

2010 - 2016

Kwaliteits- en Capaciteitsplan

Deel II A

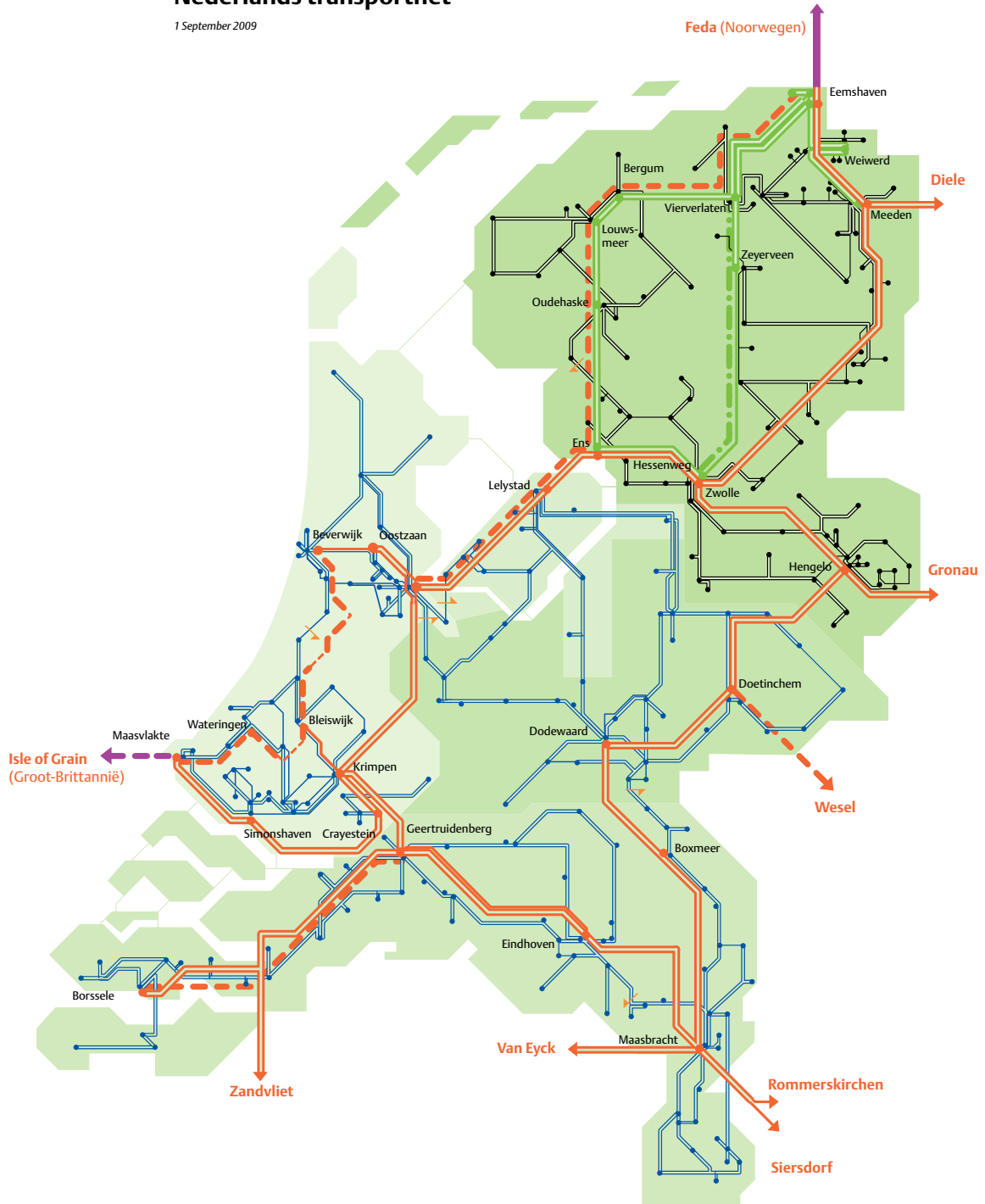


tennet



Nederlands transportnet

1 September 2009



Kwaliteits- en Capaciteitsplan 2010 - 2016

Deel II A

Arnhem, 30 november 2009

Kwaliteits- en Capaciteitsplan 2010 - 2016

Deel II A

Overzicht 380 kV- en 220 kV-net, berekende knelpunten en voorziene maatregelen	1
5 Overzicht 380 kV- en 220 kV-net	3
5.1 Overzicht 380 kV- en 220 kV-verbindingen	3
5.2 Overzicht grensoverschrijdende 380 kV-verbindingen	4
5.3 Overzicht 380/220 kV-transformatoren en speciale transformatoren	5
5.4 Aansluitingen regionale transportnetten	6
5.5 Aansluiting distributiebedrijven	8
5.6 Overzicht blindstroomcompensatiemiddelen	8
5.7 Netaanpassingen in de periode 2008 - 2009	9
6 Knelpunten en maatregelen 380 kV- en 220 kV-net	11
6.1 Inleiding	11
6.2 Rekenmodel	12
6.3 Criteria	14
6.4 Scenario Export	16
6.4.1 Variant Noord-Nederland	24
6.4.2 Variant Maasvlakte	30
6.4.3 Variant Zuidwest-Nederland	35
6.4.4 Variant Wind	40
6.5 Scenario Import	45
6.6 Vergelijking met het voorgaande Kwaliteits- en Capaciteitsplan	50

Overzicht 380 kV- en 220 kV-net, berekende knelpunten en voorzienne maatregelen

In dit deel van het Kwaliteits- en Capaciteitsplan 2010 - 2016 wordt ingegaan op de maatregelen die TenneT voorziet om aan de toekomstige transportbehoefte te kunnen voldoen voor het 380 kV- en 220 kV-transportnet. Op basis van vooronderstelde belastingen en inzetschema's van centrales zijn voor iedere scenario en variant netberekeningen uitgevoerd om de consequenties van de voorziene productie- en belastingsituaties voor het 380 kV- en 220 kV-transportnet in kaart te brengen. Ter completering is in dit deel ook een overzicht opgenomen van de hoofdcomponenten van het 380 kV- en 220 kV-transportnet.

In deel II B worden de 150 kV- en 110 kV-netwerken beschreven.

5 Overzicht 380 kV- en 220 kV-net

Inleiding

In deze paragraaf zijn de overzichten van de hoofdcomponenten van de 380 kV- en 220-kV-netten inclusief de buitenlandverbindingen en de koppelpunten met de regionale 150 kV- en 110 kV-netten opgenomen.

5.1 Overzicht 380 kV- en 220 kV-verbindingen

In tabel 1 is een overzicht van de verbindingen van het 380 kV-transportnet gepresenteerd.

tabel 1

Overzicht 380 kV-verbindingen

Verbinding	Lengte verbinding km	Aantal circuits	Lengte kabel- deel km	Lengte lijndeel km	Circuit- lengte km	Nominale capaciteit per circuit MVA	Maximale ontwerp- transport- capaciteit MVA
Beverwijk - Oostzaan	15,8	1		15,8	15,8	1.900	1.975
Crayestein - Krimpen a/d IJssel	14,6	2		14,6	29,2	2.635	3.080
Diemen - Lelystad	51,8	2		51,8	103,6	1.645	1.975
Dodewaard - Doetinchem	44,4	2		44,4	88,8	1.645	1.975
Doetinchem - Hengelo	58,5	2		58,8	117,0	1.645	1.975
Eemshaven - Eemshaven convertorstation	1,3	1	1,3		1,3	940	
Eemshaven - Meeden	37,2	2		37,2	74,4	2.635	3.140
Ens - Zwolle	31,4	2		31,4	62,8	1.645	1.975
Geertruidenberg - Eindhoven	63,6	3		63,6	190,8	1.645	1.975
Geertruidenberg - Borssele	99,2	1		99,2	99,2	1.645	1.975
Krimpen - Bleiswijk ¹⁾	17,8	1		17,8	17,8	2.635	3.080
Krimpen - Diemen	57,3	1		57,3	57,3	1.645	1.975
Krimpen - Geertruidenberg	33,7	2		33,7	67,4	1.645	1.975
Krimpen - Oostzaan	72,7	1		72,7	72,7	1.645	1.975
Lelystad - Ens	19,9	2		19,9	39,8	1.645	1.975
Maasbracht - Dodewaard	99,4	2		99,4	198,8	1.645	1.975
Maasbracht - Eindhoven	48,5	2		48,5	97,0	1.645	1.975
Maasvlakte - Crayestein	65,7	2		65,7	131,4	2.635	3.080
Oostzaan - Diemen	15,3	1		15,3	15,3	1.900	1.975
Zwolle - Hengelo	60,5	2		60,5	121,0	1.645	1.975
Zwolle - Meeden	107,3	2		107,3	214,6	2.635	3.140
Totaal	1015,9	36	1,3	1.014,6	1.816,0		

Opmerking

¹⁾ Maximale transport bedraagt momenteel 500 MVA vanwege transformator in serie.

Tabel 2 geeft een overzicht van de omvang en capaciteit van het 220 kV-net dat uitsluitend aanwezig is in de provincies Groningen, Friesland, Drenthe en Overijssel.

tabel 2

Overzicht 220 kV-verbindingen

Verbinding	Lengte verbinding km	Aantal circuits	Lengte kabel- deel km	Lengte lijndeel km	Circuit- lengte km	Nominale capaciteit per circuit MVA	Maximale ontwerp- transport- capaciteit MVA
Hessenweg - Ens	31,2	2		31,2	62,4	953	1.145
Oudehaske - Ens	43,2	2		43,2	86,4	953	1.145
Zeyerveen - Hessenweg	63,8	1		63,8	63,8	457	533
Louwsmeer - Bergum	10,7	2		10,7	21,4	953	1.145
Louwsmeer - Oudehaske	28,3	2		28,3	56,6	953	1.145
Robbenplaat - Schildmeer	15,9	2		15,9	31,8	1.525	1.820
Eemshaven - Eemshaven Oost	0,9	2	0,9		1,8	230	
Bergum - Vierverlaten	32,3	2		32,3	64,6	953	1.145
Vierverlaten - Robbenplaat	39,8	1		39,8	39,8	884	960
Vierverlaten - Eemshaven	39,8	2		39,8	79,6	884	960
Schildmeer - Weiwerd	8,1	2		8,1	16,2	884	960
Schildmeer - Meeden	20,8	2		20,8	41,6	1.525	1.820
Vierverlaten - Zeyerveen	23,6	2		23,6	47,2	457	533
Eemshaven - Robbenplaat	0,0	2		0,0	0,1	953	1.145
Totaal	358,4	26	0,9	357,5	613,3		

Opmerking

Vierverlaten- Robbenplaat is enkelcircuit

5.2 Overzicht grensoverschrijdende 380 kV-verbindingen

De aansluiting met de transportnetten van België en Duitsland vindt plaats via vijf 380 kV-verbindingen die in totaal tien circuits bevatten (zie tabel 3). Bovendien is sinds 2008 een gelijkstroomverbinding tussen Nederland en Noorwegen in bedrijf. In tabel 3 wordt de capaciteit van de circuits in zowel Nederland als het buitenland opgegeven. De laagste van de twee waarden bepaalt de toelaatbare capaciteit van het gehele circuit.

tabel 3

Overzicht 380 kV-grensoverschrijdende verbindingen

Buitenland	Buitenlandse TSO	Begin- en eindstation grensoverschrijdende verbindingen	Lengte verbinding tot grens km	Aantal circuits	Lengte kabel km	Lengte lijn NL km	Circuit-lengte NL km	Nominale capaciteit Nederland per circuit MVA	Maximale ontwerp-transport-capaciteit Nederland MVA	Nominale capaciteit buitenland per circuit MVA
België	Elia	Borssele - Zandvliet 380 kV ¹⁾	47,0	1		47,0	47,0	1.645	1.975	1.645
	Elia	Geertruidenberg - Zandvliet 380 kV ¹⁾	66,7	1		66,7	66,7	1.645	1.975	1.645
	Elia	Maasbracht - van Eyck 380 kV ²⁾	8,1	2		8,1	16,1	1.645	1.975	1.350
Duitsland	Transpower	Meeden - Diele 380 kV	16,5	2		16,5	32,9	1.645	1.975	1.370
	Amprion	Hengelo - Gronau 380 kV	16,4	2		16,4	32,8	1.645	1.975	1.645
	Amprion	Maasbracht - Selfkant	10,5	2		10,5	21,0	1.645	1.975	1.700
Noorwegen	Statnett SF	Eemshaven convertor-Feda DC ³⁾	290,0	1	290,0		290,0	800		800
Totaal			455,1	11	290,0	165,1	506,6			

Opmerking

¹⁾ Via locatie Kreekrak

²⁾ Voorheen Gramme en Meerhout

³⁾ Betreft 450 kV-gelijkstroomverbinding, totaal 580 km lengte, waarvan 290 km in eigendom van TenneT en 290 km in eigendom van Statnett

5.3 Overzicht 380/220 kV-transformatoren en speciale transformatoren

Het 220 kV-net in de vier noordelijke provincies is gekoppeld met het 380 kV-net via de transformatoren vermeld in tabel 4.

tabel 4

Overzicht transformatoren in 380/220 kV-stations

Station	Aantal	Primaire spanning kV	Secundaire spanning kV	Nominale capaciteit per stuk MVA	Totale capaciteit MVA
Eemshaven	2	380	220	750	1.500
Ens	2	380	220	500	1.000
Meeden	1	380	220	750	750
Totaal	5				3.250

De kabelverbinding uit Noorwegen is gekoppeld met het 380 kV-net via de transformatoren uit tabel 5.

tabel 5

Overzicht convertortransformatorstation

Station	Aantal	Primaire spanning kV	Secundaire spanning kV	Nominale capaciteit per stuk MVA	Totale capaciteit MVA
Eemshaven convertorstation ¹⁾	1	400	2 x 370	718	718
Totaal	1				718

Opmerking

¹⁾ Daarnaast is er nog een reserve 1-fase convertortransformator 239,2 MVA

In tabel 6 is het overzicht gepresenteerd van de stations uitgerust met dwarsregeltransformatoren om vermogens te kunnen sturen. Hierbij zijn tevens de dwarsregeltransformatoren in het 150 kV-net in Zuid-Holland vermeld.

tabel 6

Overzicht stations met dwarsregeltransformatoren

Station	Aantal	Nominale spanning kV	Nominale capaciteit per stuk MVA	Totale capaciteit MVA
Meeden (Diele)	2	380	1.000	2.000
Delft	1	150	312	312
Leiden	1	150	390	390
Totaal	4			2.702

5.4 Aansluitingen regionale transportnetten

De koppelingen tussen het 380 kV- en 220 kV-net enerzijds en de regionale 150 kV- en 110 kV-transportnetten anderzijds bestaan uit een groot aantal transformatoren opgesteld in 380 kV- en 220 kV-stations. Functioneel maken deze transformatoren deel uit van de regionale netten, maar zij zijn hier vermeld om een volledig overzicht van het landelijk transportnet te kunnen handhaven. Tabel 7 geeft een overzicht van de opgestelde transformatoren per station met vermelding van het aantal en de capaciteit.

tabel 7

Overzicht transformatoren in 380/150 kV-, 380/110 kV- en 220/110 kV-stations

Station	Aantal	Primaire spanning kV	Secundaire spanning kV	Nominale capaciteit per stuk MVA	Totale capaciteit MVA
Bergum	2	220	110	200	400
Boxmeer	1	380	150	500	500
Borssele	2	380	150	500	1.000
Beverwijk	1	380	150	500	500
Bleiswijk	1	380	150	500	500
Crayestein	3	380	150	500	1.500
Diemen	3	380	150	450	1.350
	1	380	150	500	500
Dodewaard ¹⁾	2	380	150	450	900
	1	380	150	500	500
Doetinchem	1	380	150	450	450
	1	380	150	500	500
Eindhoven	3	380	150	450	1.350
	1	380	150	500	500
Geertruidenberg	2	380	150	450	900
Hengelo	3	380	110	350	1.050
Hessenweg	2	220	110	350	700
	1	220	110	370	370
Krimpen aan de IJssel ²⁾	2	380	150	450	900
	1	380	150	500	500
Lelystad ³⁾	2	380	150	500	1.000
Louwsmeer	2	220	110	200	400
Maasbracht	3	380	150	450	1.350
	1	380	150	500	500
Maasvlakte	2	380	150	500	1.000
Meeden	2	220	110	370	740
Oostzaan	3	380	150	500	1.500
Oudehaske	2	220	110	200	400
Vierverlaten	2	220	110	200	400
Weiwerd	1	220	110	350	350
Zeyerveen	2	220	110	200	400
Totaal	56				22.910

Opmerking

¹⁾ In Dodewaard staat nog één reserve 1-fase transformator van CGE van 150 MVA

²⁾ In Krimpen staat nog één reserve 1-fase transformator van CGE van 150 MVA

³⁾ 2^e transformator november 2009 in bedrijf

5.5 Aansluiting distributiebedrijven

Vanuit het 220 kV-net wordt een aantal netten van distributiebedrijven rechtstreeks gevoed.

Tabel 8 geeft de betreffende stations en aansluitpunten weer.

tabel 8

Overzicht aansluitingen met 220/20 kV-stations

Station	Aantal	Primaire spanning kV	Secundaire spanning kV	Nominale capaciteit per stuk MVA	Totale capaciteit MVA
Viervelaten	2	220	20	80	160
Meeden	2	220	20	80	160
Weiwerd	2	220	20	80	160
Eemshaven-oost	4	220	20	80	320
Totaal	10				800

5.6 Overzicht blindstroomcompensatiemiddelen

Blindstroomcompensatiespoelen in het 380 kV- en 220 kV-net

Voor de beheersing van de spanning tijdens situaties met lage belasting heeft TenneT op de in tabel 9 genoemde stations blindstroomcompensatiespoelen geïnstalleerd. De spoelen zijn aangesloten op de tertiaire wikkeling van de transformatoren.

tabel 9

Overzicht blindstroomcompensatiespoelen in 380 kV-stations

Station	Aantal	Nominale spanning kV	Nominale capaciteit per stuk Mvar	Totale capaciteit Mvar
Diemen	3	50	45	135
	1	50	45	45
Dodewaard	2	50	45	90
Doetinchem	2	50	45	90
Geertruidenberg	2	50	67,5	135
Krimpen	1	50	45	45
	2	50	90	180
Maasvlakte	1	50	45	45
	1	50	45	45
Eemshaven	2	50	67,5	135
Ens	2	50	67,5	135
Meeden	1	50	67,5	67,5
Totaal	20			1.148

Condensatorbanken in het 380 kV- en 220 kV-net

Om de blindvermogensuitwisseling met Duitsland en België bij situaties met lage spanning te kunnen beheersen heeft TenneT condensatorbanken geïnstalleerd op de in tabel 10 genoemde stations.

tabel 10

Overzicht condensatorbanken in 380 kV- en 220 kV-stations

Station	Aantal	Nominale spanning kV	Nominale capaciteit per stuk Mvar	Totale capaciteit Mvar
Eemshaven convertorstation ¹⁾	2	380	106	212
Ens	2	220	150	300
Diemen	2	380	150	300
Krimpen	2	380	150	300
Weiwerd	1	220	150	150
Totaal	9			1.262

Opmerking:

¹⁾ Voornamelijk bedoeld om de blindvermogensbehoefte van het convertorstation te compenseren

5.7 Netaanpassingen in de periode 2008 - 2009

In 2008 en 2009 zijn wijzigingen in het 380 kV- en 220 kV-net aangebracht, waardoor de transportcapaciteit van sommige verbindingen en koppelpunten is vergroot (zie tabel 11).

tabel 11

Belangrijke wijzigingen in het 380 kV- en 220 kV-net

Locatie	Netvlak kV	Object	Capaciteit MVA	In bedrijf	Uit bedrijf
Maasvlakte	380	Transformator	500		Q2 2008
Eemshaven convertorstation	380	HVDC-verbinding	800	Q2 2008	
Borssele	380	Uitbreiding station		Q3 2008	
Hengelo	380	Transformator	350	Q4 2008	
Lelystad	380	Uitbreiding station		Q2 2009	
Meeden	220	Transformator	370	Q2 2009	
Eemshaven Oost	220	Transformator	80	Q2 2009	
Eemshaven Oost	220	Transformator	80	Q3 2009	
Lelystad	380	Transformator	500	Q3 2009	

6 Knelpunten en maatregelen

380 kV- en 220 kV-net

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de netberekeningen toegelicht die zijn uitgevoerd bij de toetsing van de landelijke scenario's en varianten aan de netontwerpcriteria. Voor de geconstateerde knelpunten worden de mogelijke maatregelen om deze op te heffen beschreven. Tevens zijn de relevante verschillen ten opzichte van het Kwaliteits- en Capaciteitsplan 2008 - 2014 aangegeven ten aanzien van de scenariokeuze en de geconstateerde knelpunten en belangrijkste maatregelen.

