoudssituaties resulteren in genoemde knelpunten.
- Amoveren 150kV-verbinding Velsen–Vijfhuizen en openen 150kV-verbinding Velsen–Waarderpolder.

Netdeel Amsterdam Centrum

Noord Klaprozenweg–Hoogte Kadijk

- Toenemende belasting in Noord-Holland.
- Deze kabelverbinding is uitgevoerd als uitwendige gasdrukpijkabels (UGD) waarvan de transportcapaciteit door veroudering naar beneden is bijgesteld. Gevolg is een ontoereikende transportcapaciteit op deze verbindingen.

Amsterdam Hemweg–Oostzaan

- Productiesituatie op locatie Hemweg (HW-E8 / HW-E9 / AVI) in combinatie met een periode van lage belasting.

Netdeel Amsterdam Zuidoost

Diemen–Venserweg, Diemen–Watergraafsmeer en Venserweg–Watergraafsmeer

- Toenemende belastingvraag in Noord-Holland.

Venserweg–Bijlmer Zuid

- Toenemende belastingvraag in Noord-Holland.
- Deze kabelverbinding is uitgevoerd als uitwendige gasdrukpijkabels (UGD) waarvan de transportcapaciteit door veroudering naar beneden is bijgesteld. Gevolg is een ontoereikende transportcapaciteit op deze verbindingen.

Venserweg–Nieuwe Meer, Nieuwe Meer–Amstelveen

- Gefaseerde realisatie Randstad 380 kV Noordring. Bij onderhoud aan het 380kV-circuit Beverwijk–Vijfhuizen en bij uitval van het nevencircuit moet de belasting in de regio Vijfhuizen worden gevoed vanuit het 380/150kV-station Diemen via de 150kV-stations Venserweg en Nieuwe Meer.

Netdeel Vijfhuizen

Vijfhuizen–Nieuwe Meer

- Gefaseerde realisatie Randstad 380 kV Noordring. Bij onderhoud aan het 380kV-circuit Beverwijk–Vijfhuizen en uitval van het nevencircuit moet de belasting in de regio Vijfhuizen worden gevoed vanuit het 380/150kV-station Diemen via de 150kV-stations Venserweg en Nieuwe Meer.
- Uitval 380kV-circuits Diemen–Oostzaan en Diemen–Krimpen resulteert in een hoog vermogenstransport door het 150kV-net vanuit Beverwijk via Velsen en Oterleek naar Diemen.
- Dit heeft een relatie met een toename van het opgestelde productievermogen op de Maasvlakte. Door een hoge productiesituatie op de Maasvlakte en een lage productiesituatie in het noorden van het land zal er een vermogenstransport van zuid naar noord ontstaan. Dit kan in bepaalde onderhoudssituaties resulteren in genoemde knelpunten.
- Amoveren 150kV-verbinding Velsen–Vijfhuizen en openen 150kV-verbinding Velsen–Waarderpolder.

13.3.2 Zuid-Holland

De resultaten van de loadflow-berekeningen op basis van de planningssituaties uit paragraaf 13.2.2 laten geen knelpunten op verbindingen zien tussen 2017 en 2023.

13.3.3 Rotterdamse Haven

De resultaten van de loadflow-berekeningen op basis van de scenario's uit paragraaf 13.2.3 laten knelpunten zien op de verbindingen tussen de 150kV-stations Botlek, Geervliet, Geervliet-Noorddijk, Tinte, Europoort en Maasvlakte, die tezamen de belangrijkste ader vormen voor transport van elektriciteit tussen de 380kV-koppelpunten Maasvlakte en Simonshaven en het hart van het industriegebied. (zie tabel 13.10).

Europoort–Tinte–Geervliet

Het 150kV-net in de Rotterdamse Haven is met het 380kV-net verbonden in de stations Simonshaven en Maasvlakte. De verbinding tussen Geervliet en Simonshaven bestaat uit een 500 MVA enkelcircuit kabelverbinding. De verbinding tussen Geervliet en Maasvlakte verloopt via Tinte en Europoort en bestaat uit een dubbelcircuit lijnverbinding van 2 x 180 MVA.

Bij uitval van de koppeltransformator te Simonshaven moet al het noodzakelijke vermogen voor de Botlek worden getransporteerd vanuit de Maasvlakte via de verbinding Europoort–Tinte–Geervliet. Omgekeerd moet, bij uitval van de koppeltransformatoren op de Maasvlakte, al het vermogen voor Europoort en Maasvlakte vanuit Simonshaven via dezelfde verbinding, maar in omgekeerde richting worden getransporteerd.

Botlek–Geervliet (Noorddijk) en Geervliet–Geervliet Noorddijk

Het samenstel van de verbindingen tussen de stations Botlek en Geervliet aan weerszijde van het Hartelkanaal scoren diverse knelpunten op het b-criterium. Overschrijdingen doen zich voor bij uitval van twee verbindingen tegelijkertijd.

Theemsweg–Botlek

In het scenario 'WKK UIT' ontstaat een knelpunt op de afgewaardeerde gasdrukpijp verbinding van 83 MVA tussen Theemsweg en Botlek (zwart), bij uitval van het nevencircuit en de verbinding Merseyweg–Theemsweg. Doordat in dit scenario minder vermogen door de achter Theemsweg aangesloten WKK's wordt opgewekt, moet meer vermogen worden aangevoerd. Bij afwezigheid van de genoemde verbindingen is de transportcapaciteit van de enig overgebleven verbinding ontoereikend.

Maasvlakte–Europoort

In het scenario 'WKK UIT' wordt de transportcapaciteit van de verbinding Maasvlakte–Europoort (300 MVA) overschreden bij uitval van het nevencircuit en de koppeltransformator te Simonshaven. In het scenario 'Business as Usual' is juist geconstateerd dat dit knelpunt zich niet langer voordoet. De oorzaak ligt in het feit dat in het 'WKK UIT'-scenario méér vermogen naar het industriegebied moet worden getransporteerd, omdat er minder elektriciteit zelf wordt opgewekt.

