



Congestieonderzoek Brabant

Herijking april 2026

Analyse naar beschikbare transportcapaciteit voor (duurzame) opwek van elektriciteit onder toepassing van congestiemanagement

Samenvatting

In een groot deel van Noord-Brabant¹ is het mogelijk om per direct 264 MW vrij te geven aan klanten op de wachtlijst die willen invoeden op het 150 kV-elektriciteitssysteem van TenneT. Dit komt omdat de *benodigde* transportcapaciteit, oftewel de reeds gecontracteerde transportcapaciteit voor klanten (inclusief autonome groei), lager uitvalt dan eerder verwacht. Naast de direct aan te sluiten 264 MW, kan er ook aan het eind van 2026, bij het plaatsen van de derde 380/150 kV-transformator op Geertruidenberg (A-1003073), additioneel 632 MW worden vrijgegeven. Hiermee kan de gehele huidige wachtlijst voor invoedingspartijen voor deze stations worden bediend.¹ De deelnameverplichting van 1 MW blijft van toepassing in dit gebied en dus ook op deze toetredende partijen.

In de ring Geertruidenberg – 's-Hertogenbosch – Eindhoven is het nog niet mogelijk nieuwe partijen aan te sluiten, tot de realisatie van deelnet Noord-Brabant (zie hoofdstuk 2.2). Daarnaast kunnen er ook maar beperkt partijen worden aangesloten op station Hapert. Dit betreft 15 MW tot de verzwaring van de 150 kV-verbinding Eindhoven Zuid – Hapert (zie hoofdstuk 2.3). Daarom worden deze twee gebieden als focusgebieden beschouwd. De inzet van de deelnameverplichting van 1 MW blijft ook in deze gebieden benodigd.

Om de congestie in heel de provincie Noord-Brabant volledig te mitigeren is het nodig om zogeheten deelnetten te realiseren. Met het realiseren van deelnetten wordt het 150 kV-elektriciteitssysteem opgesplitst. Een deelnet zal gevoed worden door een eigen 380 kV-station.

De congestieduur in Noord-Brabant voor invoeding verschilt dan ook sterk per regio. In het focusgebied de ring Geertruidenberg – 's-Hertogenbosch – Eindhoven wordt naar verwachting de congestie opgelost tussen 2033-2036. In het focusgebied Hapert, wordt de congestie opgelost tussen 2032-2034. In de overige gebieden, de deelnetten Geertruidenberg (uitgezonderd 150 kV-station Waalwijk), Tilburg, Halsteren en Eindhoven (uitgezonderd 150 kV-station Hapert) wordt de congestie opgelost in 2027. Vanaf dat moment is inzet van een verlaagde deelnameverplichting daar niet langer nodig.

Dit onderzoek is een update van het vorige congestieonderzoek, waarin geconcludeerd werd dat er tot 2027 geen mogelijkheid is om additioneel vermogen aan te sluiten. In dit voorliggende rapport wordt per regio weergegeven wat de verwachte transportvraag is, welke systeemuitbreidingen effect op hebben op de congestieomvang en in welke mate klanten kunnen worden gefaciliteerd.

Voor alle gebieden waar nu transportcapaciteit op het 150 kV-elektriciteitssysteem van Noord-Brabant wordt vrijgegeven geldt dat TenneT en Enexis in contact zullen treden met de klanten die kunnen worden aangesloten. Het is daarbij van belang dat de transportcapaciteit ook beschikbaar is op het onderliggende systeem van Enexis. Waar klanten worden aangesloten, gebeurt dat volgens de regels van First Come First

¹ Dit betreft de stations: Woensdrecht, Bergen op Zoom, Roosendaal, Dinteloord, Moerdijk, Geertruidenberg, Biesbosch, Etten-Leur, Princenhage, Breda, Oost- en West-Brabant, Tilburg (West, Zuid en Noord), Boxtel, Best, Eindhoven (Noord, Zuid, Oost en West), Maarheeze

Served (FCFS).

Hieronder volgt een samenvatting van de belangrijkste conclusies per deelnet en focusgebied. Voor een geografisch overzicht van de deelgebieden zie hoofdstuk 1.1.