De berekeningen voor het landelijk transportnet zijn opgedeeld in een tweetal scenario's en vier varianten. In het eerste scenario, scenario Export, wordt uitgegaan van export van elektriciteit naar België en Duitsland, oplopend van 2.000 MW in 2010 naar 6.000 MW in 2016. In het tweede scenario, scenario Import, wordt voor alle onderzochte jaren een import van 2.500 MW uit België en Duitsland voorondersteld. Rondom het scenario Export zijn vier varianten ontwikkeld waarin specifiek is gekeken naar de inzet van productie in het noorden van Nederland, de Maasvlakte, Zeeland en het westen van Noord-Brabant. Een vierde variant is ontwikkeld om de effecten van de invoedingen van windparken op zee op het hoogspanningsnet in kaart te brengen.

Om te bepalen of vermogenstransporten met het huidige net zijn te realiseren worden over het algemeen netberekeningen zoals *loadflow*-berekeningen (bepalen van stationsspanningen en vermogensstromen) uitgevoerd. Aanvullend kunnen dan ook kortsluitberekeningen (bepalen van kortsluitstromen) en stabiliteitsberekeningen (bepalen van de dynamische stabiliteit van het systeem) worden uitgevoerd. In dit plan beperken we ons tot de berekening van spanningen, vermogens- en kortsluitstromen.

Voor de toetsing van het huidige net aan de daarvoor in de netcode gegeven criteria zijn in dit kader voor alle transportsenario's *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 de belasting over 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. Het totaal aan productie in Nederland wordt besteed aan het voeden van de belasting en het compenseren van netverliezen. Het overschot dan wel tekort aan geproduceerd vermogen leidt tot export respectievelijk import.

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 de berekende 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 de nodige marges. Samen met de toegestane overbelastbaarheid van componenten, leidt dit er in het algemeen toe dat er pas voorstellen voor maatregelen zijn geformuleerd indien de overbelastingen meer dan 10% bedragen. Uitzondering op deze grenswaarde vormt de uitval van een railsysteem, waarbij voor transformatoren aangesloten op het parallelle railsysteem, vanwege de beperkte tijdsduur, tijdelijk vermogensstromen tot 150% van de nominale transportcapaciteit toelaatbaar zijn.

Met *loadflow*-berekeningen worden ook de spanningen op stations berekend. Wanneer de spanningen meer dan 10% afwijken van de nominale waarde, dan is dat ontoelaatbaar. Problemen in het huidige net ten aanzien van kortsluitvastheid zijn vermeld voor die gevallen en situaties waar dat van toepassing is.

6.2 Rekenmodel

Bij het doorrekenen van de scenario's en varianten is uitgegaan van het rekenmodel van het jaar 2009. Aangezien er wordt gerekend voor de jaren 2010, 2013 en 2016 zijn de aanwezige dwarsregeltransformatoren in de interconnectoren tussen Nederland en België in bedrijf verondersteld. De instelling van deze transformatoren is zodanig gekozen dat de grensoverschrijdende transporten binnen de bandbreedte blijven van de binnen ENTSO-E afgestemde waarden voor de *Net Transfer Capacity* (NTC). De instelling van de dwarsregeltransformatoren in de Duits-Nederlandse interconnectoren (te Meeden en Gronau) zijn zodanig ingesteld dat de verdeling van de transporten over deze interconnectoren zoveel mogelijk optimaal is.

Voor het Nederlandse deel van het transportnet is een gedetailleerd model (110 kV tot en met 380 kV) ingebracht dat de situatie van dit net per 1 september 2009 weergeeft inclusief de in paragraaf 5.7 genoemde aanpassingen over de periode 2008 - 2009. Voor de berekeningen is het model uitgebreid met projecten die naar verwachting in de zichtperiode van dit Kwaliteits- en Capaciteitsplan in bedrijf gaan. Dit betreft de volgende uitbreidingen in het 380 kV- en 220 kV-net.

Wijzigingen tot en met het steekjaar 2010:

- Stations en Transformatoren:
 - Simonshaven, realisatie van een 380 kV-station met één 380/150 kV-transformator;
 - Westerlee, realisatie van een 380 kV-station met drie 380/150 kV-transformatoren van 500 MVA, in het kader van het project Randstad380;
 - Ens, realisatie van uitbreiding met een 380/220 kV-transformator van 750 MVA;
 - Vierverlaten, vervanging van één 200 MVA 220/110 kV-transformator door één van 370 MVA.

- Verbindingen:
 - Realisatie verbinding Maasvlakte - Westerlee, inclusief verdubbeling capaciteit waterkruising naar 2 x 2.635 MVA, in het kader van het project Randstad380.

Wijzigingen na 2010 tot en met het steekjaar 2013:

- Verbindingen met het buitenland:
 - Een HVDC-verbinding van 1.000 MW met Groot-Brittannië komt in bedrijf (BritNed-kabel);
 - Realisatie van de grensoverschrijdende 380 kV-verbinding Doetinchem-Wesel met een transportcapaciteit van 2×2.635 MVA.

- Stations en Transformatoren:
 - Wateringen, uitbreiding met een 380 kV-station met drie 380/150 kV-transformatoren 500 MVA in het kader van het project Randstad380;
 - Bleiswijk, uitbreiding tot 380 kV-HIS-dubbelrailstation met twee 380/150 kV-transformatoren 500 MVA in het kader van het project Randstad380;
 - Beverwijk, uitbreiding tot 380 kV-HIS-dubbelrailstation met één 380/150 kV-transformator 500 MVA in het kader van het project Randstad380;
 - Vijfhuizen, uitbreiding met een nieuw 380 kV-station met twee 380/150 kV-transformatoren 500 MVA in het kader van het project Randstad380;
 - Eemshaven Oudeschip, uitbreiding met een nieuw 380 kV-station;
 - Eemshaven, uitbreiding met een 380/220 kV-transformator van 750 MVA;
 - Station Vierverlaten, vervanging van één 200 MVA 220/110 kV-transformator door één van 370 MVA;
 - Station Weiwerd, uitbreiding met een 220/110 kV-transformator van 370 MVA;
 - Station Breukelen, uitbreiding met een nieuw 380 kV-station en een 380/150 kV-transformator van 500 MVA;
 - Station Borssele, uitbreiding met een 380/150 kV-transformator van 500 MVA;

- Verbindingen:
 - Westerlee - Wateringen, opwaardering van de bestaande 150 kV-verbinding naar 380 kV 2×2.635 MVA in het kader van het project Randstad380;
 - Krimpen - Bleiswijk, opwaardering van het bestaande 150 kV-circuit naar 380 kV 2.635 MVA in het kader van het project Randstad380;
 - Wateringen - Bleiswijk, uitbreiding met een nieuwe 380 kV-verbinding 2×2.635 MVA in het kader van het project Randstad380;
 - Beverwijk - Oostzaan, opwaardering van het tweede circuit van 150 kV naar 380 kV in het kader van het project Randstad380;
 - Beverwijk - Vijfhuizen, uitbreiding met een nieuwe 380 kV-verbinding 2×2.635 MVA in het kader van het project Randstad380;
 - Bleiswijk - Vijfhuizen, uitbreiding met een nieuwe 380 kV-verbinding 2×2.635 MVA in het kader van het project Randstad380;
 - Maasvlakte - Westerlee, uitbreiding met seriespoelen;
 - Eemshaven Oudeschip - Eemshaven, uitbreiding met een nieuwe 380 kV-verbinding van 2×2.635 MVA;
 - Vierverlaten - Hessenweg, opwaardering van de bestaande 220 kV-verbinding naar 2×950 MVA;
 - Ens-Lelystad - Diemen, opwaardering van de bestaande 380 kV-verbinding naar 2×1.975 MVA.

Wijzigingen na 2013 tot en met het steekjaar 2016:

- Stations en Transformatoren:
 - Moerdijk, bouw van een 380 kV-station;
 - Tilburg, bouw van een 380 kV-station inclusief 380/150 kV-transformatoren in het kader van het project ZuidWest380.
- Verbindingen:
 - Borssele - Tilburg, uitbreiding met een nieuwe 380 kV-verbinding van 2 x 2.635 MVA in het kader van het project ZuidWest380;
 - Eemshaven Oudeschip - Ens - Diemen, uitbreiding met een nieuwe 380 kV-verbinding van 2 x 2.635 MVA in het kader van het project NoordWest380.

6.3 Criteria

In de netcode zijn de ontwerpcriteria vastgelegd voor de 380 kV- en 220 kV-transportnetten inclusief de transformator koppelingen tussen de 380 kV- en 220 kV-netten enerzijds en de 150 kV- en 110 kV-netten anderzijds. Op basis van deze criteria (a, b en c) zijn de 380 kV- en 220 kV-netten en de koppelingen met de onderliggende netten doorgerekend.

Voor dit plan is het aantal door te rekenen momenten beperkt tot de wintersituatie voor de jaren 2010, 2013 en 2016. Hierbij gaat het om een situatie van maximale belasting. De uitkomsten van de berekeningen zijn per scenario en variant voor de netontwerpcriteria a, b, en, indien van toepassing, c voor de jaren 2010, 2013 en 2016.

De resultaten van de netberekeningen zijn opgesplitst in de volgende delen:

- De circuits van het landelijke 380 kV- en 220 kV-net inclusief de koppelingen met de buitenlandse netbeheerders;
- De circuits van de regionale 150 kV- en 110 kV-transportnetten, die per regio in deel II-B worden besproken;
- de aansluitingen van de 150 kV- en 110 kV-netten van de regionale transportnetten met het landelijk 380 kV- en 220 kV-net. Deze aansluitingen maken functioneel deel uit van het regionale transportnet en worden bij de betreffende regio in deel II-B behandeld.

Criterium a

“Bij een volledig inbedrijfzijd net moeten de door de aangeslotenen gewenste leveringen respectievelijk afnamen kunnen worden gerealiseerd onder handhaving van de enkelvoudige storings-reserve.” Op basis van bovenstaande uitwerking is het in de netcode opgenomen criterium a als volgt doorgerekend.

Bij toetsing aan criterium a wordt de enkelvoudige storingsreserve (ook wel als 'n-1' aangeduid) getoetst bij een volledig inbedrijfzijd net. Voor wintersituaties zijn de vermogensstromen berekend bij uitval van achtereenvolgens alle voor de berekeningen relevante circuits, transformatoren en productie-eenheden. In het landelijke net zijn dit alle Nederlandse 380 kV- en 220 kV-circuits (inclusief de grensoverschrijdende circuits), de 380/220 kV-transformatoren en alle in Nederland ingezette productie-eenheden groter dan 60 MW; ook in het geval deze zich in een regionaal net bevinden.

Bij de berekeningen ten aanzien van de aansluiting van de regionale netten zijn dit per regionaal net: de 380 kV- en 220 kV-circuits aangesloten op de koppelpunten waarmee het 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 storting in het 380 kV- en 220 kV-net wordt ook de uitval van een railsysteem in een station begrepen. Uitval van een railsysteem is alleen doorgerekend voor 380 kV- en 220 kV-stations waar meer dan één transformator op uitsluitend één rail is geschakeld. Dit is het geval in de stations Hessenweg, Diemen, 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 380 kV- en/of 220 kV-net uit, maar ook dat is niet onderscheidend bij de netanalyse.

Criterion b

“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 respectievelijk afnamen kunnen worden gerealiseerd onder handhaving van de 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 basis van bovenstaande uitwerking is het in de netcode opgenomen criterium b als volgt doorgerekend.

Bij toetsing aan criterium b wordt de enkelvoudige storingsreserve getoetst tijdens onderhoud (ook wel als “n-2” aangeduid). Voor de wintersituaties is het niet beschikbaar zijn van alle mogelijke combinaties van relevante railsystemen, circuits, transformatoren en productie-eenheden doorgerekend.

Uitval van een railsysteem tijdens onderhoud aan een ander railsysteem hoeft volgens de netcode niet beschouwd te worden en is dan ook niet meegenomen.

Criterion c

“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.” Op basis van bovenstaande uitwerking is het in de netcode opgenomen criterium c als volgt doorgerekend.

Toetsing aan criterium c 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.

Criterium c is voor het landelijk net niet uitgevoerd omdat er door de toename van het productievermogen aangesloten op het 380/220 kV-net geen knelpunten zijn te verwachten.

6.4 Scenario Export

Uitgangspunt voor het scenario Export is het ontstaan van een sterke concurrentiepositie in de Europese markt voor het Nederlandse productiepark. Dit kan leiden tot een hoge export van elektriciteit naar België en Duitsland. Dit is een duidelijke wijziging ten opzichte van de scenario's uit het vorige Kwaliteits- en Capaciteitsplan, waarin bijna altijd sprake was van import uit onze buurlanden. Deze wijziging komt voort uit de vele initiatieven voor nieuwbouw van grootschalige productie-eenheden in Nederland.

Op basis van het scenario Export zijn er tevens vier varianten doorgerekend waarin specifiek de consequenties van alle voorziene uitbreidingen aan productievermogen op de omringende netten zijn beschouwd voor de Noordzee (windvermogen) en de locaties Eemshaven, Maasvlakte, Moerdijk en Borssele.

Uitgangspunten berekening

Belasting

De belasting voor de berekende steekjaren is gebaseerd op de resultaten van de opgestelde prognoses (hoofdstuk 3). Voor het landelijke transportnet is de levering van vermogen door productie-eenheden kleiner dan 10 MW opgesteld in distributienetten verdisconteerd in de maximale belasting. De werkelijke belasting op enig moment is onbekend, omdat met name de kleinschalige decentrale opwekking niet continu wordt bemeten. De maximale belasting van het 380 kV- en 220 kV-transportnet is weergegeven in tabel 12. Voor de decentrale opwekeenheden in distributienetten is geen toename verondersteld in de gekozen steekjaren. Dit vanwege de grote onzekerheid met betrekking tot verdere groei van dit vermogen.

tabel 12

Overzicht belastingen (MW)

	Steekjaar		
	2010	2013	2016
Binnenlandse systeemvraag	17.875	18.970	20.135
Netverliezen in 380 kV- net t/m 110 kV-net (raming)	230	230	235
Binnenlandse bruto belasting	17.645	18.740	19.900
Decentrale opwekking in distributienetten	6.220	6.220	6.220
Netto belasting distributienetten	11.425	12.520	13.680

Centraal productievermogen

Voor wat betreft nieuwbouw van grootschalig conventioneel productievermogen zijn alle initiatieven met een contract voor aansluiting op het hoogspanningsnet in dit scenario meegenomen (zie tabel 13). De totale groei van de productie over de beschouwde periode bedraagt bijna 8 GW.

tabel 13

Overzicht nieuw productievermogen met getekende aansluit- en transportovereenkomst (MW)

Locatie	Producent	Steekjaar		
		2010	2013	2016
Eemshaven	RWE		1.560	
	Nuon		1.350	
Schoonebeek	NAM	130		
Westwoud	ECW	165	115	200
Simonshaven	Intergen	428		
Maasvlakte	Electrabel		800	
	E.ON		1.050	
	Enecogen		850	
Moerdijk	Essent		425	
Maasbracht	Essent		630	
Totaal		723	6.780	200

Ten aanzien van uitbedrijfname van productievermogen is rekening gehouden met amovering van 95 MW aan productievermogen op de locatie Lage Weide in het gebied van Stedin - Utrecht in 2011.

Uitwisseling met het buitenland

De uitwisseling met het buitenland geschiedt via de wisselstroomverbindingen (AC) met België en Duitsland en via gelijkstroomverbindingen (DC) met Noorwegen (NorNed) en Groot-Brittannië (BritNed, in 2010 in bedrijf) en mogelijk met Denemarken (COBRA, waarschijnlijk in 2016 in bedrijf). In tabel 14 is de uitwisseling voor de onderzochte steekjaren vermeld.

tabel 14

Overzicht uitwisselingen met buitenland (MW)

Verbinding	Land	Steekjaar		
		2010	2013	2016
Wisselstroom (AC)	Duitsland	1.370	3.370	4.575
	België	630	1.630	1.425
subtotaal AC		2.000	5.000	6.000
Gelijkstroom (DC)	Noorwegen	-700	-700	-700
	Groot-Brittannië	1.000	1.000	1.000
	Denemarken			-600
subtotaal DC		300	300	-300
Totaal		2.300	5.300	5.700

De hogere waarden voor de jaren 2013 en 2016 zijn gebaseerd op de veronderstelde inbedrijfname van nieuw productievermogen in Nederland, de grensoverschrijdende verbinding Doetinchem - Wesel en de kabelverbinding met Groot-Brittannië. Het is mogelijk dat een dergelijk hoge waarde op sommige momenten niet kan worden gerealiseerd vanwege beperkingen in het Duitse en Belgische 380 kV-net.

Windvermogen

De toename van productievermogen door de realisatie van kleinschalige windprojecten is verrekend met de belastingvraag in de 150 kV- en 110 kV-netten. Voor de inzet van windvermogen op land is een vermogensfactor van 20% gehanteerd. In het scenario Export zijn de bestaande windparken op zee (Prinses Amalia Windpark en het Offshore Windpark Egmond aan Zee) - samen goed voor maximaal 228 MW - ingezet met een vermogensfactor van 40%. De inzet van grootschalig nog te bouwen windvermogen op zee is bestudeerd in de specifieke variant over dit onderwerp (paragraaf 6.4.4).

Berekeningen

Het scenario Export is doorgerekend voor een wintersituatie voor de jaren 2010, 2013 en 2016. Startpunt voor de basisberekening vormt de veronderstelde belastingvraag en de uitwisseling met het buitenland. De inzet van het productievermogen in Nederland voorziet dan de belasting en de uitwisseling met het buitenland. Hierbij is uitgegaan van enerzijds een verplichte inzet (must run) van productiemiddelen, die gekoppeld zijn aan industriële processen, stadsverwarming en dergelijke en anderzijds van een resterende inzetvolgorde van eenheden op basis van marginale kosten.