Tabel 13.10

Gesignaleerd knelpunt op	Criterium		
	2017	2020	2023
Botlek - Theemsweg	b	b	b
Tinte - Europoort	b	b	b
Geervliet Noorddijk - Tinte	b	b	b
Botlek - Geervliet	b	b	b
Botlek - Geervliet Noorddijk	b	b	b
Geervliet - Geervliet Noorddijk	b	b	b
Europoort - Maasvlakte	b	b	b

13.4 Geconstateerde kneipunten op stations van regio West

13.4.1 Noord-Holland

In tabel 13.11 zijn de kneipunten voor de verschillende stationstoetsingen samengevat.

Tabel 13.11

Resultaten voor de kneipunten op de stations in deelnet Noord-Holland			
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium		
	2017	2020	2023
Kop van Noord-Holland			
station Anna Paulowna	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
station Diemen (380 kV)	r	r	r
Amsterdam Centrum			
station Oostzaan	b	b	b
station Oostzaan	r	r	r
Amsterdam Zuidoost			
station Zorgvlied	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
station Bijlmer Noord	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
station 's Graveland	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
Vijfhuizen			
station Haarlemmermeer	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
station Vijfhuizen (380 kV)	r	r	r

Kneipunten bij toetsing aan de 100 MW/6h grens

Netdeel Kop van Noord-Holland

Anna Paulowna

De maximale belasting van het station Anna Paulowna overschrijdt de grens van 100 MW. Dit station is een 'uitloper' gevoed door twee circuits (bovenlijn) vanuit het 150kV-station Oterleek.

Netdeel Amsterdam Centrum

Koppeltransformatoren Station Oostzaan

Productiesituatie op locatie Hemweg (HW-E8/ HW-E9/ AVI) in combinatie met een periode van lage belasting.

Netdeel Amsterdam Zuidoost

Zorgvlied

De maximale belasting van het station Zorgvlied zal in deze zichtperiode de grens van 100 MW niet overschrijden. Dit station is een uitloper, gevoed door twee kabelcircuits (type UGD) vanuit het station Venserweg. Het station Venserweg is uitgevoerd met een gesloten 150kV-installatie. Bij specifiek onderhoud aan een kabelcircuit Venserweg-Zorgvlied of een 150kV-veld in station Venserweg kan er echter niet in alle gevallen worden voldaan aan de maximale teruggavetijd van 6 uur.

Bijlmer Noord

De maximale belasting van het station Bijlmer Noord zal in deze zichtperiode de grens van 100 MW niet overschrijden. Dit station is een uitloper gevoed door twee kabelcircuits (type kunststof) vanuit de stations Diemen en Amstelveen. De stations Bijlmer Noord en Amstelveen zijn uitgevoerd met een gesloten 150kV-installatie. Bij specifiek onderhoud aan een 150kV-veld in de stations Bijlmer Noord of Amstelveen kan er echter niet in alle gevallen worden voldaan aan de maximale teruggavetijd van zes uur.

's Graveland

De maximale belasting van het station 's Graveland overschrijdt de grens van 100 MW. Dit station wordt met twee circuits (bovenlijn) gevoed vanuit het station Diemen. Het derde circuit richting station Pampus (deelnet Randmeren) wordt als netopening bedreven. Door het amoveren en conserveren van productievermogen in de regio Almere is het niet meer mogelijk om N-1-veilig belasting te verschuiven van station 's Graveland naar het station Pampus (operationele maatregel). Dit heeft tot gevolg dat er tijdens onderhoud aan een circuit Diemen-'s Graveland niet meer kan worden voldaan aan het 100 MW-criterium

Netdeel Vijfhuizen

Haarlemmermeer

De maximale belasting van het station Haarlemmermeer overschrijdt de grens van 100 MW. Dit station wordt met twee circuits (bovenlijn) gevoed vanuit het station Vijfhuizen. Het derde circuit richting Sassenheim (Zuid-Holland) wordt als netopening bedreven. Door een toename van de belasting is het niet meer mogelijk om N-1-veilig belasting te verschuiven van het station Haarlemmermeer naar het station Sassenheim (operationele maatregel). Dit heeft tot gevolg dat er tijdens onderhoud aan een circuit Haarlemmermeer-Vijfhuizen niet meer kan worden voldaan aan het 100 MW-criterium.

Knelpunten bij toetsing aan het railcriterium

Netdeel Kop van Noord-Holland

Diemen (380 kV)

Onderhoud aan een 380kV-rail in station Diemen en uitval van de tweede 380kV-rail resulteert in een uitval van het gehele 380kV-station, inclusief de koppeling 380/150kV. De belasting van de stations Anna Paulowna, Westwoud, Oterleek en Wijde-wormer moet in deze situatie worden gevoed vanuit het station Velsen via het station Oterleek. Hierdoor ontstaat er een knelpunt op de 150kV-verbinding Velsen-Oterleek.

Netdeel Amsterdam Centrum

Oostzaan (380kV)

Onderhoud aan een 380kV-rail in station Oostzaan en uitval van de tweede 380kV-rail resulteert in een uitval van het gehele 380kV-station, inclusief de 380/150kV-koppeling. De stations Hemweg, Noord Klapprozenweg, Noord Papaverweg en Hoogte Kadijk zullen spanningsloos raken. Er zal in totaal ongeveer 700 MW belasting worden afgeschakeld, waaronder het gehele centrum van Amsterdam. De productie op de locatie Hemweg zal bij uitval van het 380kV-station Oostzaan van het net gaan.

Netdeel Vijfhuizen

Vijfhuizen 380kV

Onderhoud aan een 380kV-rail in station Vijfhuizen en uitval van de tweede 380kV-rail resulteert in een uitval van het gehele 380kV-station, inclusief de koppeling 380/150kV. De belasting van de stations Vijfhuizen, Haarlemmermeer, Waarderpolder en Nieuwe Meer moet in deze situatie worden gevoed vanuit het station Diemen via het station Venserweg. Hierdoor ontstaan er knelpunten op de 150kV-verbindingen Nieuwe Meer-Amstelveen, Venserweg-Nieuwe Meer en Vijfhuizen-Nieuwe Meer.

13.4.2 Zuid-Holland

In tabel 13.12 zijn de knelpunten voor de verschillende toetsingen samengevat.