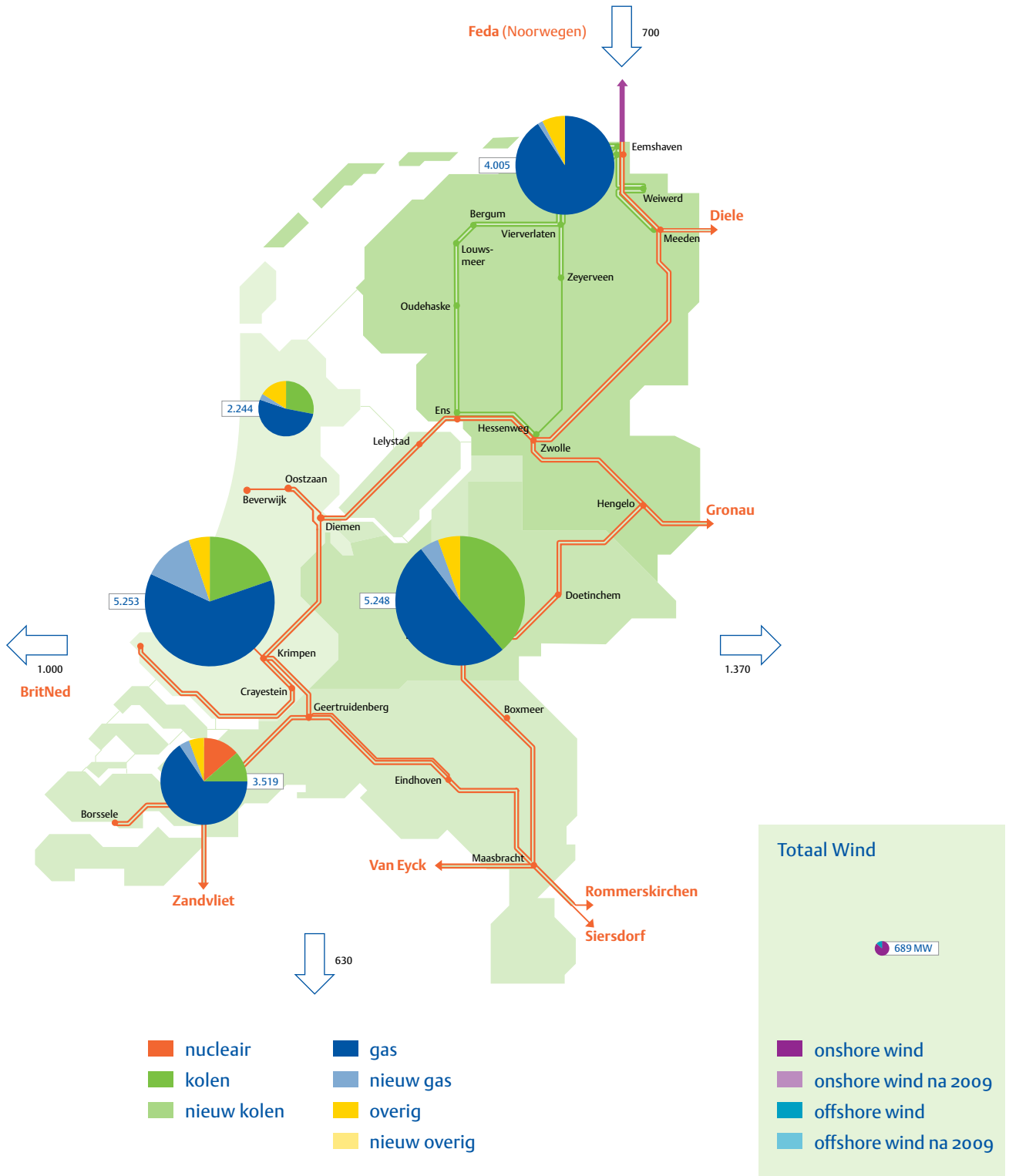
tabel 15

Inzet productiemiddelen voor scenario Export (MW)

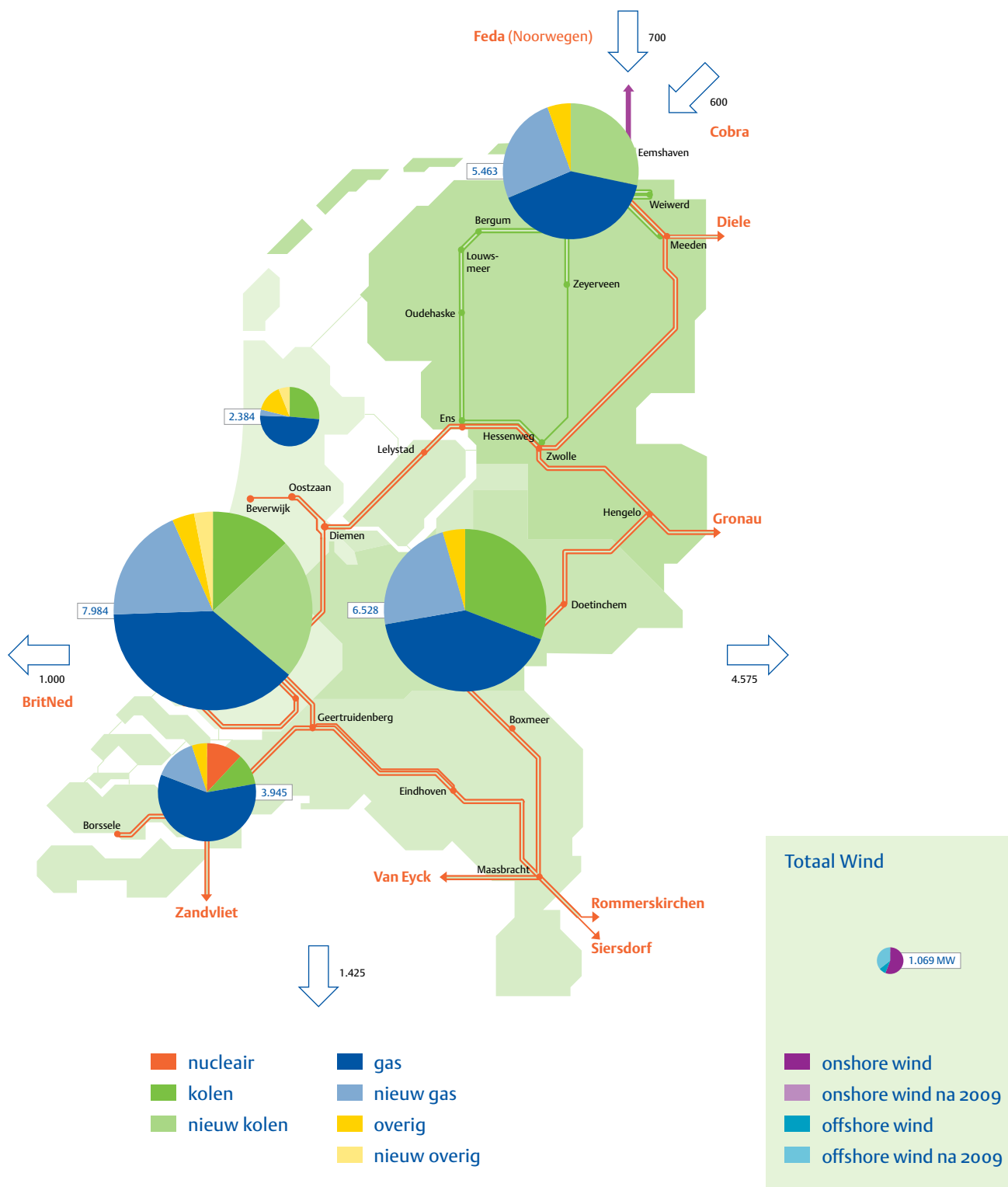
	Steekjaar		
	2010	2013	2016
Nucleair	480	480	480
Kolen	4.114	4.114	4.114
Nieuw kolen	0	3.410	3.410
Gas	13.082	9.860	11.421
Nieuw gas	1.186	5.092	5.092
Overig	1.407	1.507	1.407
Nieuw overig	0	240	380
Totaal	20.269	24.703	26.304

Onder overig wordt verstaan: de inzet van afval, biomassa/-gas, solar, hydro en wind bij de elektriciteitsproductie.

Scenario Export: Inzet productiemiddelen per regio en uitwisselingen met buitenland 2010 (MW)

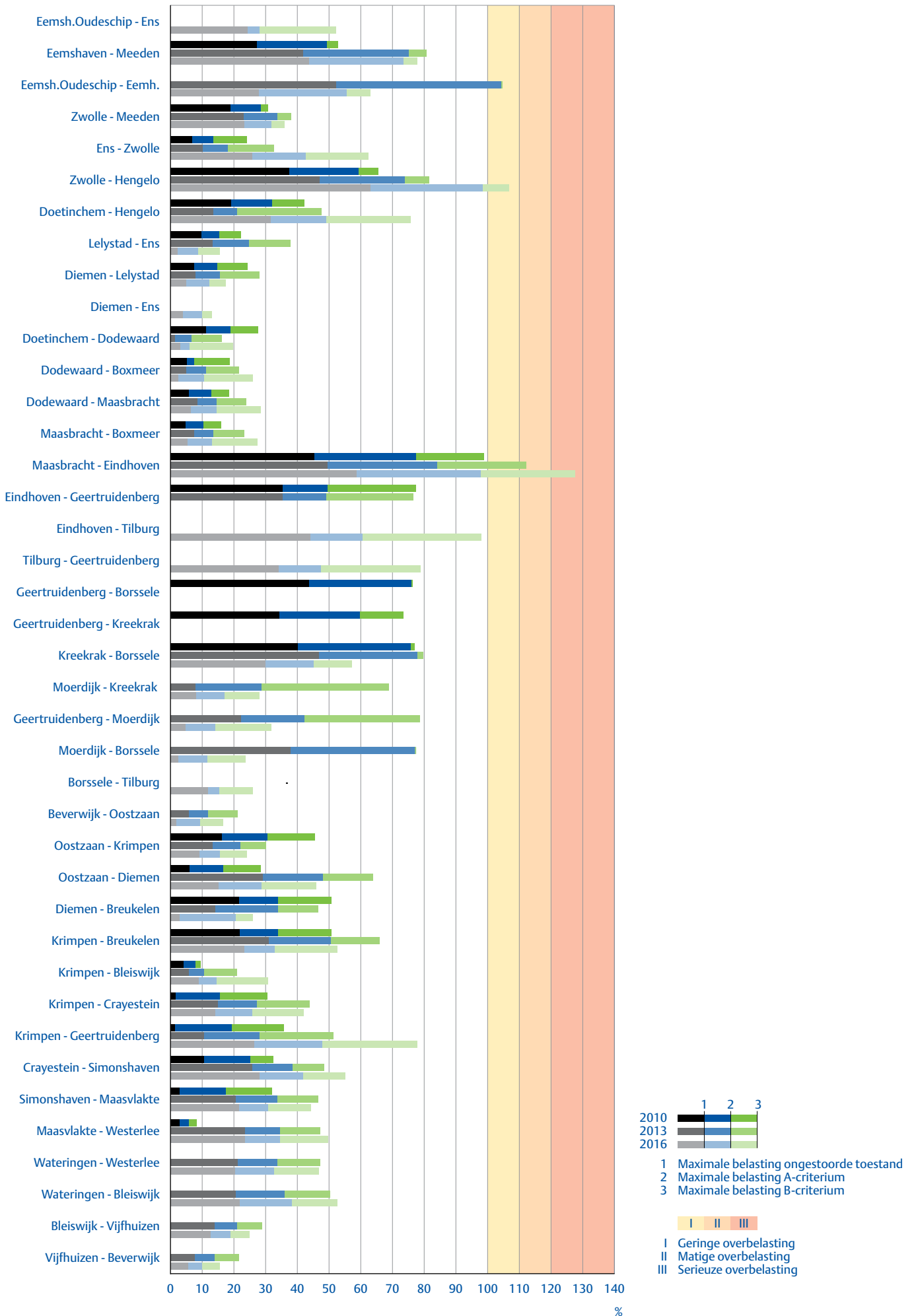


Scenario Export: Inzet productiemiddelen per regio en uitwisselingen met buitenland 2016 (MW)



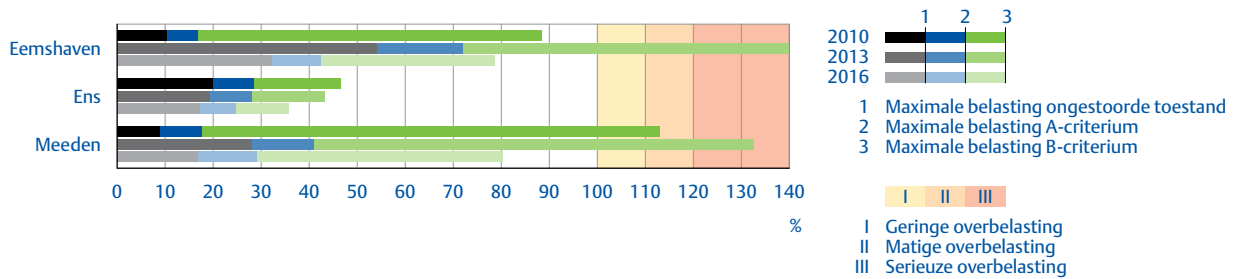
De resultaten van de bij dit scenario behorende *loadflow*-berekeningen zijn opgenomen in grafiek 1 tot en met 4. Deze grafieken tonen de belastinggraad in procenten van de nominale transportcapaciteit voor het scenario Export.

Belastinggraad 380 kV-verbindingen voor de drie steekjaren in het scenario Export



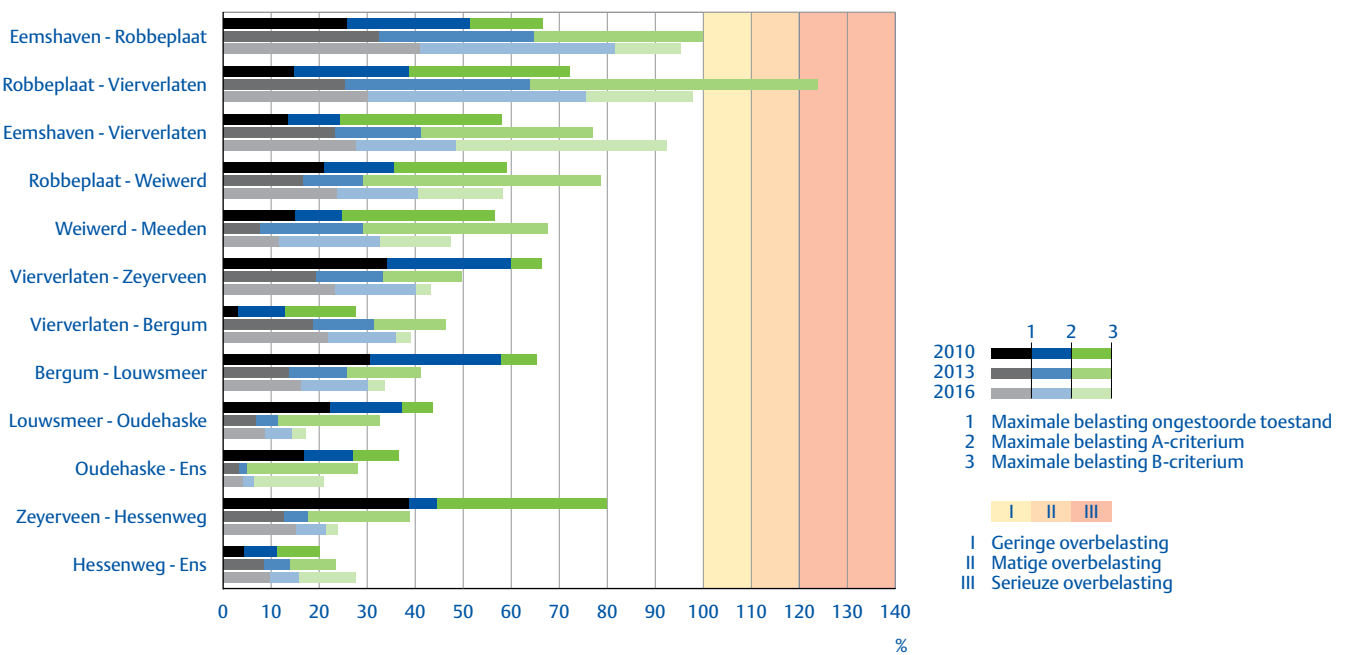
grafiek 2

Belastinggraad 380/220 kV-transformatoren voor de drie steekjaren in het scenario Export



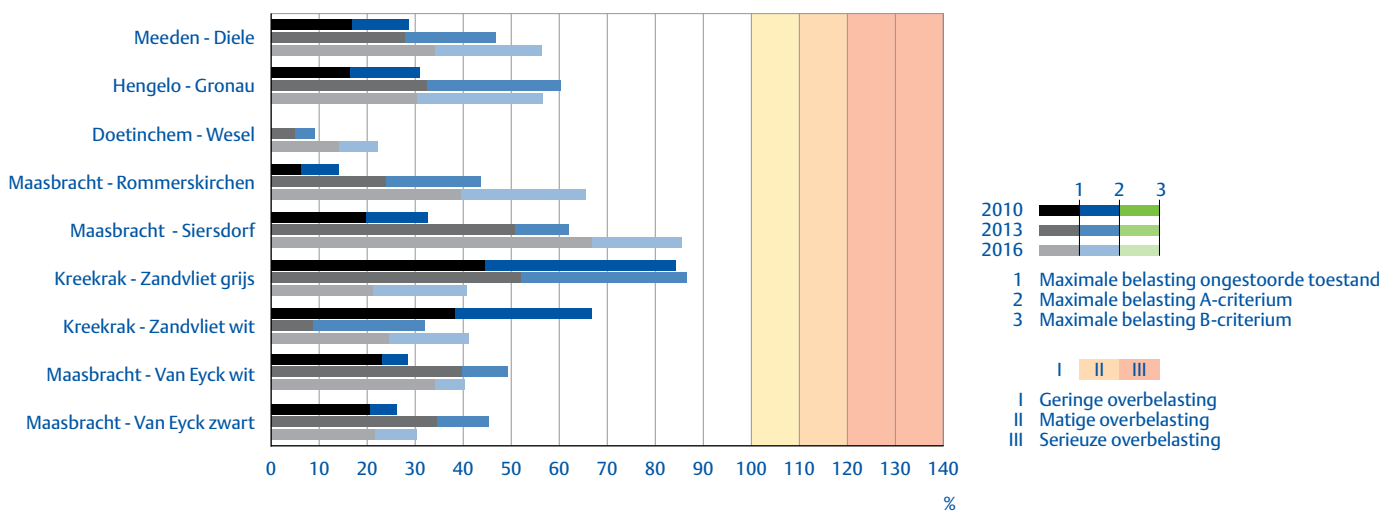
grafiek 3

Belastinggraad 220 kV-verbindingen voor de drie steekjaren in het scenario Export



grafiek 4

Belastinggraad interconnectoren voor de drie steekjaren in het scenario Export



Knelpunten en maatregelen in het 380 kV- en 220 kV-transportnet

In dit scenario laten de berekeningen voor 2010 slechts één matige overbelasting in het 220 kV-net zien op basis van criterium b. In het steekjaar 2013 zijn op basis van criterium b twee serieuze overbelastingen geconstateerd. Deze hebben betrekking op de 380/220 kV-transformatoren in Eemshaven en Meeden maar de overbelastingen verdwijnen in 2016 na de aanleg van de nieuwe 380 kV-verbinding Eemshaven Oudeschip - Ens in het kader van NoordWest380. Verder ontstaan er knelpunten op de landelijke 380 kV-ring ten gevolge van toename van de export. Deze knelpunten nemen in 2016 verder toe.