Tabel 13.12

Resultaten voor de knelpunten op de stations in deelnet Zuid-Holland			
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium		
	2017	2020	2023
Crayestein			
Alblasserdam	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
Dordrecht Merwedehaven	r	r	r
Westerlee			
Westerlee	r	r	r
Wateringen			
Ypenburg	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
Krimpen-Bleiswijk			
Rotterdam Centrum	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
Zoetermeer	r	r	r

Knelpunten bij toetsing aan het c-criterium

Geen knelpunten bij de toetsing aan het c-criterium geconstateerd in Zuid-Holland.

Knelpunten bij toetsing aan de 100 MW/6h grens

Netdeel Crayestein

Alblasserdam

Dit station is met twee circuits verbonden met het 150kV-net. Station Alblasserdam voedt naast haar eigen belasting ook de belasting achter de transformatoren in Arkel. De maximale belasting van station Alblasserdam stijgt van 227 MW in 2014 naar 233 MW in 2023, en is het gehele jaar meer dan 100 MW.

Netdeel Wateringen

Ypenburg

Dit station is met twee kabelcircuits verbonden met het 150kV-net. Dit station is als gasgeïsoleerde installatie uitgevoerd en via kabels met het net verbonden, waardoor het langer dan 6 uur kan duren voordat de voorziening na een storing tijdens werkzaamheden hersteld is.

Netdeel Krimpen-Bleiswijk

Rotterdam Centrum

Dit station is met twee kabelcircuits verbonden met het 150kV-net. Het station bestaat uit een luchtgeïsoleerde installatie in een gebouw. Dit station is met UGD-kabels aangesloten, waardoor het langer dan zes uur kan duren voordat de voorziening na een storing tijdens werkzaamheden hersteld is.

Knelpunten bij toetsing aan het railcriterium

Netdeel Crayestein

Dordrecht Merwedehaven

Werkzaamheden aan een 150kV-rail in station Dordrecht Merwedehaven en uitval van de tweede 150kV-rail resulteert in een uitval van de stations Alblasserdam en Dordrecht Merwedehaven. Dit station is met een gasgeïsoleerde installatie uitgerust, waardoor het langer dan zes uur kan duren voordat de voorziening na een storing tijdens werkzaamheden hersteld is. De uitval van de stations Alblasserdam en Dordrecht Merwedehaven resulteert in een uitval van belasting.

Netdeel Westerlee

Westerlee

Werkzaamheden aan een 150kV-rail in station Westerlee en uitval van de tweede 150kV-rail resulteert in uitval van het gehele station Westerlee. Dit station is met een gasgeïsoleerde installatie uitgerust, waardoor het langer dan zes uur kan duren voordat de voorziening na een storing tijdens werkzaamheden hersteld is. De uitval van het station Westerlee resulteert in een uitval van belasting.

Netdeel Krimpen-Bleiswijk

Zoetermeer

Werkzaamheden aan een 150kV-rail in station Zoetermeer en uitval van de tweede 150kV-rail resulteert in een uitval van het gehele station Zoetermeer. Dit station is met een gasgeïsoleerde installatie uitgerust, waardoor het langer dan zes uur kan duren voordat de voorziening na een storing tijdens werkzaamheden hersteld is. De uitval van het station Zoetermeer resulteert in een uitval van belasting.

Kortsluitvastheidsknelpunten

Er zijn geen kortsluitvastheidsknelpunten geconstateerd in Zuid-Holland.

13.4.3 Rotterdamse Haven

In tabel 13.13 zijn de knelpunten voor de verschillende toetsingen samengevat.

Knelpunten bij toetsing aan het c-criterium

Geen knelpunten bij de toetsing aan het c-criterium geconstateerd in de Rotterdamse Haven.

Knelpunten bij toetsing aan de 100 MW/6h grens

Arkel

De maximale belasting in Arkel overschrijdt de grens van 100 MW. De verbindingen naar deze locatie vormen transformator aansluitkabels; er is geen 150kV-station, maar een 50kV-station te Arkel. De verbindingen hebben een grotere capaciteit dan de transformatoren die erdoor worden gevoed. Het risico op uitval van een distributietransformator wordt in het KCD van de regionaal netbeheerder besproken.

Knelpunten bij toetsing aan het railcriterium

Geervliet-Noorddijk

Het station Geervliet-Noorddijk beschikt niet over langsscheiding. Het station voedt zelf géén belasting. Wel komt een aantal verbindingen op de rails van dit station samen. Het industriële cluster rondom station Botlek is afhankelijk van de verbindingen via Geervliet-Noorddijk, aangezien door de midden-spanningskoppelingen te Oudeland en Vondelingenweg geen elektriciteitstransport van enige betekenis kan plaatsvinden.

Kortsluitvastheidsknelpunten

Europoort en Botlek

Voor de stations Europoort en Botlek is voor de berekeningen van de driefasekortsluitstroom een conservatieve waarde van 29,5 kA aangehouden. Deze waarde dreigt in de zichtperiode van dit KCD te worden overschreden. TenneT laat momenteel onderzoek uitvoeren om de kortsluitvastheid van de installaties en de beperkende component(en) nauwkeuriger vast te stellen. Mocht uit dit onderzoek blijken dat deze toch te laag is, dan zullen tevens de mogelijkheden in kaart worden gebracht om de kortsluitvastheid op te waarderen.

Tabel 13.13

Resultaten voor de knelpunten op de stations in deelnet Rotterdamse Haven			
Gesignaleerd knelpunt op	Criterium		
	2017	2020	2023
Geervliet-Noorddijk	r	r	r
Arkel	100MW/6h	100MW/6h	100MW/6h
Europoort	I_k	I_k	I_k
Botlek	I_k	I_k	I_k

13.5 Voorziene maatregelen voor de verbindingen van regio West

13.5.1 Noord-Holland

Netdeel Amsterdam Zuidoost

Diemen–Venserweg, Diemen–Watergraafsmeer en Venserweg–Watergraafsmeer (nieuw)

De verbinding Diemen–Venserweg is gedeeltelijk uitgevoerd als bovenlijn en gedeeltelijk als kabel. Deze verbinding bestaat uit twee circuits.

De verbindingen Diemen–Watergraafsmeer en Venserweg–Watergraafsmeer zijn uitgevoerd als 1-circuit kabelverbinding. Het knelpunt treedt alleen op in het steekjaar 2017. Dit knelpunt treedt niet op in de steekjaren 2020 en 2023, omdat in die jaren de grenswaarde voor een knelpunt hoger ligt.

Venserweg–Nieuwe Meer en Nieuwe Meer–Amstelveen

De verbindingen Venserweg–Nieuwe Meer en Nieuwe Meer–Amstelveen zijn uitgevoerd als 1-circuit kabelverbinding. Het knelpunt treedt alleen op in het steekjaar 2017 als de 380kV-circuits Beverwijk–Vijfhuizen wit en zwart niet beschikbaar zijn. Dit knelpunt wordt in de steekjaren 2020 en 2023 opgelost door het sluiten van de Randstad 380 kV Noordring vanuit Vijfhuizen naar Bleiswijk. Tot het moment van sluiting van de Noordring wordt noodzakelijk onderhoud uitgevoerd in een periode van lage belasting. Door het sluiten van de Randstad 380 kV Noordring wordt uitval van deze verbinding(en) als gevolg van overbelasting voorkomen en de toenemende belasting in de regio Vijfhuizen zeker gesteld.

Netdeel Vijfhuizen

Vijfhuizen–Nieuwe Meer

De kabelverbinding Vijfhuizen–Nieuwe Meer bestaat uit één kabelcircuit. Voor deze verbinding wordt een knelpunt geconstateerd als de 380kV-circuits Beverwijk–Vijfhuizen wit en zwart niet beschikbaar zijn. Dit knelpunt treedt alleen op in het steekjaar 2017. Dit knelpunt wordt in de steekjaren 2020 en 2023 opgelost door het sluiten van de Randstad 380 kV Noordring vanuit Vijfhuizen naar Bleiswijk. Tot het moment van sluiting van de Noordring wordt noodzakelijk onderhoud uitgevoerd in een periode van lage belasting.

Voor deze verbinding treedt ook een knelpunt op als de 380kV-circuits Diemen–Oostzaan en Diemen–Krimpen niet beschikbaar zijn. Voor deze situatie bestaat de oplossing uit het implementeren van de 150kV-visie zoals omschreven in het visiedocument 'Amsterdam 150 kV' (Ontwikkeling en Visie 2030). In eerste instantie zal onderhoud worden gepland in een periode waarin er geen vermogenstransport van zuid naar noord plaatsvindt. Door het toepassen van de voorgestelde oplossingsalternatieven wordt uitval van deze verbinding door overbelasting voorkomen en de toenemende belastingvraag in de regio Vijfhuizen zeker gesteld.

Netdeel Amsterdam Centrum

Hemweg–Oostzaan

Een mogelijke oplossingsrichting voor dit knelpunt is het plaatsen van een vierde koppeltransformator (380/150 kV) op het station Oostzaan en de realisatie van een vierde circuit Hemweg–Oostzaan (project 002.598 / IBN Q1 2018). In eerste instantie zal gepland onderhoud worden afgestemd met de productiesituatie op de locatie Hemweg. Door het toepassen van de voorgestelde oplossingsrichting kan het aangesloten productievermogen op de locatie Hemweg veilig worden afgevoerd naar het landelijke hoogspanningsnet (380 kV). Daarnaast wordt uitval als gevolg van overbelasting voorkomen en de toenemende belastingvraag in een belangrijk deel van Amsterdam zeker gesteld.

Noord Klaprozenweg–Hoogte Kadijk

Een mogelijke oplossingsrichting voor dit knelpunt is het verhogen van de transportcapaciteit door opwaardering van de drie bestaande kabelcircuits (project 002.392 / IBN Q4 2017). In eerste instantie wordt noodzakelijk onderhoud gepland in een periode van lage belasting. Door het verhogen van de transportcapaciteit wordt de toenemende belastingvraag van het station Hoogte Kadijk zeker gesteld, waaronder een belangrijk deel van het centrum van Amsterdam.

Netdeel Kop van Noord-Holland

Oterleek–Wijdewormer en Diemen–Wijdewormer

De verbindingen Oterleek–Wijdewormer en Diemen–Wijdewormer zijn uitgevoerd als bovenlijn en elke afzonderlijke verbinding bestaat uit drie circuits.

Een mogelijke structurele oplossingsrichting voor dit knelpunt is het sturen van het vermogenstransport door het plaatsen van een dwarsregeltransformator in het station Oterleek. Door het realiseren van de voorgestelde oplossingsrichting kan het duurzaam opgewekte productievermogen in de kop van Noord-Holland op een veilige manier worden afgevoerd naar het landelijke hoogspanningsnet (380 kV). Vooruitlopend op de structurele oplossing wordt onderzoek gedaan naar toepassing van 'Dynamic Line Rating' (DLR).

Velsen–Oterleek

De verbinding Velsen–Oterleek is uitgevoerd als bovenlijn en bestaat uit twee circuits. Voor deze verbinding wordt een knelpunt geconstateerd als het nevencircuit en de kabelverbinding Westwoud–Agriport niet beschikbaar zijn. Een mogelijke oplossingsrichting voor dit knelpunt is het sturen van het vermogenstransport door het plaatsen van een dwarsregeltransformator in het station Oterleek. Vooruitlopend hierop kan mogelijk 'Dynamic Line Rating' (DLR) worden toegepast.

Voor deze verbinding treedt ook een knelpunt op als de 380kV-circuits Diemen–Oostzaan en Diemen–Krimpen niet beschikbaar zijn. Een mogelijke oplossingsrichting voor deze situatie is het insluiten van het 380kV-circuit Krimpen–Oostzaan in het 380kV-station Diemen. Vooruitlopend hierop zal onderhoud worden gepland in een periode waarin geen vermogenstransport van zuid naar noord plaatsvindt.

Oterleek–Westwoud

Het station Westwoud wordt als 'uitloper' bedreven. De verbinding Oterleek–Westwoud is uitgevoerd als bovenlijn en bestaat momenteel uit drie circuits.