380 kV-verbinding Borssele - Geertruidenberg

Vanwege de toegenomen productie in Zeeland is er vanaf 2010 een serieus probleem in het onderliggende 150 kV-net bij uitval van één circuit op de 380 kV-verbinding Borssele - Geertruidenberg tijdens onderhoud van het andere circuit. De 150 kV-verbinding tussen Zeeland en het westen van Noord-Brabant vormt uit redundantieoverwegingen voor de voorziening van de lokale belasting een parallelverbinding met de 380 kV-verbinding. In de geschetste storings situatie ontstaat er een ernstige overbelasting op vele 150 kV-circuits. Indien de 150 kV-koppeling tussen Zeeland en Brabant niet in bedrijf zou zijn, biedt dit geen oplossing omdat in de geschetste storings situatie Zeeland volledig los komt van het landelijke elektriciteitsnet en er een elektrisch eiland ontstaat, dat niet zelfstandig kan blijven functioneren. Verwacht kan worden dat er dan tijdelijk een volledig black-out zal optreden. Deze situatie kan in voorkomende gevallen van onderhoud worden opgelost door een drastische reductie van het productievermogen in Zeeland. Dit knelpunt wordt opgelost met de inbedrijfname van de nieuwe 380 kV-verbinding Borssele - Tilburg (ZuidWest380) die naar verwachting eind 2014 in bedrijf komt. Deze overbelasting is niet weergegeven in de tabellen en diagrammen bij dit hoofdstuk maar maakt onderdeel uit van het betreffende regionet.

380/220 kV-koppelingen in Meeden en Eemshaven

Vanaf het jaar 2010 wordt een matige overbelasting gevonden op de 380/220 kV-transformator in Meeden dat zich in 2013 ontwikkelt tot een ernstig knelpunt dat ook in Eemshaven optreedt. Het knelpunt vindt zijn oorzaak in de veronderstelde inzet van productiemiddelen aangesloten op en nabij Eemshaven tijdens onderhoud aan één 380 kV-circuit Eemshaven - Meeden en de uitval van het parallelle circuit. Deze circuits zijn erg belangrijk voor het afvoeren van productievermogen vanuit het noorden van Nederland. Het probleem verdwijnt bij de inbedrijfname van de verbinding Eemshaven Oudeschip - Ens in 2016 (NoordWest380). Deze situatie kan in de tussenperiode worden opgelost door operationele maatregelen tijdens onderhoud.

380 kV-verbinding Eemshaven Oudeschip - Eemshaven

In het steekjaar 2013 is er onder enkelvoudige storingsreserve een geringe overbelasting op de verbinding die de 380 kV-stations Eemshaven en Eemshaven Oudeschip met elkaar verbindt. De overbelasting van deze korte verbinding, die beide stations op deze locatie met elkaar koppelt, wordt veroorzaakt door de hoge inzet van productiemiddelen aangesloten in Eemshaven Oudeschip en verdwijnt na de aanleg van de 380 kV-verbinding Eemshaven Oudeschip - Ens (NoordWest380) die waarschijnlijk in 2016 in bedrijf komt. Tot die tijd is het knelpunt toelaatbaar vanwege de geringe overbelasting.

380 kV-verbinding Eindhoven - Maasbracht

In 2013 ontstaat er een matige overbelasting op de verbinding Eindhoven - Maasbracht gedurende onderhoud aan de interconnector in Zandvliet naar België met een gelijktijdige uitval van een van de circuits Eindhoven - Maasbracht. Door de verdere toename van de productie wordt het in 2016 een ernstig knelpunt dat kan worden opgelost door de verbinding Eindhoven - Maasbracht op te waarden naar 4 kA (2.635 MVA).

380 kV-verbinding Zwolle - Hengelo

In 2016 ontstaat er een gering knelpunt in de verbinding Zwolle - Hengelo bij onderhoud aan de BritNed-verbinding en gelijktijdige uitval van één van de parallelle circuits van Zwolle - Hengelo. De overbelasting van de circuits is nog te gering om daadwerkelijk op te lossen.

6.4.1 Scenario Export - variant Noord-Nederland

In deze variant worden alle beschikbare productie-eenheden in Noord-Nederland ingezet volgens tabel 16. Dit zijn bestaande eenheden, nieuw te bouwen eenheden met een aansluit- en transportovereenkomst en eenheden zonder een dergelijke overeenkomst.

tabel 16

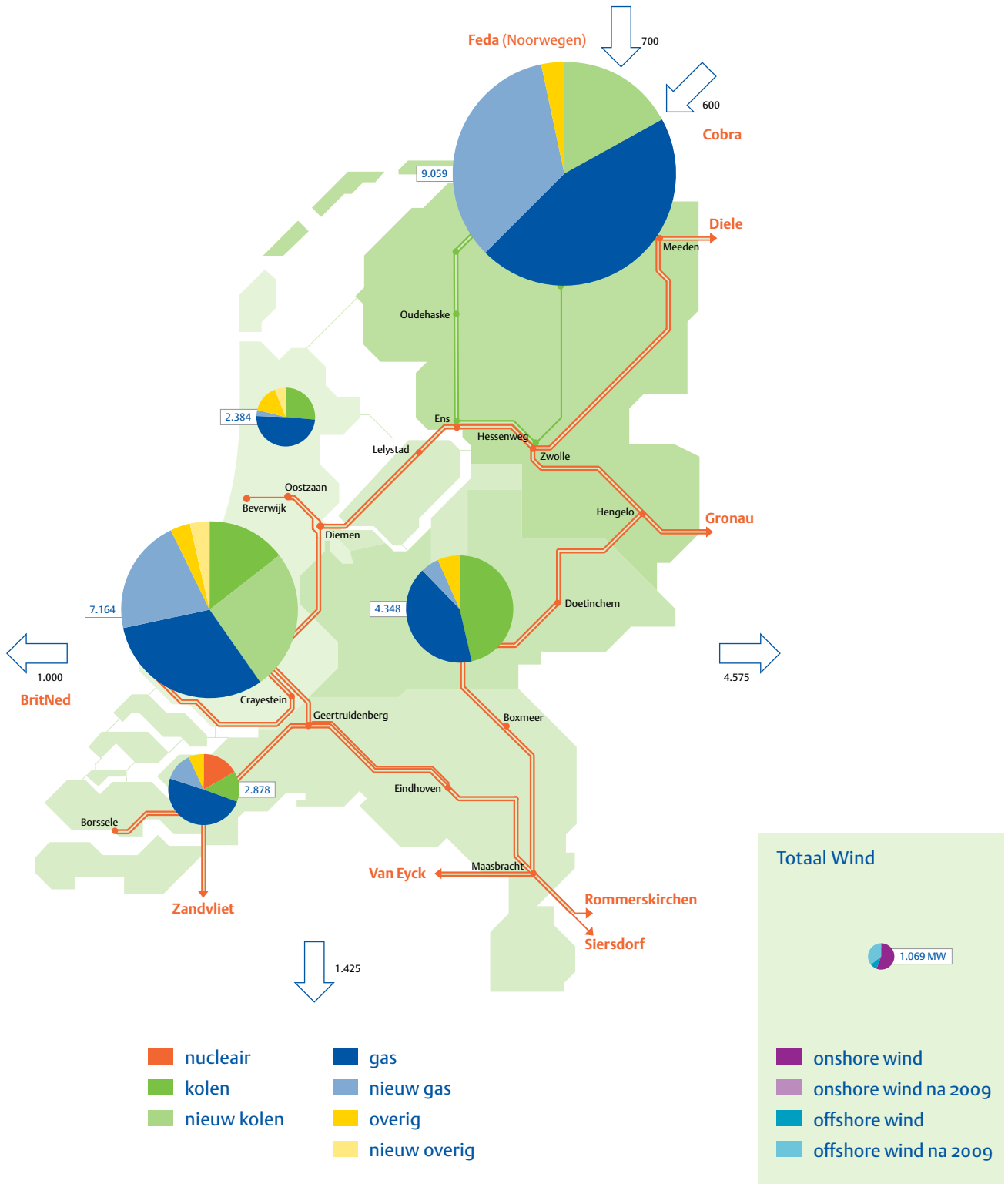
Inzet productiemiddelen in noorden van Nederland voor variant Noord-Nederland (MW)

	Steekjaar		
	2010	2013	2016
Nucleair	0	0	0
Kolen	0	0	0
Nieuw kolen	0	1.560	1.560
Gas	4.451	4.451	4.119
Nieuw gas	64	1.882	3.082
Overig	297	297	297
Nieuw overig	0	0	0
Totaal	4.813	8.191	9.059

Overig: afval, biomassa/-gas, solar, hydro en wind.

In kaart 3 is voor heel Nederland de inzet van de productiemiddelen voor de variant Noord-Nederland in 2016 gepresenteerd.

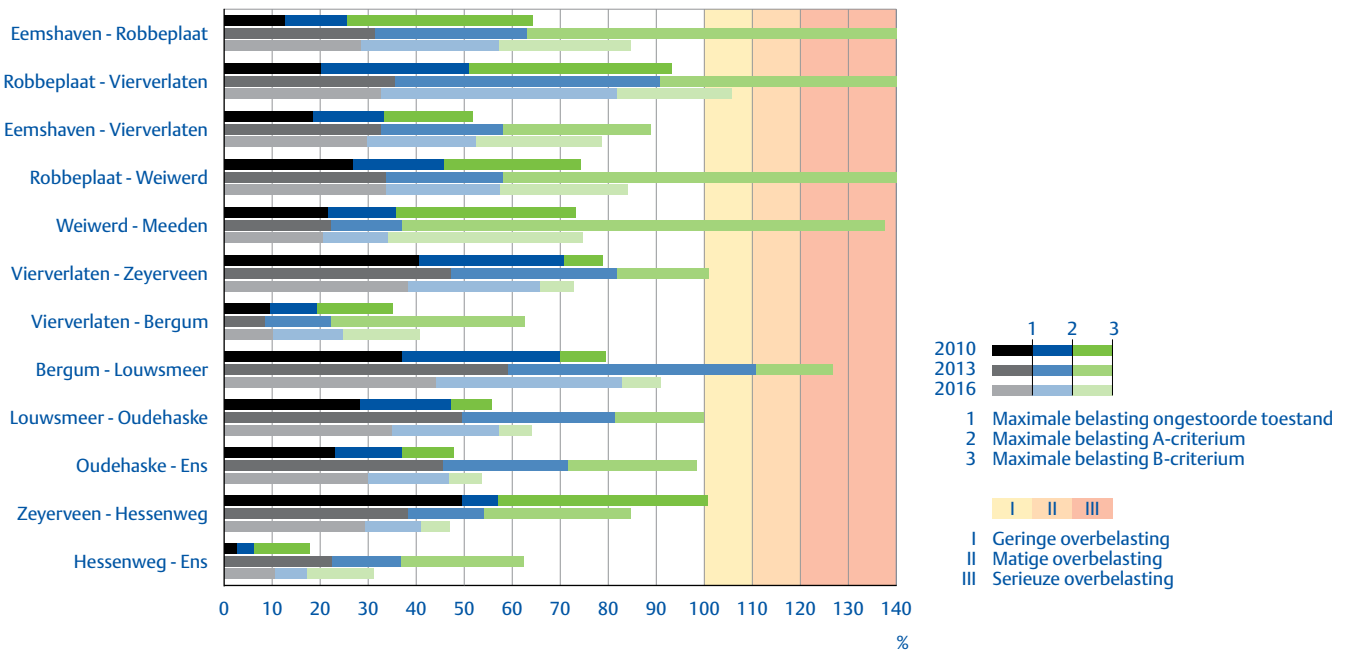
Variante Noord-Nederland: Inzet productiemiddelen per regio en uitwisselingen met het buitenland in 2016 (MW)



De resultaten van de bij dit scenario behorende *loadflow*-berekeningen zijn opgenomen in grafiek 5 tot en met 8. Deze grafieken tonen de belastinggraad in procenten van de nominale transportcapaciteit voor de variant Noord-Nederland.

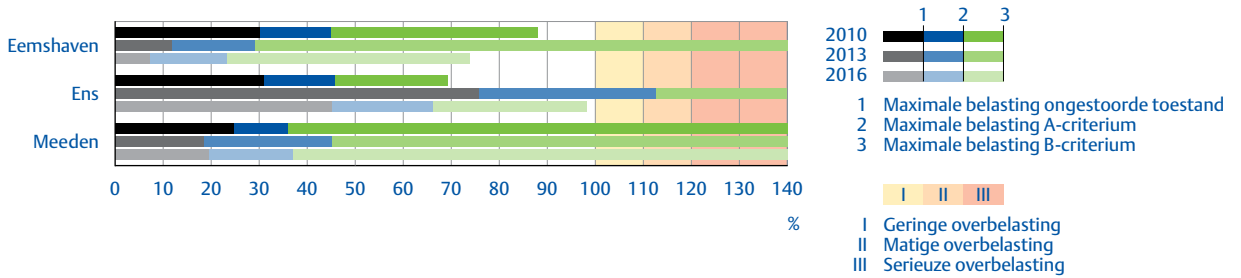
grafiek 5

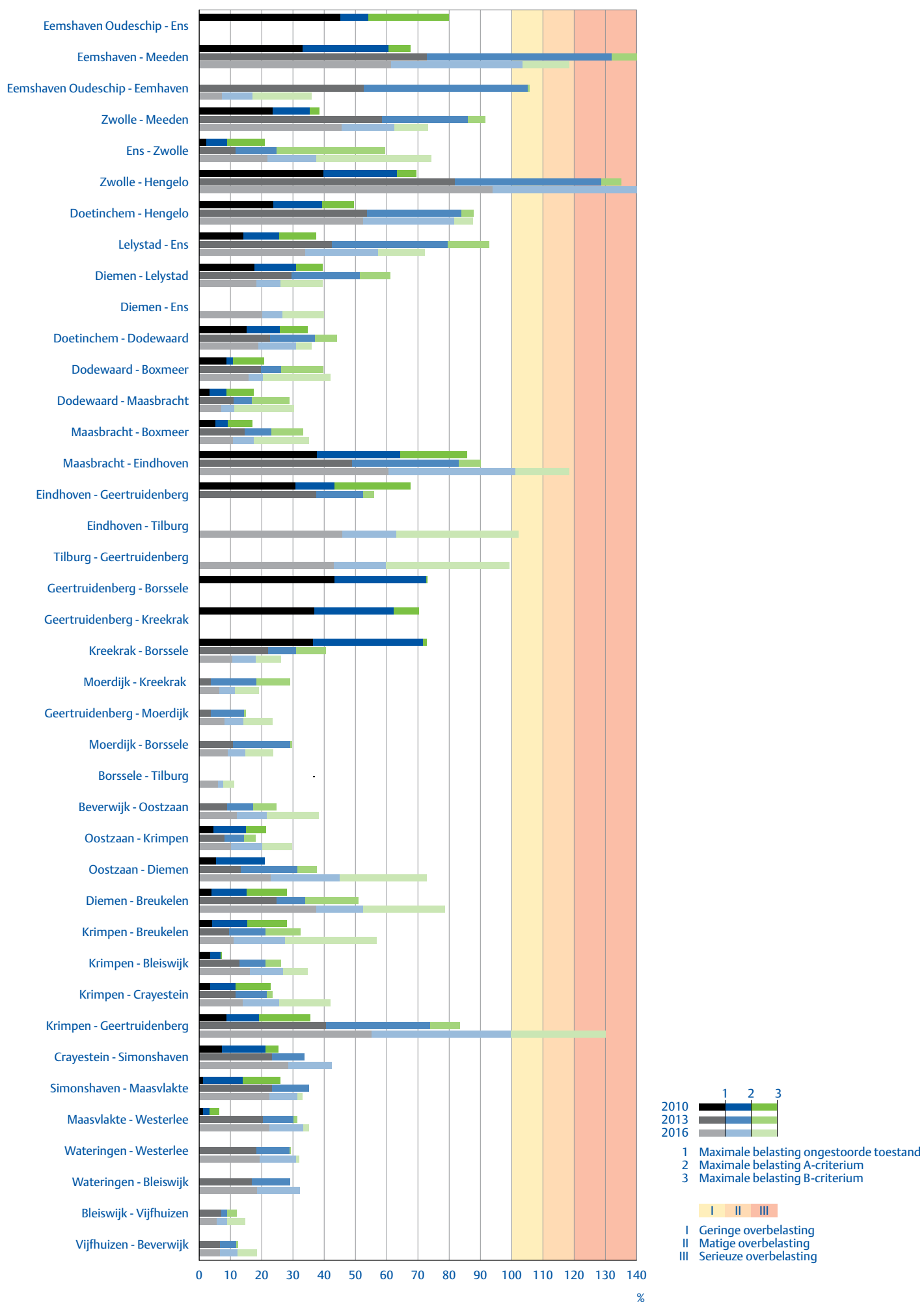
Belastinggraad 220 kV-verbindingen voor de drie steekjaren in variant Noord-Nederland



grafiek 6

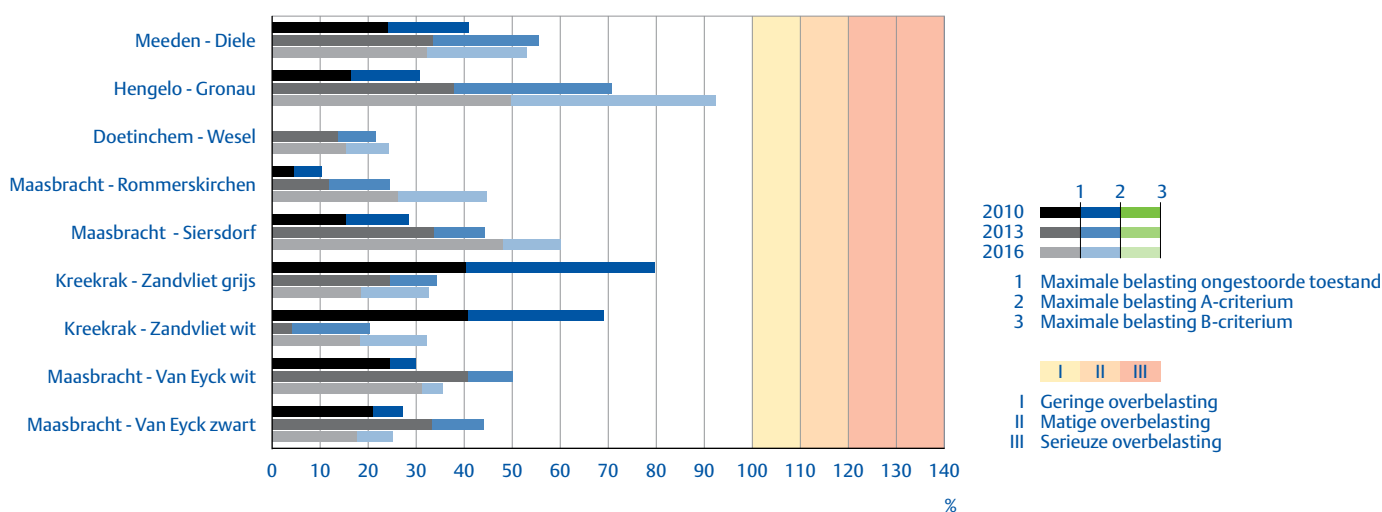
Belastinggraad 380/220 kV-transformatoren voor de drie steekjaren in variant Noord-Nederland





grafiek 8

Belastinggraad buitenlandverbindingen voor de drie steekjaren in variant Noord-Nederland



Knelpunten en maatregelen in het 380 kV- en 220 kV-transportnet

In de variant Noord-Nederland ontstaat door de veronderstelde inzet van productievermogen in het noorden van Nederland en de vermogensuitwisselingen via de HVDC-verbindingen in Eemshaven, een dominante transportrichting in het Nederlandse net van noord naar zuidoost. Een groot gedeelte van het vermogen wordt geëxporteerd via de interconnectoren Hengelo - Gronau en Doetinchem - Wesel (vanaf 2013). Dit leidt tot een aantal knelpunten in de 380 kV- en 220 kV-verbindingen van de locatie Eemshaven tot de 380 kV-ringstructuur in Zwolle en de verbinding naar Hengelo en tot knelpunten in sommige 380/220 kV-koppelingen. Met name in 2013 zijn de overbelastingen daarbij groter dan in het scenario Export. Omdat de hoge transporten vanuit het noorden een gedeelte van de west-oost stromen naar het zuiden verdringen, nemen de knelpunten in enkele verbindingen van de zuidelijke 380 kV-ring toe. Zodra in het steekjaar 2016 de 380 kV-verbinding Eemshaven Oudeschip - Ens in bedrijf is genomen, neemt in vergelijking met het steekjaar 2013 het aantal berekende overbelastingen op verbindingen en transformatoren drastisch af ondanks dat meer productievermogen in bedrijf wordt verondersteld.