Dit knelpunt wordt opgelost door het ontsluiten van het station Westwoud via het nieuw te bouwen station Middenmeer. Deze oplossingsrichting is als voorkeursalternatief uitgewerkt in een investeringsvoorstel (project 002.521/ IBN Q2 2018). Door het toepassen van deze oplossingsrichting kan er worden voorzien in de gestage groei van het WKK-vermogen in het glastuinbouwgebied Agriport. Daarnaast wordt uitval van de verbinding Oterleek–Westwoud als gevolg van overbelasting voorkomen en wordt de toenemende belastingvraag in de regio Westwoud geaccommodeerd.

Netdeel Amsterdam Zuidoost

Venserweg–Bijlmer Zuid

De kabelverbinding Venserweg–Bijlmer Zuid bestaat uit twee kabelcircuits en is uitgevoerd als uitwendige gasdrukpijpkabel (UGD).

Dit knelpunt wordt opgelost door implementeren van de visie zoals omschreven in het visiedocument 'Amsterdam 150 kV' (Ontwikkeling en Visie 2030). Door het implementeren van deze visie wordt uitval van deze verbinding als gevolg van overbelasting voorkomen en wordt tevens de toenemende belastingvraag in de regio Amsterdam Zuid geaccommodeerd.

13.5.2 Rotterdamse Haven

Naar aanleiding van het KCD uit 2009 en het KCD uit 2011 is in 2012 reeds een alternatievenstudie verricht naar de knelpunten in de 150kV-transportverbindingen tussen de koppelpunten Maasvlakte en Simonshaven en het hart van het industriegebied. Deze studie heeft geresulteerd in het plan voor de aanleg van een nieuwe 150kV-verbinding tussen de stations Europoort en Theemsweg met een capaciteit van 300 MVA, en de vervanging van de bestaande gasdrukpijverbinding tussen Theemsweg en Botlek (83 MVA) door een nieuwe verbinding met een capaciteit van 180 MVA. Tevens worden tussen Europoort en Tinte spoelen geplaatst en wordt een dwarsregeltransformator opgenomen in de verbinding tussen Europoort en Theemsweg. Naar verwachting kunnen deze netverzwaringen in 2016 in bedrijf worden genomen. Een mogelijke verzwaring op de verbinding Maasvlakte–Europoort is voorlopig aangehouden aangezien dit knelpunt minder ernstig leek en er nog mogelijkheden waren voor operationele maatregelen.

Botlek–Geervliet (Noorddijk) en Geervliet–Geervliet Noorddijk

Hoewel bij een b-criterium in theorie onderhoud aan de verbindingen mogelijk is door afstemming met aangeslotenen, blijken in de praktijk de mogelijkheden hiervoor uitgeput. De productiestops bij de aangesloten bedrijven zijn te kort om daarin al het noodzakelijke onderhoud aan het net uit te kunnen voeren. Aanleg van de nieuwe verbinding tussen Europoort en Theemsweg, waarin een dwarsregeltransformator wordt opgenomen, en het verzwaren van de verbinding tussen Theemsweg en Botlek neemt alle knelpunten tussen Botlek en Geervliet weg.

Europoort–Tinte–Geervliet

De eerder genoemde studie 'Maasvlakte–Geervliet' heeft aangetoond dat de aanleg van een nieuwe verbinding tussen Europoort en Theemsweg een betere oplossing is om de knelpunten weg te nemen dan een verzwaring van de bestaande verbinding tussen Europoort en Geervliet. Naar verwachting wordt de nieuwe verbinding eind 2016 opgeleverd.

Botlek–Geervliet (Noorddijk)–Tinte–Europoort

De knelpunten Botlek–Geervliet (Noorddijk), Geervliet–Geervliet Noorddijk en Europoort–Tinte–Geervliet worden binnen het scenario 'Business as Usual' weggelaten door de aanleg van de verbinding tussen Europoort en Theemsweg.

Deze uitbreiding blijkt echter voor het 'WKK UIT'-scenario niet geheel afdoende te zijn om de knelpunten op te lossen.

Omdat een mogelijke afname van de productie door WKK's geen abrupt verschijnsel is, ontstaat er tijd voor de netbeheerder om te reageren. Als dit scenario zich daadwerkelijk voordoet, biedt de nieuwe verbinding Europoort–Theemsweg nieuwe mogelijkheden aan de bedrijfsvoering. Met name de dwarsregelaar te Europoort, die naar verwachting in 2016 in bedrijf wordt genomen, maakt het mogelijk om de knelpunten tussen Botlek, Geervliet, Tinte en Europoort te verminderen.

Als de afbouw van WKK-vermogen daadwerkelijk doorzet, kan een herschikking van een tweetal aansluitingen op de stations Geervliet en Botlek waarschijnlijk alle gevonden knelpunten tussen Europoort, Tinte, Geervliet en Botlek wegnemen. Deze herschikking kan naar verwachting op korte termijn (binnen één jaar) worden gerealiseerd.

Theemsweg – Botlek

Zoals in het voorgaande beschreven, wordt een nieuwe verbinding gelegd tussen Europoort en Theemsweg en wordt de transportcapaciteit van de verbinding Theemsweg–Botlek (zwart) opgewaardeerd in het kader van het oplossen van de knelpunten tussen Maasvlakte en Geervliet. Daarmee is dit knelpunt dat optreedt binnen het scenario 'WKK UIT' ook opgelost.

Maasvlakte – Europoort

In het scenario 'Business as Usual' is juist geconstateerd dat dit knelpunt zich niet langer voordoet. De oorzaak ligt in het feit dat in het 'WKK UIT'-scenario méér vermogen naar het industriegebied moet worden getransporteerd, omdat er minder zelf wordt opgewekt.

Een volgend KCD geeft mogelijk uitsluitel over de ontwikkeling. In de tussentijd houdt TenneT de belasting van de verbinding nadrukkelijk in het oog. Het betreft vooralsnog een b-criterium knelpunt. Het noodzakelijke onderhoud kan worden gegarandeerd door het juiste tijdstip voor dit onderhoud te kiezen, eventueel in combinatie met operationele maatregelen of de inzet van overgebleven productiemiddelen.

13.6 Voorziene maatregelen voor de stations van regio West

13.6.1 Noord-Holland

Maatregelen als gevolg van het niet voldoen aan het a- en b-criterium

Netdeel Amsterdam Centrum, koppeltransformatoren Oostzaan 380/150 kV

Een mogelijke oplossingsrichting voor dit knelpunt is het plaatsen van een vierde koppeltransformator (380/150 kV) op het station Oostzaan en de realisatie van een vierde circuit Hemweg–Oostzaan (project 002.598 / IBN Q1 2018). In eerste instantie zal gepland onderhoud worden afgestemd met de productiesituatie op de locatie Hemweg. Door het toepassen van de voorgestelde oplossingsrichting kan het aangesloten productievermogen op de locatie Hemweg veilig worden afgevoerd naar het landelijke hoogspanningsnet (380kV). Daarnaast wordt uitval als gevolg van overbelasting voorkomen en de toenemende belastingvraag in een belangrijk deel van Amsterdam zeker gesteld.

Maatregelen als gevolg van het niet voldoen aan het railcriterium

Op een aantal stations en verbindingen zijn knelpunten geconstateerd naar aanleiding van de toetsing aan het railcriterium (zie paragraaf 13.4.1). Deze knelpunten worden veroorzaakt doordat op een aantal 380kV-railsystemen niet kan worden voldaan aan de enkelvoudige storingsreserve tijdens onderhoud. Het betreft hier de 380kV-railsystemen in de stations Diemen, Oostzaan en Vijfhuizen. Nadere studie moet uitwijzen op welke wijze er in de 380kV-stations Diemen, Oostzaan en Vijfhuizen kan worden voldaan aan het railcriterium.

Maatregelen als gevolg van overschrijding van 100 MW/6h criterium

Netdeel Kop van Noord-Holland

Anna Paulowna

Station Anna Paulowna is een uitloper en wordt met twee circuits gevoed vanuit station Oterleek. Dit knelpunt wordt opgelost door het aanleggen van een nieuwe kabelverbinding naar een nieuw te bouwen station Middenmeer (project 002.521/ IBN Q2 2018). Dit is als voorkeursoplossing uitgewerkt in een investeringsvoorstel.

Netdeel Amsterdam Zuidoost

Zorgvlied

Station Zorgvlied is een uitloper en wordt met twee kabelcircuits (type UGD) gevoed vanuit station Venserweg. Dit knelpunt wordt opgelost door het inlussen van de bestaande kabelverbinding Venserweg–Nieuwe Meer in station Zorgvlied (project 002.512/ IBN Q4 2016). Deze oplossingsrichting is als voorkeursalternatief uitgewerkt in een investeringsvoorstel.

Bijlmer Noord

Station Bijlmer Noord is een uitloper en wordt met twee kabelcircuits gevoed vanuit de stations Diemen en Amstelveen. Dit knelpunt wordt opgelost door het inlussen van de bestaande kabelverbinding Diemen–Amstelveen in station Bijlmer Noord (project 002.603/ IBN Q1 2016). Deze oplossingsrichting wordt als voorkeursalternatief uitgewerkt in een investeringsvoorstel.

's Graveland

Station 's Graveland is een uitloper en wordt met twee kabelcircuits gevoed vanuit het station Diemen. De verbinding naar station Pampus (deelnet Randmeren) wordt als netopening bedreven. Een mogelijke oplossingsrichting voor dit knelpunt is een verzwaring van het 150kV-net in de regio Almere (project 002.534/ IBN Q1 2018). Nader onderzoek moet worden uitgevoerd naar de haalbaarheid van deze mogelijke oplossingsrichting.

Netdeel Vijfhuizen

Haarlemmermeer

Station Haarlemmermeer is een uitloper en wordt met twee kabelcircuits gevoed vanuit het station Vijfhuizen. De verbinding naar station Sassenheim (Zuid-Holland) wordt als netopening bedreven. Dit knelpunt wordt opgelost door het verzwaren en opwaarderen van de verbinding Haarlemmermeer–Sassenheim (project 002.081/ IBN Q2 2015).

13.6.2 Zuid-Holland

Maatregelen als gevolg van het niet voldoen aan het railcriterium

Netdeel Krimpen-Bleiswijk

Zoetermeer

De oplossing voor het knelpunt wordt gezocht in het sectioneren van de railen tijdens werkzaamheden. Dit kan worden gerealiseerd door langscheidingen in de railen aan te brengen. Het station Zoetermeer bestaat uit een gasgeïsoleerde installatie in een gebouw. De installatie kan niet op een reguliere wijze worden uitgebreid of gemodificeerd, omdat de installatie niet meer door de fabrikant geleverd wordt. Nadere studie zal moeten uitwijzen hoe een sectionering van het station Zoetermeer kan worden gerealiseerd. In samenwerking met de regionaal netbeheerder Stedin zal de verdeling van de distributie-transformatoren over de railsecties bepaald moeten worden.

Netdeel Westerlee

Westerlee

Het station Westerlee bestaat uit een gasgeïsoleerde installatie in een gebouw. De installatie kan niet op een reguliere wijze worden uitgebreid of gemodificeerd, omdat de installatie niet meer door de fabrikant geleverd wordt. Het aanbrengen van railscheidingen zal eerst uitvoerig moeten worden onderzocht. Een andere mogelijkheid is dat de regionaal netbeheerder Westland Infra koppelmogelijkheden maakt tussen het 25kV-net rond station Westerlee en het 20kV-net rond station De Lier. Het station De Lier is slechts 800 meter van het station Westerlee verwijderd.

Netdeel Crayestein

Dordrecht Merwedehaven

De realisatie van een verbinding van een 380/150kV-transformator op station Crayestein naar het station Alblasserdam zal ervoor zorgen dat bij uitval van het station Dordrecht Merwedehaven de uitval van de belasting wordt beperkt. Het station Dordrecht Merwedehaven bestaat uit een gasgeïsoleerde installatie in een gebouw. De installatie kan niet op een reguliere wijze worden uitgebreid of gemodificeerd, omdat de installatie niet meer door de fabrikant geleverd wordt. Het aanbrengen van railscheidingen zal eerst uitvoerig moeten worden onderzocht, omdat de ruimte in en om het stationsgebouw zeer beperkt is.