380 kV-verbinding Zwolle - Eemshaven

Vanwege de export in Meeden ontstaat er vanaf 2013 op de verbindingen van Eemshaven naar de 380 kV-ring alleen een serieuze overbelasting op de verbinding Eemshaven-Meeden. Er is dan geen "n-1" redundantie meer. Vanaf 2016 is dit gereduceerd tot een geringe overbelasting vanwege de inbedrijfstelling van de nieuwe 380 kV-verbinding Eemshaven Oudeschip - Ens in het kader van NoordWest380.

380 kV-verbinding Zwolle - Hengelo

Op de 380 kV-ring leiden de hoge transporten vanaf Zwolle naar de interconnectoren met Duitsland vanaf 2013 tot een serieuze overbelasting op de verbinding Zwolle - Hengelo. Er is dan geen "n-1" redundantie meer. Dit knelpunt kan worden opgelost door de verbinding op te waarderen naar 4 kA (2.635 MVA).

380 kV-verbindingen Krimpen-Geertruidenberg en Eindhoven - Maasbracht

Vanaf 2016 ontstaan tevens serieuze overbelastingen op de 380 kV-verbinding Krimpen - Geertruidenberg en matige overbelastingen op de 380 kV-verbinding Eindhoven - Maasbracht tijdens onderhoud aan één circuit en uitval van de BritNed kabelverbinding. Dit knelpunt kan worden opgelost door beide verbindingen op te waarderen naar 4 kA (2.635 MVA).

Knelpunten 380/220 kV-koppelingen Ens

Vanaf 2013 ontstaat een matige overbelasting op de 380/220 kV-transformatoren in Ens. Vanaf 2016 is dit knelpunt opgelost vanwege de inbedrijfname van de nieuwe 380 kV-verbinding Eemshaven Oudeschip - Ens in het kader van NoordWest380. Dit knelpunt kan in de tussenperiode worden opgelost door operationele maatregelen tijdens onderhoud.

380/220 kV-koppelingen in Meeden en Eemshaven

Vanaf 2010 wordt een serieuze overbelasting gevonden op de 380/220 kV-transformator in Meeden die in 2013 verder toeneemt. Vanaf 2013 wordt dit ook een serieuze overbelasting in Eemshaven. Het knelpunt vindt zijn oorzaak in de veronderstelde inzet van productiemiddelen aangesloten op en nabij Eemshaven tijdens onderhoud aan één 380 kV-circuit Eemshaven - Meeden en de uitval van het parallelle circuit. Het probleem verdwijnt bij de inbedrijfname van de verbinding Eemshaven Oudeschip - Ens in 2016 (NoordWest380) met uitzondering van het probleem op de 380/220 kV-transformator in Meeden. Deze situatie kan in de tussenperiode worden opgelost door operationele maatregelen tijdens onderhoud. Voor Meeden vormt de uitbreiding met een tweede 380/220 kV-transformator de voor de hand liggende oplossing.

220 kV-verbinding Robbenplaat Eemshaven

Vanaf het steekjaar 2013 wordt een serieuze overbelasting gevonden op de verbinding die de 220 kV-stations Robbenplaat en Eemshaven met elkaar verbindt gedurende het uit bedrijf zijn van beide 380 kV-circuits tussen Eemshaven en Meeden. De overbelasting van deze korte verbinding, die het oudere station koppelt met het nieuwere station op deze locatie, wordt veroorzaakt door de hoge inzet van productiemiddelen in Eemshaven. Het knelpunt verdwijnt met de aanleg van NoordWest380.

220 kV-verbinding Eemshaven/Robbenplaat - Weiwerd - Meeden

Vanaf het steekjaar 2013 wordt een serieus knelpunt gevonden op de verbindingen die uiteindelijk de 220 kV-stations Eemshaven en Meeden met elkaar verbinden gedurende het uit bedrijf zijn van beide 380 kV-circuits tussen Eemshaven en Meeden. Het knelpunt verdwijnt met de aanleg van Eemshaven Oudeschip - Ens in het kader van NoordWest380.

220 kV-verbinding Louwsmeer - Bergum

Vanaf het steekjaar 2013 wordt een serieus knelpunt gevonden op de verbinding Louwsmeer - Bergum gedurende het uit bedrijf zijn van één circuit en de uitval van één circuit van de 380 kV-verbinding Meeden en Zwolle. Het knelpunt verdwijnt met de aanleg van Eemshaven Oudeschip - Ens in het kader van NoordWest380.

220 kV-verbinding Vierverlaten - Zeyerveen

Vanaf het steekjaar 2013 wordt een gering knelpunt gevonden op de verbinding Vierverlaten - Zeyerveen bij het uit bedrijf zijn van beide circuits op de 380 kV-verbinding Eemshaven - Meeden. Het knelpunt verdwijnt met de aanleg van Eemshaven Oudeschip - Ens in het kader van NoordWest380.

6.4.2 Scenario Export - variant Maasvlakte

In de variant Maasvlakte zijn niet alleen alle productiemiddelen op en rond Maasvlakte ingezet maar is de HVDC-verbinding van BritNed tevens importerend verondersteld. Voor zover nu bekend zal de maximale productie op Maasvlakte ten opzichte van het scenario Export mogelijk nog toenemen met circa 400 MW zoals aangegeven in onderstaande tabel bij de categorie nieuw kolen.

tabel 17

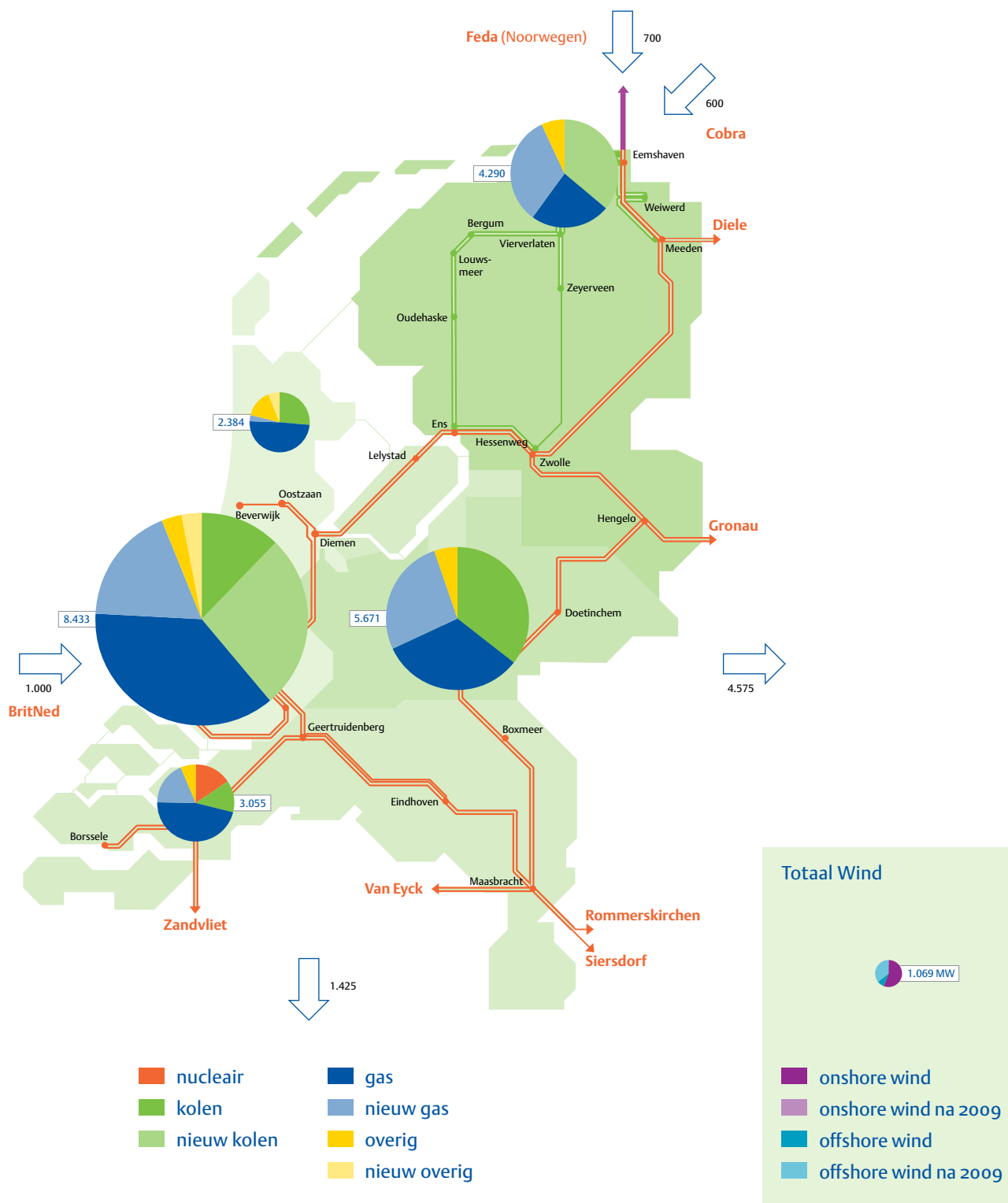
Inzet productiemiddelen rondom Maasvlakte voor variant Maasvlakte (MW)

	Steekjaar		
	2010	2013	2016
Nucleair	0	0	0
Kolen	1.050	1.050	1.050
Nieuw kolen	0	1.850	2.250
Gas	3.386	3.177	3.107
Nieuw gas	664	1.514	1.514
Overig	272	372	272
Nieuw overig	0	100	240
Totaal	5.372	8.063	8.433

Onder overig worden verstaan afval-, biomassa/-gas-, solar-, hydro- en wind eenheden

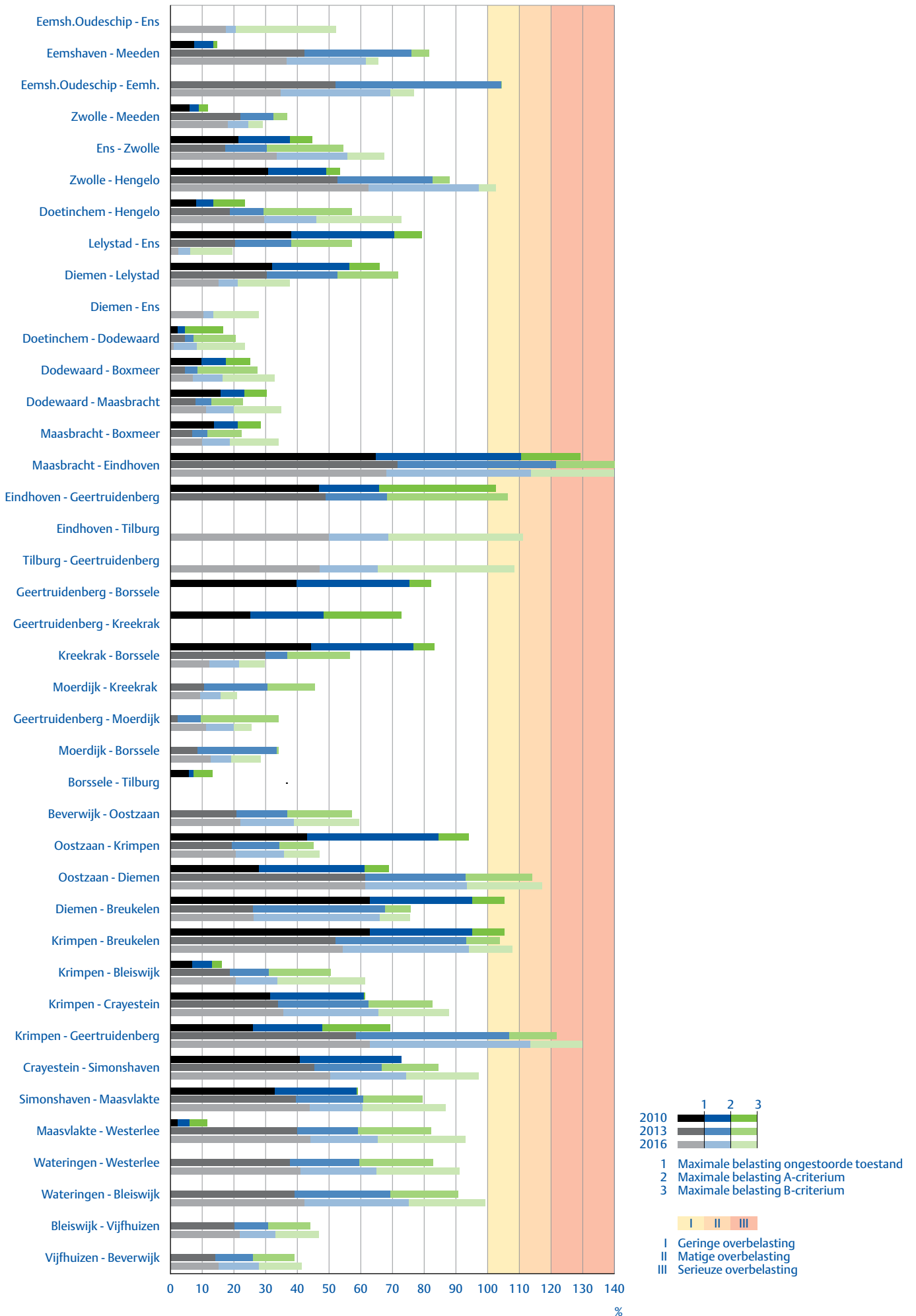
In kaart 4 is voor heel Nederland de inzet van de productiemiddelen voor de variant Maasvlakte in 2016 gepresenteerd.

Variante Maasvlakte: Inzet productiemiddelen per regio en uitwisselingen met het buitenland in 2016 (MW)



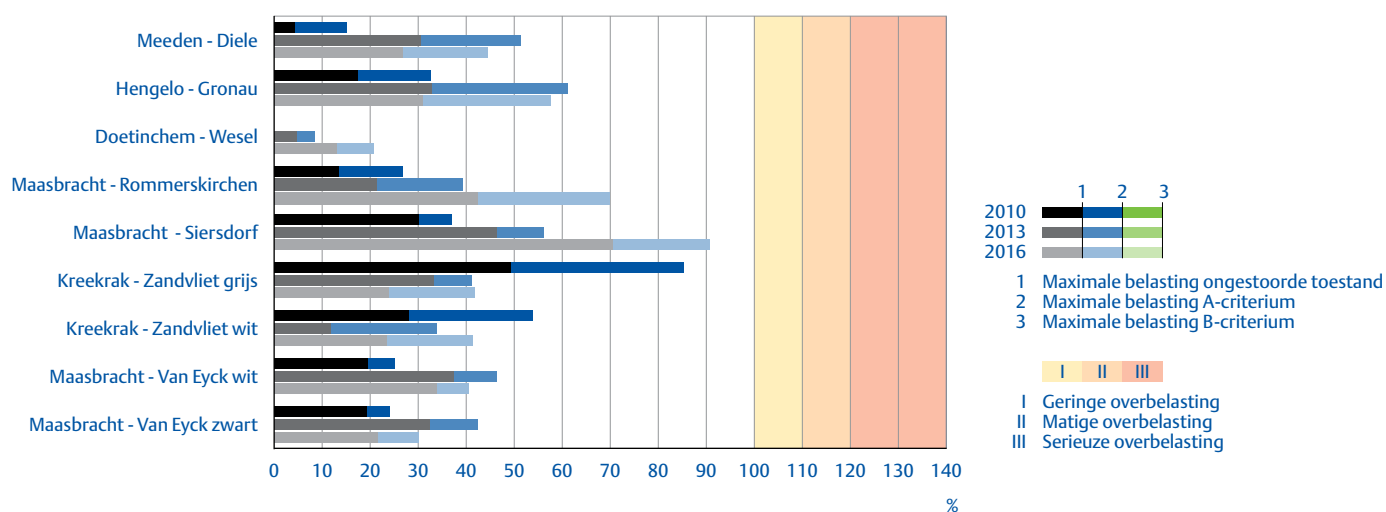
De resultaten van de bij deze variant behorende *loadflow*-berekeningen voor de 380 kV-verbindingen en de buitenlandcircuits zijn opgenomen in grafiek 9 en 10. Deze grafieken tonen de belastinggraad in procenten van de nominale transportcapaciteit voor de variante Maasvlakte.

Belastinggraad 380 kV-verbindingen voor de drie steekjaren in variant Maasvlakte



grafiek 10

Belastinggraad buitenlandverbindingen voor de drie steekjaren in variant Maasvlakte



Knelpunten in het 380 kV-transportnet

Vanwege de inbedrijfname van de Zuidring binnen het programma Randstad380 zijn voor de Randstad geen additionele knelpunten gevonden voor deze variant ten opzichte van het scenario Export.

De variant leidt echter wel tot nieuwe en versterking van bestaande knelpunten ten opzichte van het scenario Export. Dit betreft voornamelijk verbindingen van de landelijke 380 kV-ring.

380 kV-verbinding Eindhoven - Maasbracht

Door een verdere verhoging van de productie op Maasvlakte en de veronderstelde import via BritNed is er al in 2010 geen enkelvoudige storingsreserve meer op de verbinding Eindhoven - Maasbracht.

Op deze verbinding ontstaat een matige overbelasting bij uitval van één van de parallelle circuits.

Deze overbelasting neemt verder toe in 2013, maar neemt iets af in 2016 ten gevolge van het gereedkomen van de verdubbeling van de verbinding tussen Diemen en Ens waardoor de vermogensstroom meer gebruik maakt van het noordelijke deel van de landelijke 380 kV-ring. Het knelpunt kan worden opgelost door de verbinding op te waarderen naar 4 kA (2 x 2.635 MVA).