Maatregelen als gevolg van overschrijding van 100 MW/6h criterium

Netdeel Crayestein

Alblasserdam

Dit station is met twee circuits verbonden met het 150kV-net. De maatregel voor dit knelpunt betreft het realiseren van een verbinding van een 380/150kV-transformator op station Crayestein naar het station Alblasserdam. Op dit moment wordt er een basisontwerp voor de realisatie van deze verbinding opgesteld (project: 002.163). De inbedrijfname voor het derde circuit naar Alblasserdam is gepland in 2015.

Netdeel Wateringen

Ypenburg

Dit station is met twee circuits verbonden met het 150kV-net. De maatregel voor dit knelpunt betreft het aansluiten van de verbinding Wateringen-Voorburg op het station Ypenburg. Hierdoor beschikt het station over vier circuits. Voor dit knelpunt is nog geen project gestart.

Netdeel Krimpen-Bleiswijk

Rotterdam Centrum

Dit station is met twee UGD-kabels met het 150kV-net verbonden. In en om het stationsgebouw is geen ruimte voor uitbreiding van de installatie. Hierdoor kan er geen nieuw kabelcircuit op het station worden aangesloten zonder eerst een bestaande UGD-kabel te verwijderen. Nadere studie moet uitwijzen hoe het vervangen van de UGD-kabels op een veilige wijze kan worden uitgevoerd. Voor dit knelpunt is nog geen project gestart.

13.6.3 Rotterdamse Haven

Maatregelen als gevolg van het niet voldoen aan het railcriterium

Geervliet Noorddijk

Studie zal moeten uitwijzen hoe in het station Geervliet-Noorddijk voldaan kan worden aan het railcriterium.

Maatregelen als gevolg van overschrijding van 100 MW/6h criterium

Arkel

De overschrijding op het station Arkel kan door operationele maatregelen in het onderliggende 50kV-net worden opgelost. In dit net zijn voldoende mogelijkheden aanwezig om de belasting op het 50kV-station Arkel tijdens onderhoud beneden 100 MW te brengen.

13.7 Aankoppeling met netten lager spanningsniveau in regio West

13.7.1 Noord-Holland

De distributietransformatoren in Noord-Holland van 150 kV naar 10/50 kV zijn in beheer van Liander. Deze netbeheerder heeft onderzocht of er voldoende distributietransformatoren in het verzorgingsgebied aanwezig zijn. Op basis van deze analyse heeft Liander aan TenneT aangegeven voor de zichtperiode van dit KCD behoefte te hebben aan uitbreidingen voor de aansluiting van verschillende 150/20kV-transformatoren zoals weergegeven in tabel 13.14.

In Noord-Holland worden concreet de eerste stappen gezet voor de aanleg van een

20kV-middenspanningsnet ter vervanging van het bestaande 50kV-net. In het KCD van Liander wordt voor de oplossing van meerdere knelpunten het realiseren van een nieuw 150/20kV-station genoemd. Hoewel TenneT het strategisch beleid van Liander om het 50kV-middenspanningsnet te vervangen door een 20kV-net erkent, zal op basis van de samenwerkingsregeling altijd gestreefd worden naar de laagste maatschappelijke kosten. Dit vereist dat meerdere alternatieven op technische haalbaarheid en financiële impact beoordeeld zullen worden.

Tabel 13.14

Uitbreiding aankoppeling netten met een lager spanningsniveau			
Locatie	Spanningsniveau [kV]	Maatregel	Gepland jaar van oplossen
Zorgvlied	20	Aansluiting voor 1 nieuwe transformator (150/20 kV)	2016
Bijlmer Noord	20	Aansluiting voor 2 nieuwe transformatoren (150/20 kV)	2016
De Weel (toekomstig)	20	Aansluiting voor twee nieuwe transformatoren (150/20 kV)	2016
Vijfhuizen	20	Aansluiting voor twee nieuwe transformatoren (150/20 kV)	2017
Haarlemmermeer	20	Aansluiting voor twee nieuwe transformatoren (150/20 kV)	2017
Middenmeer (toekomstig)	20	Aansluiting voor drie nieuwe transformatoren (150/20 kV)	2017
Wijdewormer	20	Aansluiting voor twee nieuwe transformatoren (150/20 kV)	2018
Schermer	20	Aansluiting voor twee nieuwe transformatoren (150/20 kV)	2020

13.7.2 Zuid-Holland

De distributietransformatoren in Zuid-Holland van 150 kV naar lagere spanningsniveaus zijn in beheer van Stedin, Liander en Westland Infra. Deze drie netbeheerders hebben zelf onderzocht of er voldoende distributietransformatoren in hun verzorgingsgebied aanwezig zijn. Op basis van deze analyse hebben zij aan TenneT aangegeven voor de zichtperiode van dit KCD behoefte te hebben aan de in tabel 13.15 genoemde uitbreidingen.

3.7.3 Rotterdamse Haven

De distributietransformatoren in Rotterdamse Haven van 150 kV naar de 10kV-, 25kV- en 66kV-netten zijn in beheer van Stedin. De netbeheerder heeft onderzocht of er voldoende distributietransformatoren in het verzorgingsgebied aanwezig zijn. Op basis van deze analyse heeft Stedin aan TenneT aangegeven voor de zichtperiode van dit KCD behoefte te hebben aan de in tabel 13.16 genoemde uitbreidingen:

Tabel 13.15

Uitbreiding aankoppeling netten met een lager spanningsniveau			
Locatie	Spanningsniveau [kV]	Maatregel	Gepland jaar van oplossen
Dordrecht Merwedehaven	50	Plaatsing 3e transformator	2015
Dordrecht Noordendijk	50	Amoveren van 2 transformatoren	2015

Tabel 13.16

Uitbreiding aankoppeling netten met een lager spanningsniveau			
Locatie	Spanningsniveau [kV]	Maatregel	Gepland jaar van oplossen
Europoort	25	Plaatsing 4e transformator	2015

13.8 Vergelijking met KCD 2011 voor regio West

13.8.1 Noord-Holland

Tabel 13.17 bevat de lijst met nieuwe knelpunten. Bovenstaande tabellen laten een aantal nieuwe knelpunten op verbindingen zien. Het betreft hier de verbindingen Diemen–Venserweg, Diemen–Watergraafsmeer, Venserweg–Watergraafsmeer, Venserweg–Nieuwe Meer, Nieuwe Meer–Amstelveen, Vijfhuizen–Nieuwe Meer, Hemweg–Oostzaan en de koppeltransformatoren (380/150kV) in Oostzaan.