De overbelasting tijdens onderhoud aan één circuit van deze verbinding en de uitval van de dwarsregeltransformator van Elia in Zandvliet leidt in 2010 tot een ernstige overbelasting die in de loop van de jaren stijgt. Een oplossing kan worden gevonden in de aanleg van een parallelle 380 kV-verbinding tussen Geertruidenberg en Maasbracht. Een andere oplossing is de realisatie van een nieuwe 380 kV-verbinding Geertruidenberg - Dodewaard. Hiermee ontstaat een parallelle verbinding Geertruidenberg - Dodewaard - Maasbracht. Dankzij de nieuwe interconnector Doetinchem - Wesel worden hiermee ook de interconnectoren Maasbracht - Selfkant ontlast. Nadere studie is noodzakelijk om de merites van deze oplossingen te kunnen beoordelen.

380 kV-verbinding Geertruidenberg - (Tilburg) - Eindhoven

De variant Maasvlakte leidt ook tot een geringe tot matige overbelasting in 2010 en 2013 op het resterende circuit tussen Geertruidenberg en Eindhoven bij onderhoud aan één circuit en een gelijktijdige uitval van een van de andere circuits. Vergroting van de capaciteit van de circuits is hier een mogelijke oplossing, maar ook de genoemde verbinding tussen Geertruidenberg en Dodewaard kan hier een oplossing bieden. Nader onderzoek is noodzakelijk.

380 kV-verbinding Krimpen - Diemen

Door de toegenomen vermogenstransporten vanuit Maasvlakte ontstaat er een geringe overbelasting in 2010 op de verbinding Krimpen - Diemen bij een onderhoudssituatie op het parallelle circuit en een gelijktijdige uitval van een circuit uit de verbinding Eindhoven - Maasbracht. Ook in 2013 en 2016 blijft een geringe overbelasting bestaan. Vanwege de geringe overbelasting wordt vooralsnog geen actie ondernomen.

380 kV verbinding Krimpen - Geertruidenberg

In de verbinding Krimpen - Geertruidenberg ontstaat een geringe overbelasting in 2013 en 2016 onder enkelvoudige storingsreserve. Verder ontstaat in 2013 een serieuze overbelasting op dezelfde verbinding bij onderhoud aan de verbinding Oostzaan - Diemen en gelijktijdige uitval van het parallelle circuit. Deze overbelasting blijft in 2016 bestaan. Of dit knelpunt op te lossen is door verzwaring van de circuits naar 4 kA (2 x 2.635 MVA) of dat hiervoor de verbinding Krimpen-Oostzaan weer moet worden ingelust in het 380 kV-station Diemen is nog niet onderzocht. Nadere studie is hier noodzakelijk.

380 kV verbinding Oostzaan - Diemen

Deze matige overbelasting ontstaat in 2013 en 2016 bij onderhoud aan de verbinding Krimpen - Geertruidenberg en gelijktijdige uitval van het parallelle circuit van deze verbinding. Het knelpunt kan worden opgelost door de verbinding Krimpen - Oostzaan weer in te lussen in het 380 kV-station Diemen.

6.4.3 Scenario Export - variant Zuidwest-Nederland

Deze variant is gerelateerd aan een extra productie-inzet in Zuidwest-Nederland. Voor deze variant zijn op de productielocaties in Zeeland en het westen van Noord-Brabant, te weten Borssele respectievelijk Moerdijk, alle beschikbare productie-eenheden volgens onderstaande tabel ingezet. Dit zijn bestaande eenheden, nieuw te bouwen eenheden met een aansluit- en transportovereenkomst en eenheden zonder een dergelijke overeenkomst die zich hebben aangemeld en serieuze interesse hebben in een aansluiting.

tabel 18

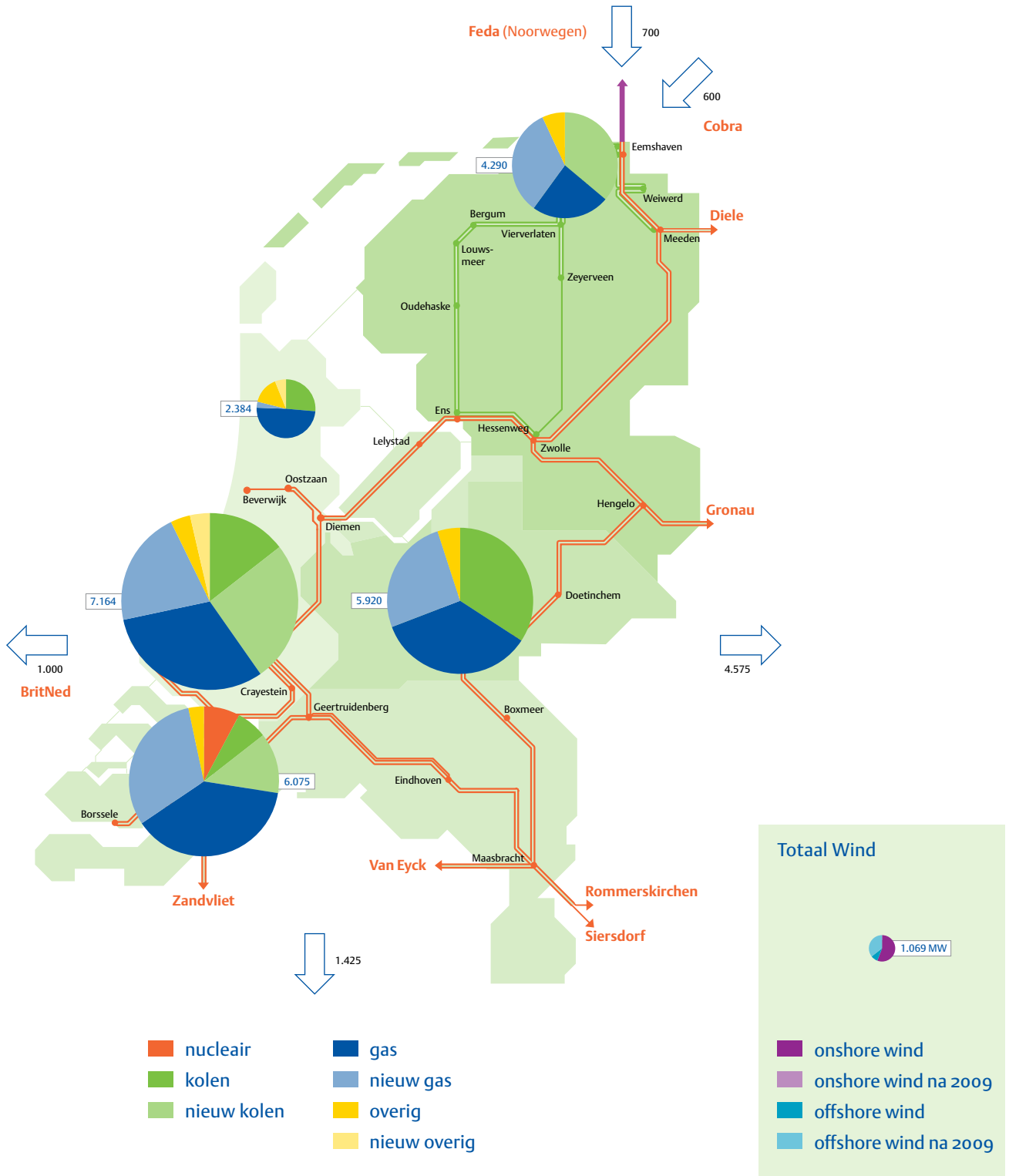
Inzet productiemiddelen rond Borssele en Moerdijk voor variant Zuidwest-Nederland (MW)

	Steekjaar		
	2010	2013	2016
Nucleair	480	480	480
Kolen	406	406	406
Nieuw kolen	0	800	800
Gas	2.307	2.307	2.307
Nieuw gas	133	989	1.889
Overig	193	193	193
Nieuw overig	0	0	0
Totaal	3.519	5.175	6.075

Overig: afval- biomassa/-gas-, solar-, hydro- en windeenheden.

In kaart 5 is voor heel Nederland de inzet van de productiemiddelen voor de variant Zuidwest-Nederland in 2016 gepresenteerd.

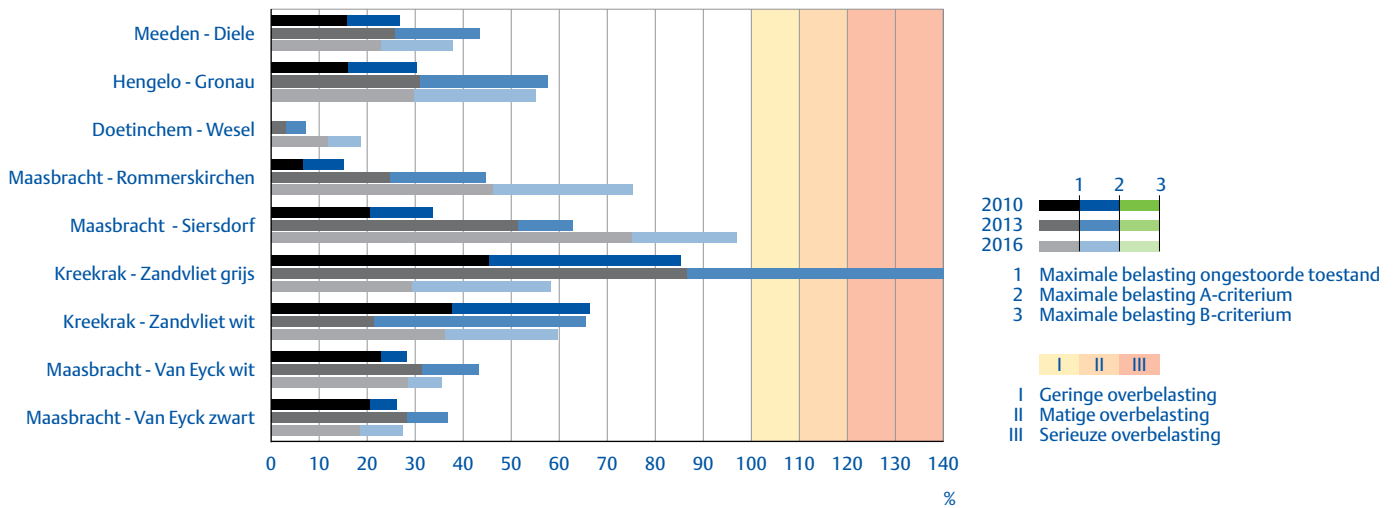
Variante Zuidwest-Nederland: Inzet productiemiddelen per regio en uitwisseling met het buitenland in 2016 (MW)



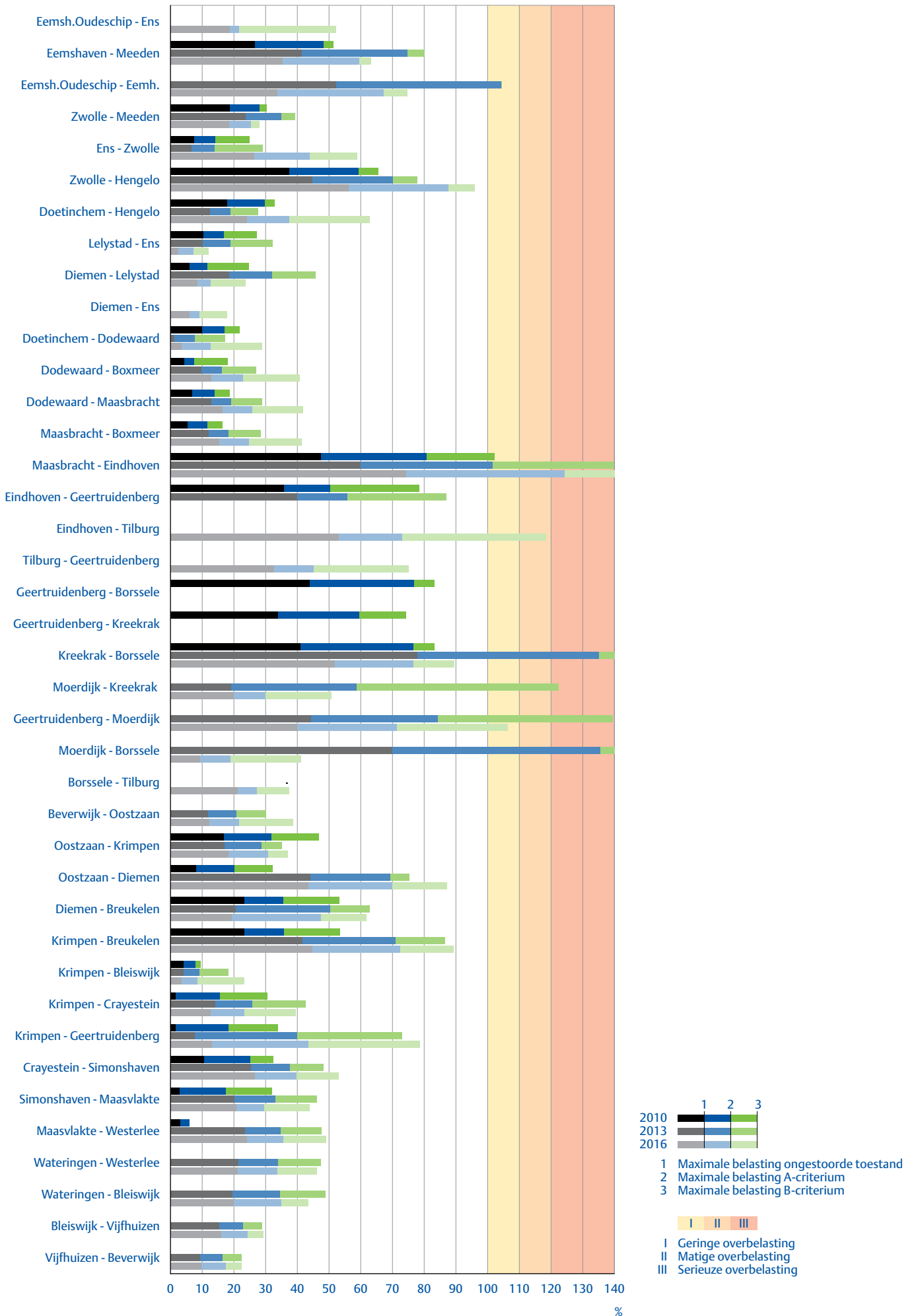
De resultaten van de bij dit scenario behorende *loadflow*-berekeningen zijn opgenomen in de grafieken 11 en 12. Deze grafieken tonen de belastinggraad in procenten van de nominale transportcapaciteit voor de variant Zuidwest-Nederland.

grafiek 11

Belastinggraad buitenlandverbindingen voor de drie steekjaren in variant Zuidwest-Nederland



Belastinggraad 380 kV-verbindingen voor de drie steekjaren in variant Zuidwest-Nederland



Knelpunten en maatregelen in het 380 kV- en 220 kV-transportnet

In de variant Zuidwest-Nederland ontstaat door de veronderstelde inzet van productievermogen in Zeeland en het westen van Noord-Brabant een dominante transportrichting in het Nederlandse net door de zuidkant van de 380 kV-ring. Een groot gedeelte van het vermogen wordt geëxporteerd naar België en via de interconnectoren Maasbracht - Selfkant. Dit leidt tot versterking van de overbelastingen ten opzichte van het scenario Export in de 380 kV- en 150 kV-verbindingen van de locatie Borssele naar Geertruidenberg (inclusief de interconnectoren naar België via Zandvliet) en in de verbinding Eindhoven - Maasbracht. Omdat, in vergelijking met het steekjaar 2013, in het steekjaar 2016 de 380 kV-verbinding Borssele - Tilburg in bedrijf is genomen, verdwijnen de overbelastingen op de verbinding Borssele - Geertruidenberg en de betreffende delen van het 150 kV-net in Zeeland en het westen van Noord-Brabant ondanks dat meer productievermogen in bedrijf is verondersteld.

Knelpunten op interconnectoren

Door de verhoogde productie in Zeeland ontstaan er in 2013 serieuze overbelastingen op de interconnectoren Kreekrak - Zandvliet onder enkelvoudige storingsreserve. Door de aanleg van een nieuwe 380 kV-verbinding Borssele - Tilburg in het kader van ZuidWest380 verdwijnt dit knelpunt weer in 2016.

380 kV-verbinding Borssele - Geertruidenberg

In 2013 ontstaat parallel aan de interconnector met België een serieuze overbelasting op de verbinding Borssele - Geertruidenberg onder enkelvoudige storingsreserve. Ook deze overbelasting verdwijnt in 2016 dankzij de aanleg van een nieuwe 380 kV-verbinding Borssele - Tilburg in het kader van ZuidWest380.

380 kV-verbinding Eindhoven - Maasbracht

Door een verdere verhoging van de productie in Zeeland en het westen van Noord-Brabant is er in 2016 geen enkelvoudige storingsreserve meer op de verbinding Eindhoven - Maasbracht. Dit kan worden opgelost door de verbinding op te waarden naar 4 kA (2 x 2.635 MVA). De overbelasting tijdens onderhoud aan één circuit van deze verbinding en de uitval van de dwarsregeltransformator van Elia in Zandvliet leidt in 2013 tot een ernstige overbelasting die in de loop van de jaren stijgt en in 2016 dermate groot is dat zelfs het opwaarderen van de verbinding onvoldoende zou zijn. De oplossingsrichting voor dit knelpunt, een nieuwe 380 kV-verbinding Geertruidenberg - Dodewaard, is reeds onder de variant Maasvlakte besproken.

380 kV-verbinding Moerdijk - Geertruidenberg

In 2016 ontstaat een geringe overbelasting op de verbinding Moerdijk - Geertruidenberg tijdens onderhoud aan één circuit en de uitval van de dwarsregeltransformator van Elia in Zandvliet. Dit knelpunt zal toenemen bij een verdere toename van de productie in Zeeland en/of het westen van Noord-Brabant. Vooralsnog is de overbelasting te gering om actie te ondernemen.

6.4.4 Scenario Export - variant Wind

In het scenario Export is de windproductie op land en op zee ingezet met een vermogensfactor van 20% respectievelijk 40%. Voor de variant Wind is het volledige windvermogen als ingezet voorondersteld. Dit leidt tot een geprognosticeerd windvermogen voor windparken op zee volgens onderstaande tabel. Het extra vermogen dat hiermee wordt ingezet wordt gecompenseerd door ander productievermogen in Nederland niet in te zetten. Omdat zelfs de bedrijfstijd van windparken op zee minder dan 50% bedraagt is de extra inzet van windvermogen alleen getoetst aan criterium a omdat er voldoende windloze perioden zijn om onderhoud te kunnen verrichten.

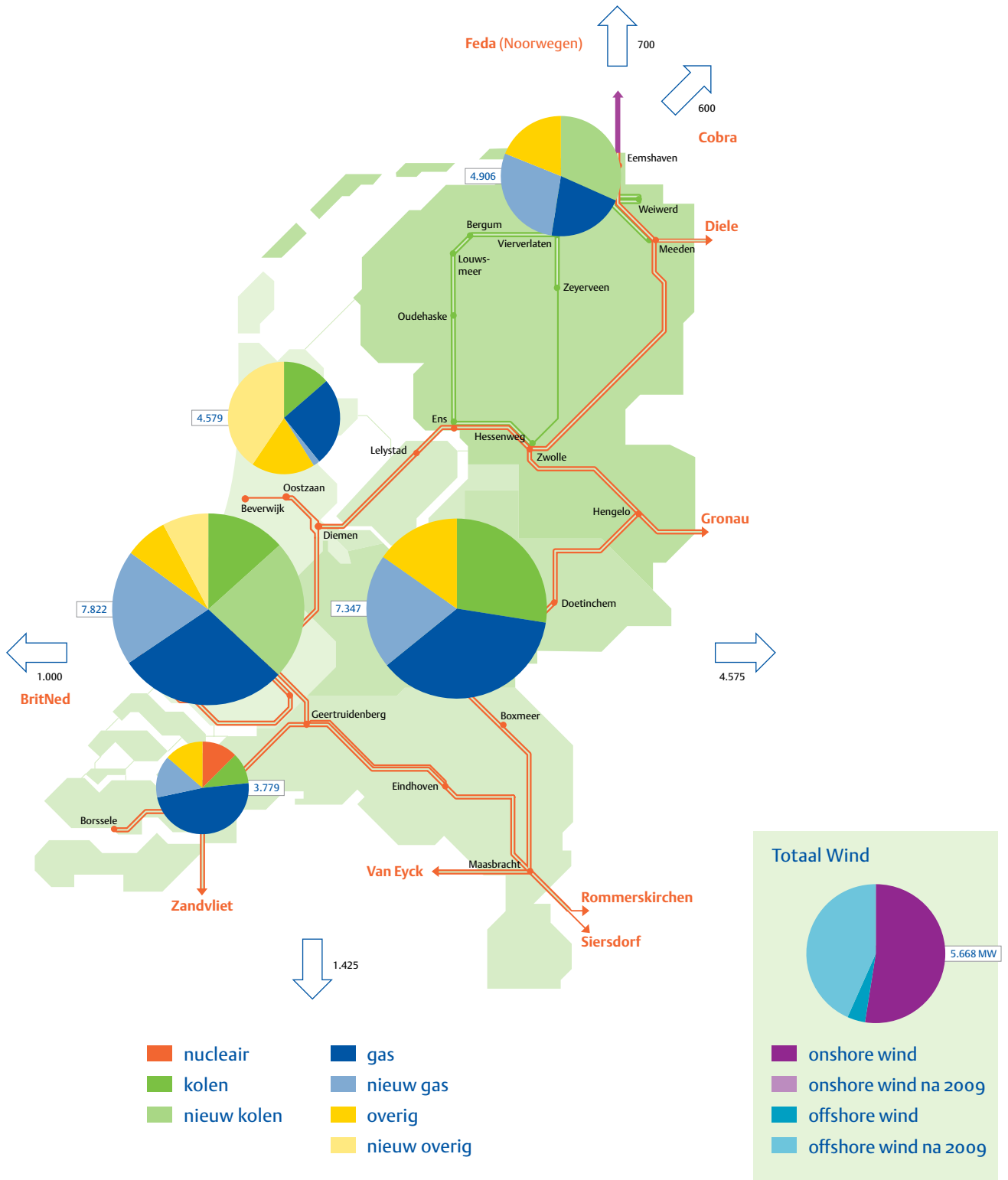
tabel 19

Inzet offshore windvermogen in variant Wind

		Steekjaar		
		2010	2013	2016
Bestaand vermogen	Offshore Windpark Egmond aan Zee	108	108	108
	Prinses Amalia Windpark (Q7)	120	120	120
Tweede fase	Sassenheim		150	300
	Wateringen		100	200
	Beverwijk		300	450
Derde fase	Beverwijk			1.500
Totaal		228	778	2.678

In kaart 5 is voor heel Nederland de inzet van de productiemiddelen voor de variant Wind in 2016 gepresenteerd.

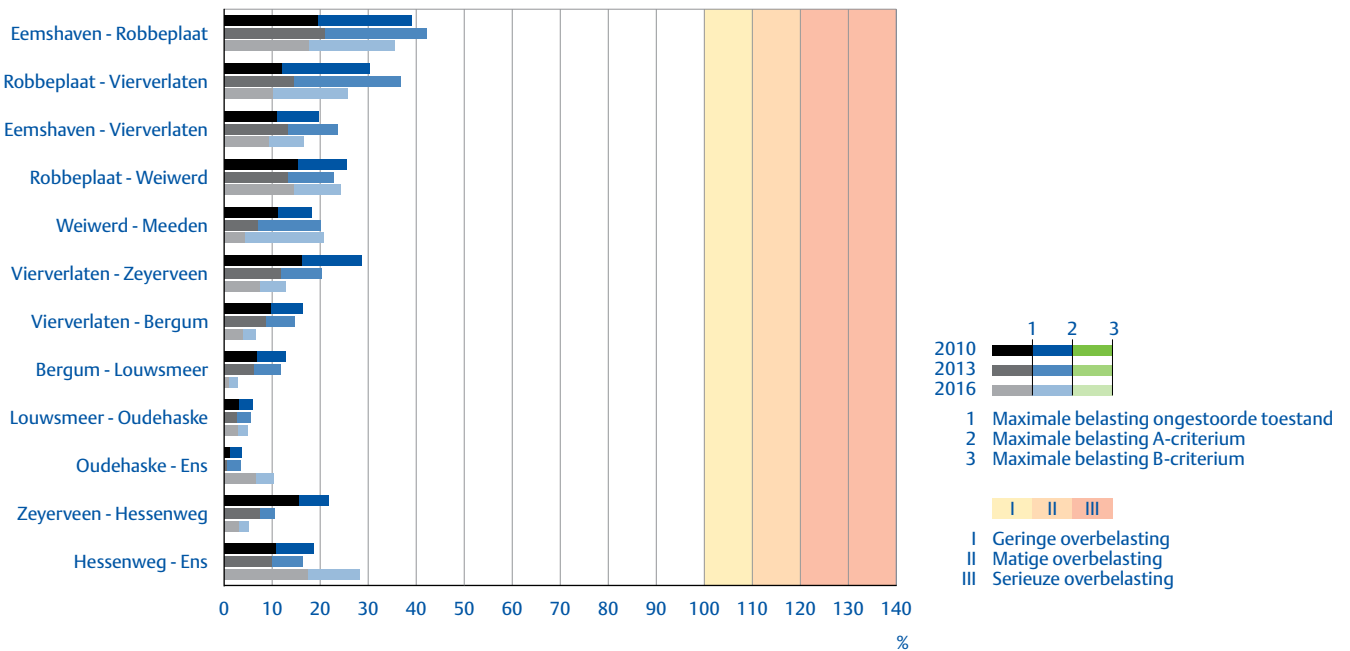
Variant Wind: Inzet productiemiddelen per regio en uitwisselingen buitenland in 2016 (MW)



De resultaten van de bij dit scenario behorende *loadflow*-berekeningen zijn opgenomen in de grafieken 13 en 14. Deze grafieken tonen de belastinggraad in procenten van de nominale transportcapaciteit voor de variant Wind.

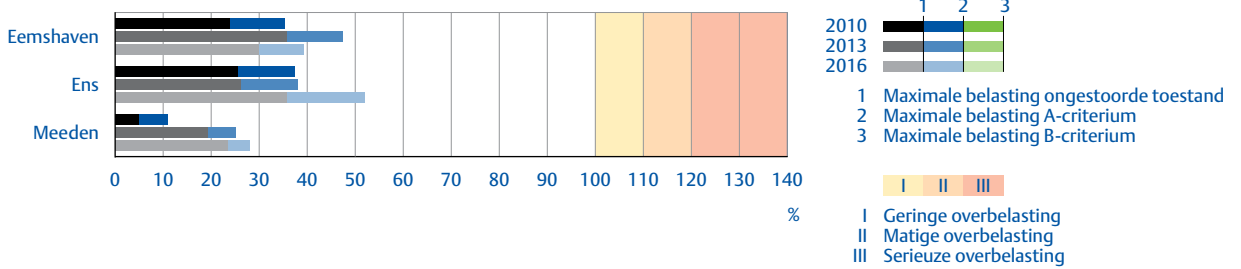
grafiek 13

Belastinggraad 220 kV-verbindingen voor de drie steekjaren in variant Wind (alleen "n-1")

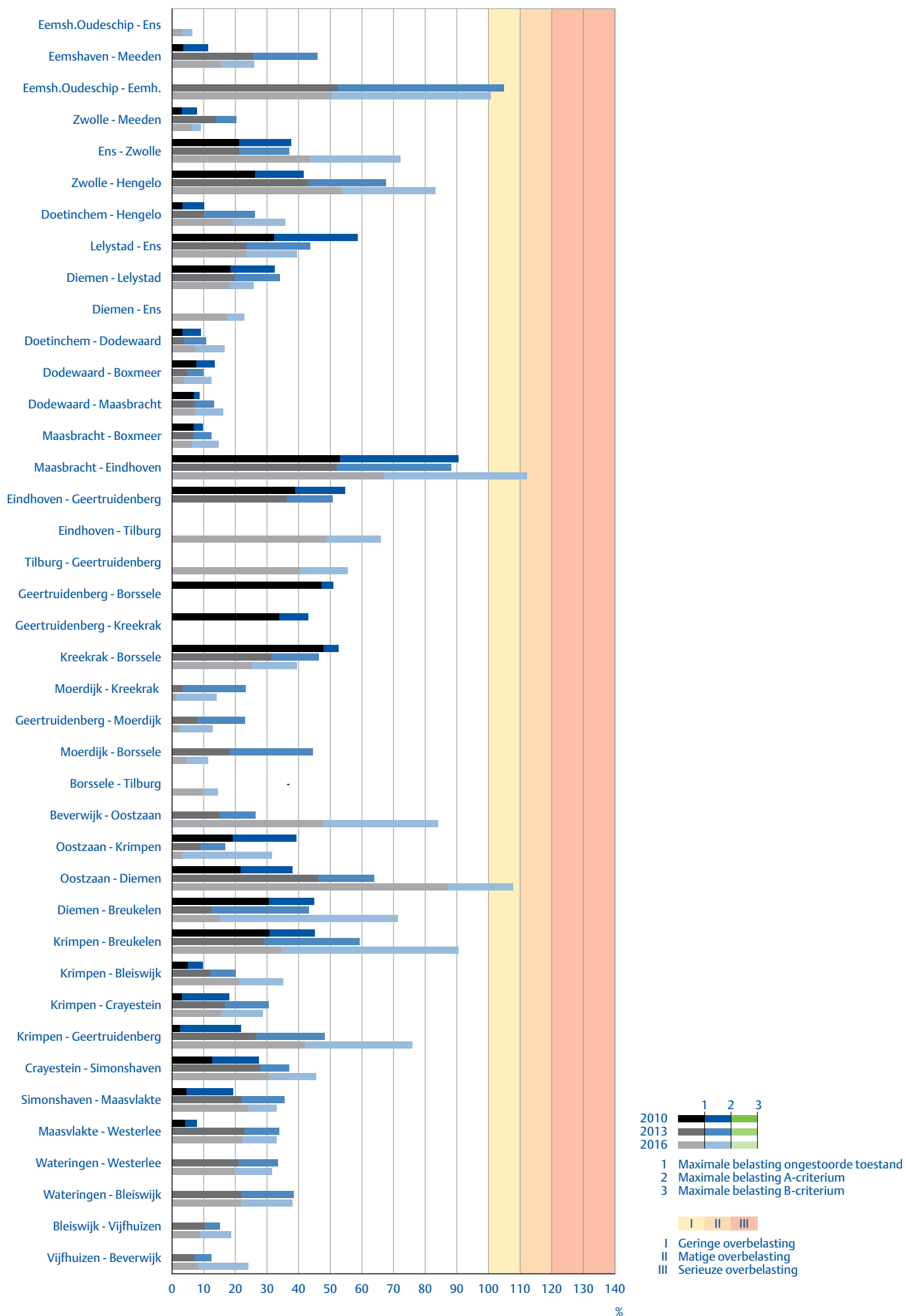


grafiek 14

Belastinggraad 380/220 kV-transformatoren voor de drie steekjaren in variant Wind (alleen "n-1")

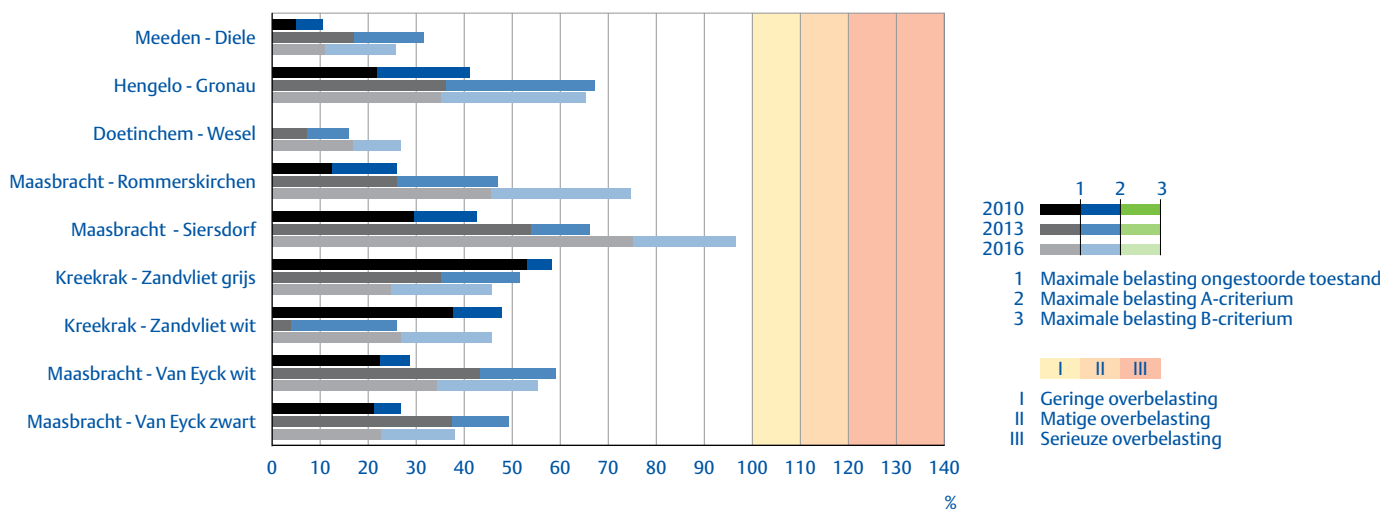


Belastinggraad 380 kV-verbindingen voor de drie steekjaren in variant Wind (alleen "n-1")



grafiek 16

Belastinggraad interconnectoren voor de drie steekjaren in variant Wind (alleen "n-1")



Knelpunten en maatregelen in het 380 kV-transportnet

Door toename van het offshore windvermogen nemen de transporten van west naar oost in het 380 kV-net verder toe. Het gaat hierbij om een aanzienlijke toename, omdat de extra invoeding van windvermogen ten koste gaat van de inzet van eenheden in het noorden van Nederland. Hierdoor treden knelpunten uit het scenario Export gerelateerd aan grootschalige productie in Noord-Nederland in deze variant niet op. Door de verschuiving in productie van noord naar west neemt ook het transport door de zuid- en de noordkant van de 380 kV-ring enigszins af.

380 kV-verbinding Diemen - Oostzaan

Op de verbinding Diemen - Oostzaan ontstaat in 2016 een geringe overbelasting door de invoeding van 1.500 MW windvermogen aangesloten op station Beverwijk. Vanwege de beperkte omvang van de overbelasting worden nog geen maatregelen voorzien.

380 kV-verbinding Eindhoven - Maasbracht

Het knelpunt op de verbinding Eindhoven - Maasbracht treedt later op ten opzichte van het scenario Export. Door de groei van het windvermogen op de Noordzee ontstaat in 2016 een matige overbelasting waarbij er geen enkelvoudige storingsreserve meer is op de verbinding Eindhoven - Maasbracht. Dit knelpunt kan worden opgelost door de verbinding op te waarden naar 4 kA (2.635 MVA) zoals reeds in het scenario Export beschreven.

6.5 Scenario Import

Ontwikkelingen in de ons omringende landen hebben het inzicht gebracht dat in de *loadflow*-berekeningen ook een importscenario dient te worden betrokken. Dit scenario lijkt vanuit de voorziene productie-uitbreidingen in Nederland minder waarschijnlijk. Vanuit Europees perspectief lijkt dit scenario, vooral vanwege de uitbreidingsplannen in Duitsland, echter wel kans van slagen te hebben.

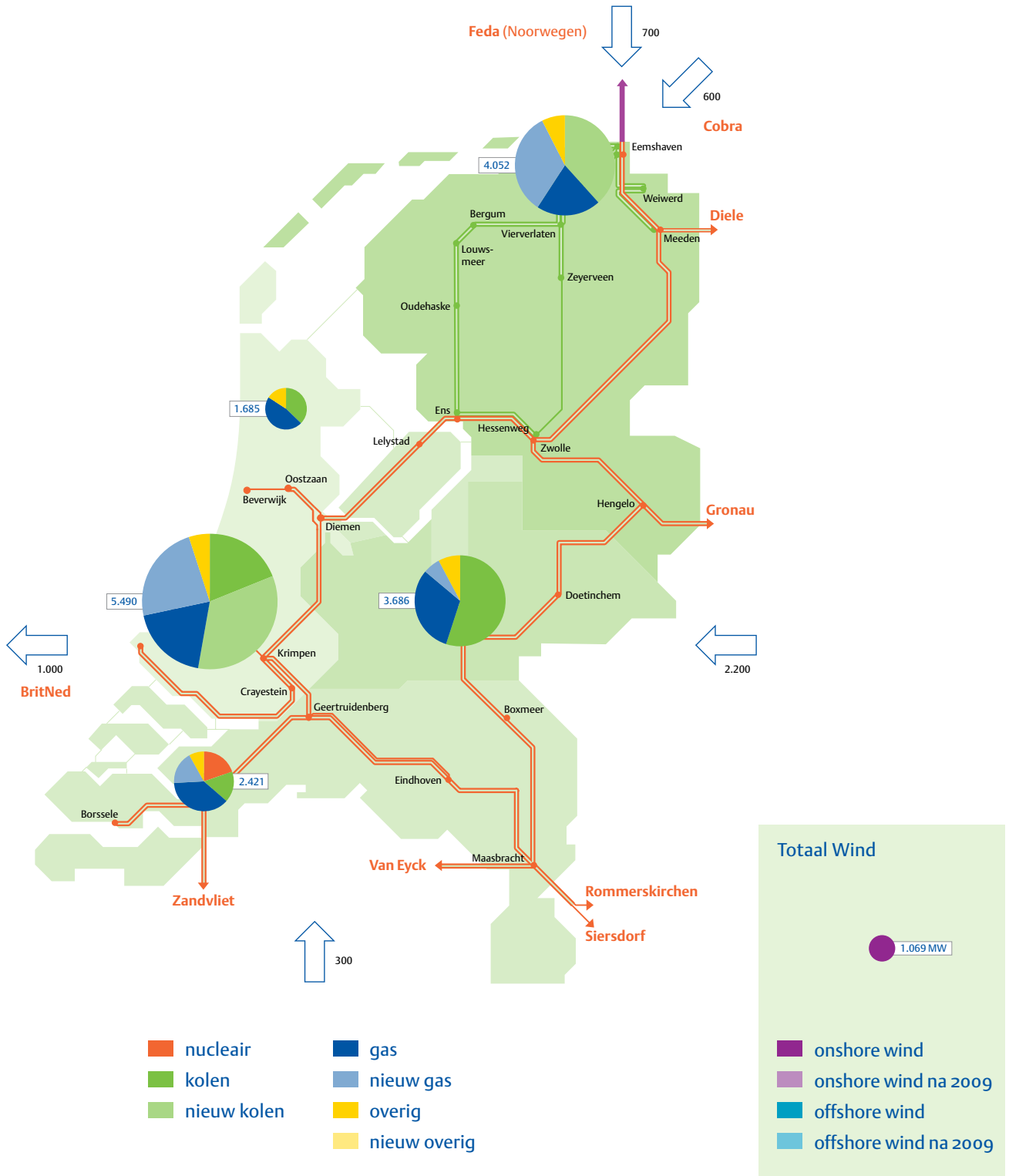
In dit scenario is een totale import over de wisselspanningsverbindingen met Duitsland en België gelijk aan ongeveer 2.500 MW voorondersteld. De voorziene import over de verbindingen is weergegeven in onderstaande tabel. De balans tussen opwekking, belasting en import is gevonden door reductie van de inzet van zowel decentrale als centrale opwekeenheden in Nederland.