Ook voor stations wordt een aantal nieuwe knelpunten vastgesteld, waaronder enkele overschrijdingen van het nieuwe railcriterium. De railcriteriumknelpunten voor de 380kV-stations Diemen, Oostzaan en Vijfhuizen zijn dan ook nieuw. Daarnaast zijn er op de stations Zorgvlied, Bijlmer Noord en Haarlemmermeer nieuwe knelpunten geconstateerd op basis van het 100MW/6h-criterium.

Tabel 13.17

Nieuwe knelpunten op verbindingen geconstateerd in het KCD 2013 in deelnet Noord-Holland			
Gesignaleerd knelpunt op	Oplossingsrichting	Projectnummer	IBN
Amsterdam Centrum			
Hermweg-Oostzaan	Capaciteitsuitbeiding	002.598	2018
Amsterdam Zuidoost			
Diemen-Venserweg	Capaciteitsuitbeiding		
Diemen-Watergraafsmeer	Capaciteitsuitbeiding		
Venserweg-Watergraafsmeer	Capaciteitsuitbeiding		
Venserweg-Nieuwe Meer	Capaciteitsuitbeiding		
Nieuwe Meer-Amstelveen	Capaciteitsuitbeiding		
Vijfhuizen			
Vijfhuizen-Nieuwe Meer	Capaciteitsuitbeiding	002.533	2018

Tabel 13.18

Nieuwe knelpunten op stations geconstateerd in het KCD 2013 in deelnet Noord-Holland			
Gesignaleerd knelpunt op	Oplossingsrichting	Projectnummer	IBN
Kop van Noord-Holland			
station Diemen (380 kV)	te bepalen		
Amsterdam Centrum			
station Oostzaan (b)	Capaciteitsuitbreiding	002.598	2018
station Oostzaan (r)	te bepalen		
Amsterdam Zuidoost			
station Zorgvlied	Capaciteitsuitbreiding	002.512	2016
station Bijlmer Noord	Capaciteitsuitbreiding	002.603	2016
Vijfhuizen			
station Haarlemmermeer	Capaciteitsuitbreiding	002.081	2015
station Vijfhuizen (380 kV)	te bepalen		

13.8.2 Zuid-Holland

Tabel 13.19 bevat de lijst met nieuwe knelpunten ten opzichte van het KCD 2011

Tabel 13.19

Nieuwe knelpunten op stations geconstateerd in het KCD 2013 in deelnet Zuid-Holland			
Gesignaleerd knelpunt op	Oplossingsrichting	Projectnummer	IBN
Crayestein			
Dordrecht Merwedehaven	Studie naar het sectioneren van het station d.m.v. langsscheidingen		
Westerlee			
Westerlee	Studie naar het sectioneren van het station d.m.v. langsscheidingen		
Wateringen			
Ypenburg	Aansluiten van verbinding Wateringen-Voorburg op het station Ypenburg		
Krimpen-Bleiswijk			
Rotterdam Centrum	Studie naar het vervangen van de UGD kabels op een veilige wijze		
Zoetermeer	Studie naar het sectioneren van het station d.m.v. langsscheidingen		

Zoals bovenstaande tabel laat zien, zijn in dit KCD geen nieuwe knelpunten gevonden op verbindingen. Bij vergelijking van de knelpunten op stationsniveau worden enkele nieuwe knelpunten gevonden. Dit is het gevolg van nieuwe inzichten over het 6h-criterium en de toetsing aan het railcriterium.

Nieuwe inzichten geven aan, dat de teruggavetijd bij onderhoud in een gasgeïsoleerde schakelinstallatie méér dan zes uren kan bedragen. Als zich tijdens zo'n onderhoud een storing voordoet in een andere net-component kan een herstel van de voorziening binnen zes uur niet in alle gevallen worden gegarandeerd. Om deze reden is het station Ypenburg als knelpunt geïdentificeerd. Een soortgelijke situatie geldt voor gasgeïsoleerde verbindingen (zogenoemde gasdrukpijkabel, type UGD). De hersteltijd van een storing tijdens onderhoud ((N-2)-situatie) bedraagt meer dan zes uur. Om deze reden is het station Rotterdam Centrum als knelpunt geïdentificeerd.

In de stations Zoetermeer, Westerlee en Dordrecht Merwedehaven leidt uitval van beide railsystemen gelijktijdig ((N-2)-situatie) tot onderbreking van de voorziening.

13.8.3 Rotterdamse Haven

Tabel 13.20 bevat de lijst met nieuwe knelpunten.

Tabel 13.20

Nieuwe knelpunten op stations geconstateerd in het KCD 2013 in deelnet Rotterdamse Haven			
Gesignaleerd knelpunt op	Oplossingsrichting	Projectnummer	IBN
Geervliet-Noorddijk	Studie naar wijze waarop het station kan voldoen aan het railcriterium		
Arkel	Operationele maatregelen in onderliggende 50kV-net		
Europoort	Studie naar kortsluitvastheid huidige station		
Botlek	Studie naar kortsluitvastheid huidige station		

Voor verbindingen worden in dit KCD dezelfde knelpunten gevonden als in het KCD 2011. De mogelijke overschrijding van de kortsluitvastheid van de installaties te Europoort en Botlek zijn nieuwe knelpunten. Het knelpunt op de verbinding Geervliet-Noorddijk is in dit KCD nieuw opgenomen als gevolg van het niet voldoen aan het nieuwe railcriterium.

Colofon

Samenstelling

TenneT TSO B.V.

Ontwerp

Loep ontwerp, Arnhem

Fotografie

Chris Pennarts

Babet Hogervorst



TenneT TSO B.V.

Utrechtseweg 310, Arnhem
P.O. Box 718, 6800 AS Arnhem
The Netherlands

Telephone +31 (0)800 8366388
www.tennet.eu