tabel 20

Scenario Import: Uitwisselingen met het buitenland

Verbinding	Landen	Steekjaar		
		2010	2013	2016
Wisselstroom (AC)	Duitsland	-2.400	-2.300	-2.200
	België	-100	-200	-300
subtotaal AC		-2.500	-2.500	-2.500
Gelijkstroom (DC)	Noorwegen	700	700	700
	Groot-Brittannië	-1.000	-1.000	-1.000
	Denemarken			600
subtotaal DC		-300	-300	300
Totaal		-2.800	-2.800	-2.200

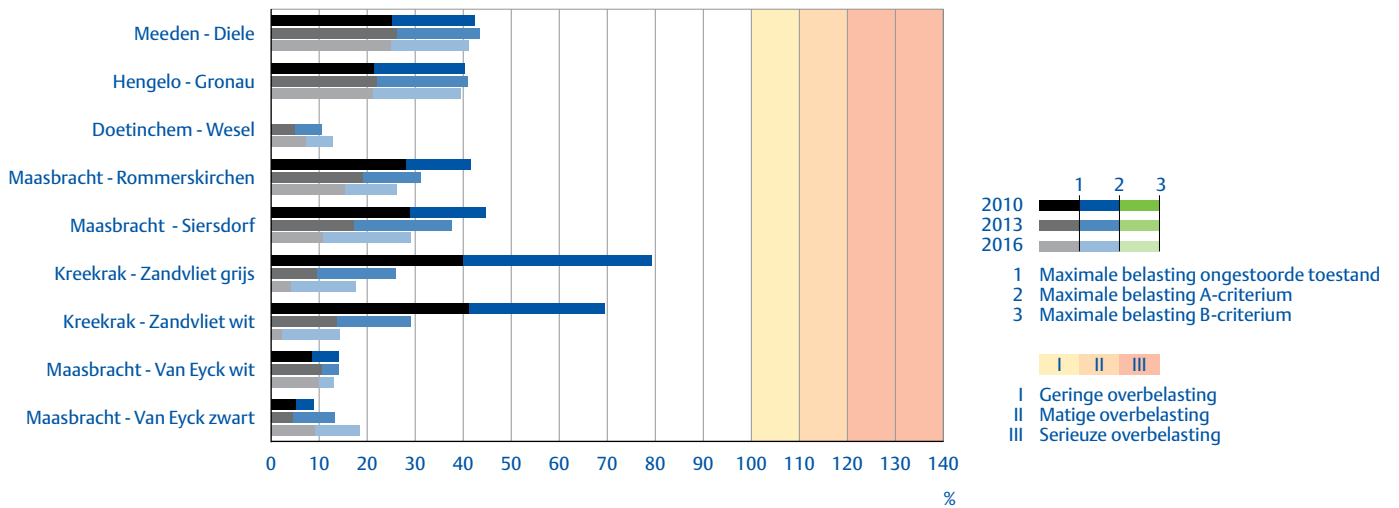
Scenario Import: Inzet productiemiddelen per regio en uitwisselingen met het buitenland in 2016 (MW)



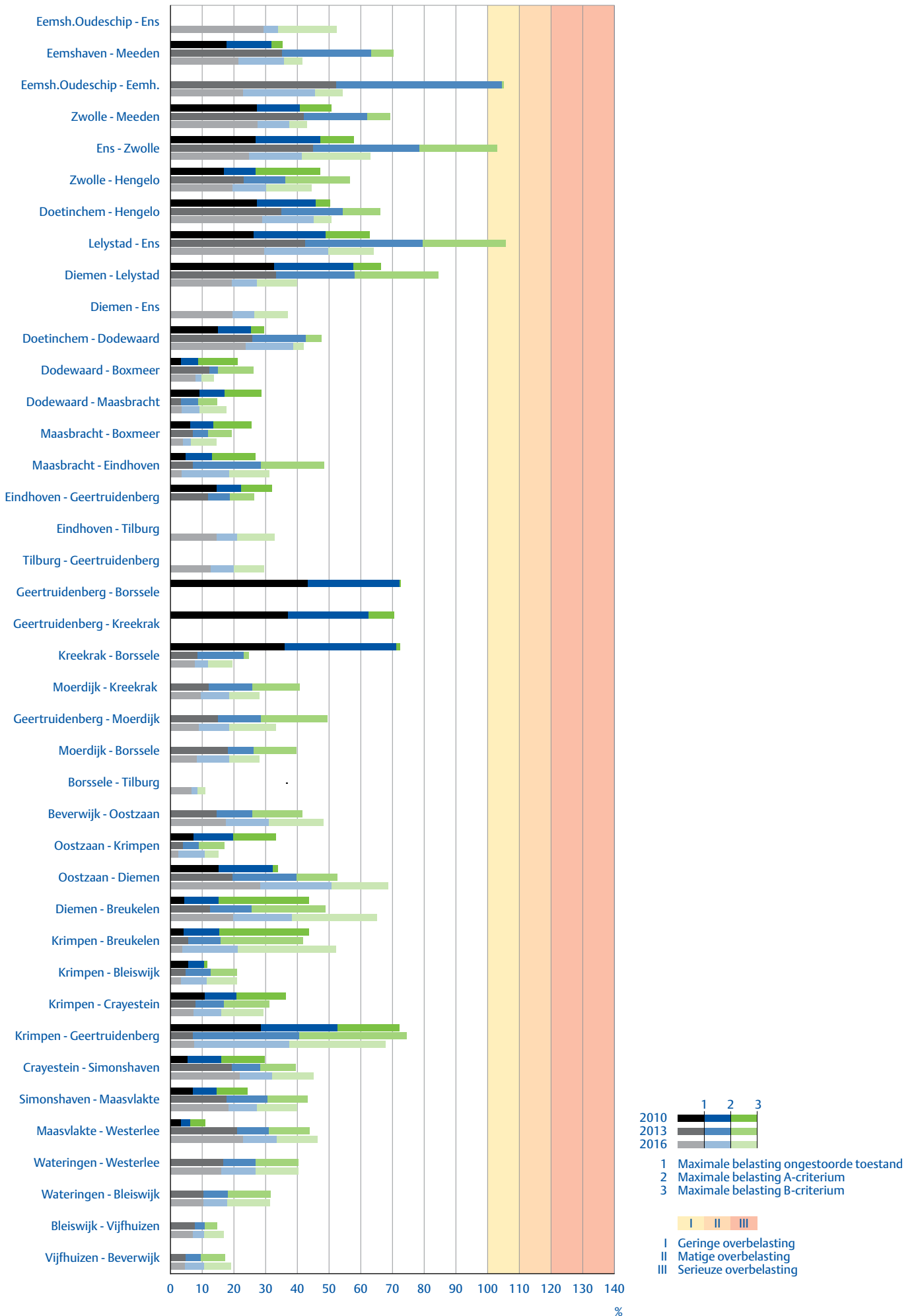
De resultaten van de bij dit scenario behorende *loadflow*-berekeningen zijn opgenomen in de grafieken 17 en 18. Deze grafieken tonen de belastinggraad in procenten van de nominale transportcapaciteit voor het scenario Import.

grafiek 17

Belastinggraad 380 kV-buitenlandverbindingen voor de drie steekjaren in scenario Import

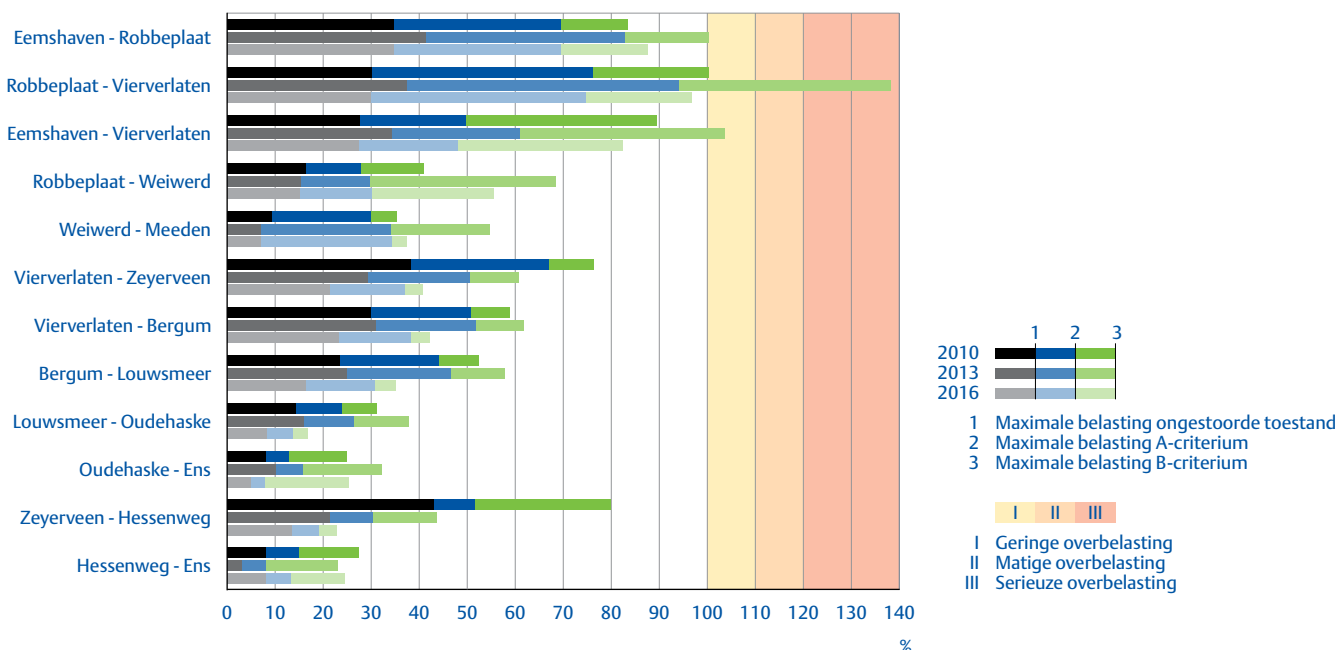


Belastinggraad 380 kV-verbindingen voor de drie steekjaren in scenario Import



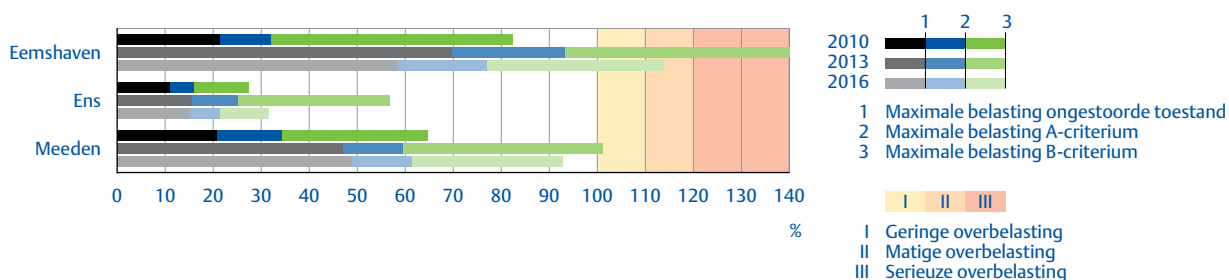
grafiek 19

Belastinggraad 220 kV-verbindingen voor de drie steekjaren in scenario Import



grafiek 20

Belastinggraad 380/220 kV-transformatoren voor de drie steekjaren in scenario Import



Knelpunten en maatregelen in het 380 kV- en 220 kV-transportnet

In het scenario Import ontstaat door de veronderstelde import vanuit Duitsland een dominante transportrichting in het Nederlandse net van oost naar west. Deze importsituatie heeft zich in het verleden vaak voorgedaan en het hoogspanningsnet is hiervoor uitgelegd. De inbedrijfstelling van nieuwe eenheden in Eemshaven leidt echter tot enige knelpunten in het noorden van het land. Deze knelpunten worden in 2016 opgelost door de inbedrijfname van de verbinding Eemshaven Oudeschip - Ens - Diemen in het kader van NoordWest380.

380/220 kV-koppelingen Eemshaven

Vanaf 2013 wordt een serieuze overbelasting gevonden op de 380/220 kV-transformatoren in Eemshaven die in 2016 afneemt tot een matige overbelasting. Het knelpunt vindt zijn oorzaak in de veronderstelde inzet van productiemiddelen aangesloten op en nabij Eemshaven tijdens onderhoud aan één 380 kV-circuit Eemshaven-Meeden en de uitval van het parallelle circuit. Het probleem vermindert bij de inbedrijfname van de verbinding Eemshaven Oudeschip - Ens in 2016 (NoordWest380). Deze situatie kan in de tussenperiode worden opgelost door operationele maatregelen tijdens onderhoud.

220 kV-verbinding Eemshaven - Vierverlaten

In 2013 ontstaat een geringe overbelasting in de circuits van Eemshaven naar Vierverlaten bij onderhoud aan één van de 220 kV-circuits tussen Eemshaven en Weiwerd en gelijktijdige uitval van het parallelle circuit. Deze overbelasting verdwijnt met de ingebruikname van Eemshaven Oudeschip - Ens - Diemen in het kader van NoordWest380 in 2016.

220kV verbinding Robbenplaat-Vierverlaten

In 2013 ontstaat er een serieuze overbelasting op het circuit Robbenplaat-Vierverlaten. Het knelpunt kan worden opgelost door de verbinding van het circuit met de 220kV-stations Robbenplaat en Vierverlaten aan te passen. Het knelpunt is in 2016 echter niet meer aanwezig na de inbedrijfname van de 380kV-verbinding Eemshaven Oudeschip-Ens in het kader van NoordWest380.

6.6 Vergelijking met het voorgaande Kwaliteits- en Capaciteitsplan

Uitwisseling België en Duitsland

In het vorige Kwaliteits- en Capaciteitsplan zijn er overwegend importsituaties en slecht één scenario met een beperkte vermogensexport naar België en Duitsland beschouwd. Vanwege de veronderstelde inbedrijfname van veel nieuw productievermogen in Nederland is dit plan vrijwel geheel gericht op export en is er slechts één importsituatie doorgerekend.

Scenario-opbouw

In het vorige Kwaliteits- en Capaciteitsplan zijn naast een referentiescenario een drietal scenario's beschouwd, allen met enige relatie tot de langetermijnvisie Visie 2030. Als gevoeligheidsanalyses zijn verder variaties van de veronderstelde productie op de locaties Eemshaven en Maasvlakte doorgerekend. In het huidige plan is gekozen voor een scenario met maximale export naar Duitsland en België en een scenario met een relatief-lage import uit deze twee landen. In een viertal varianten op het scenario met maximale export zijn specifieke gevoeligheidsanalyses uitgevoerd om de gevolgen van hoge invoedingen van centrales op en nabij Noord-Nederland, Maasvlakte en Zuidwest-Nederland te onderzoeken.

Knelpunten

Op basis van de resultaten van het vorige Kwaliteits- en Capaciteitsplan en aanvullende studies is reeds een groot aantal projecten ter verhoging van de transportcapaciteit in het 380 kV- en 220 kV-net gestart. Deze projecten zijn opgenomen in de gehanteerde modellen waarmee knelpunten zijn berekend. Het gevolg hiervan is dat een groot aantal serieuze problemen uit het vorige Kwaliteits- en Capaciteitsplan in dit plan in 2016 zijn opgelost. Dit zijn met name knelpunten in de 380 kV-verbindingen Eemshaven - Meeden - Zwolle - Ens - Lelystad - Diemen en de 220 kV-verbindingen Eemshaven - Robbenplaat - Vierverlaten en Eemshaven - Robbenplaat - Weiwerd - Meeden. In Zuidwest-Nederland is dit voornamelijk de 380 kV-verbinding Borssele-Geertruidenberg en de interconnectoren naar Elia via Zandvliet.

Omdat de 220 kV-verbinding Hessenweg - Zeyerveen wordt opgewaardeerd naar 2 x 950 MVA in plaats van geamoveerd, is ook dit knelpunt uit het vorige Kwaliteits- en Capaciteitsplan niet meer aanwezig.

In dit plan worden ook nieuwe knelpunten gesignaleerd door de veronderstelde inbedrijfname van veel nieuw productievermogen en de ermee gepaard gaande export. Deze knelpunten komen naar voren in een aantal verbindingen die onderdeel uitmaken van de landelijke 380 kV-ring. Het betreft voornamelijk de verbindingen Eindhoven - Maasbracht en Zwolle - Hengelo en de 380/220 kV-koppelingen in het noorden van het land.

Mogelijke additionele maatregelen

In het vorige plan is de realisatie van de ZuidWest380 (Borssele-Tilburg) en NoordWest380 (Eemshaven Oudeschip-Ens-Diemen) alsmede de versterking van de aankoppeling tussen het 380 kV- en 220 kV-net in Groningen als belangrijkste maatregelen voor het net aangegeven. In dit plan blijft dit het geval maar worden er ook nieuwe belangrijke maatregelen voorzien om toekomstige transporten over het 380 kV-net te kunnen blijven faciliteren:

- vergroting van de transportcapaciteit van deelverbindingen van de landelijke 380 kV-ring. Hiervoor zal een studie gestart worden naar de mogelijkheid bestaande verbindingen op te waarderen naar een transportvermogen van 2.635 MVA (4,0 kA) en daar waar noodzakelijk het net uit te breiden met nieuwe verbindingen;
- mogelijke aanleg van een nieuwe 380 kV-verbinding tussen Geertruidenberg en Dodewaard, waardoor een deel van de verzwarende van de landelijke 380 kV-ring mogelijk niet nodig is of uitgesteld kan worden. Dit zal in een studie nader worden geanalyseerd.

Op kcp.tennet.org is (vanaf augustus 2010) een uitgebreide digitale versie van het Kwaliteits- en capaciteitsplan te vinden, zowel in het Nederlands als het Engels. Via deze site kan op onderwerpen worden gezocht, een eigen verslag worden samengesteld en aanverwante links en artikelen worden gevonden.

TenneT TSO B.V.

Utrechtseweg 310

6812 AR Arnhem

Postbus 718

6800 AS Arnhem

Telefoon 026 373 11 11

Fax 026 373 11 12

E-mail servicecentrum@tennet.org

Internet www.tennet.org