Deelnetten Tilburg, Geertruidenberg en Halsteren Eindhoven

De deelnetten Tilburg (blauw), Geertruidenberg (oranje), Halsteren (geel) en Eindhoven (groen) zijn in figuur 1.1 weergegeven. Twee stations in deze deelnetten hebben een eigen focusgebied; 150 kV-station Hapert (zie focusgebied Hapert 2.3) en 150 kV-station Waalwijk (zie focusgebied de ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven 2.2). Voor de andere stations gezamenlijk geldt dat er per direct 264 MW vrijkomt voor invoeding van elektriciteit. Daarnaast kan er bij het plaatsen van de derde 380/150 kV-transformator op Geertruidenberg (A-1003073), additioneel 632 MW worden vrijgegeven. Hiermee kan de gehele wachtlijst voor invoeding in dit gebied worden bediend bij inzet van de deelnameverplichting vanaf 1MW. Met de ingebruikname van de vierde 380/150 kV-transformator op Geertruidenberg (A-1003073) en 380 kV-station Tilburg (A-1002678) in 2027, is het mogelijk om alle klanten op de huidige wachtlijst in deze deelgebieden te faciliteren, ook zonder deelnameverplichting. Daarmee eindigt de congestieperiode voor invoeding in deze deelnetten in 2027, behalve op 150 kV-station Hapert en Waalwijk.

Focusgebied: ring Geertruidenberg – 's-Hertogenbosch – Eindhoven en deelnet Noordoost-Brabant

Focusgebied de ring Geertruidenberg – 's-Hertogenbosch – Eindhoven bestaat uit deelnet Noordoost-Brabant en 150 kV-station Waalwijk. Het focusgebied wordt in het grijs weergegeven in figuur 1.2. Deelnet Noordoost-Brabant wordt weergegeven in het grijs in figuur 1.1. De ingebruikname van 380/150 kV-station Wijchen (A-1003075) en de 150 kV-verbinding Wijchen – Oss (A-100247) tussen 2033 en 2036, maakt het mogelijk om alle klanten op de huidige wachtlijst in het focusgebied de ring Geertruidenberg – 's-Hertogenbosch – Eindhoven te faciliteren. Oftewel, tussen 2033 en 2036 kunnen alle huidige aanvragen voor invoeding in deelnet Noordoost-Brabant en de klanten op 150 kV-station Waalwijk worden gefaciliteerd. Daarmee eindigt de congestieperiode in deelnet Noordoost-Brabant en 150 kV-station Waalwijk in de periode 2033-2036.

Focusgebied: Hapert

Focusgebied Hapert wordt in het rood weergegeven in figuur 1.2. Op dit 150 kV-station wordt de maximale technische grens bereikt. Hierdoor is het nu niet mogelijk meer dan 15 MW aan klanten aan te sluiten. De ingebruikname van de 150 kV-verbinding Eindhoven Zuid – Hapert (A-1003081) tussen 2032 en 2034, maakt het mogelijk om alle klanten op de huidige wachtlijst in het focusgebied Hapert te faciliteren. Daarmee eindigt de congestieperiode op 150 kV-station Hapert tussen 2032 en 2034.

Leeswijzer

Na de samenvatting volgt in hoofdstuk 1 een korte inleiding van het congestiegebied en gehanteerde inputdata. In hoofdstuk 2 volgt een detailanalyse naar de transportcapaciteit. Eerst voor geheel Noord-Brabant, dan de focusgebieden ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven en Hapert. Daarna is per deelnet beschreven in hoeverre de congestie gemitigeerd wordt door de ingebruikname van de deelnetten.

Aanvullende analyses, o.a. een vergelijking met het voorgaande rapport en een financiële analyse staan in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 geeft inzicht in de uitgevoerde marktanalyse. In hoofdstuk 5 staan de algehele conclusies van dit onderzoek.

Samenvatting	1
Deelnetten Tilburg, Geertruidenberg en Halsteren Eindhoven	2
Focusgebied: ring Geertruidenberg – 's-Hertogenbosch – Eindhoven en deelnet Noordoost-Brabant	2
Focusgebied: Hapert	2
Leeswijzer	2
1. Inleiding van het congestiegebied	7
1.1 Het elektriciteitssysteem van Noord-Brabant	7
1.2 Peildata en gegevensbronnen voor dit congestieonderzoek	9
2. Transportcapaciteit per deelnet	10
2.1 Geheel Noord-Brabant	10
2.1.1 Aanwezige transportcapaciteit	10
2.1.2 Benodigde transportcapaciteit	11
2.1.3 Gevraagde transportcapaciteit	12
2.1.4 Beschikbaar regelbaar vermogen en technische grens	12
2.1.5 Vermogensstromen op kritieke assets	13
2.1.6 Benodigd regelbaar vermogen	15
2.1.7 Getransporteerde hoeveelheid elektrische energie	16
2.1.8 Geschatte kosten van congestiemanagement	16
2.1.9 Conclusie	16
2.2 Focusgebied: ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven	17
2.2.1 Aanwezige transportcapaciteit	17
2.2.2 Benodigde transportcapaciteit	17
2.2.3 Gevraagde transportcapaciteit	18
2.2.4 Beschikbaar regelbaar vermogen en technische grens	18
2.2.5 Vermogensstromen op kritieke assets	19
2.2.6 Benodigd regelbaar vermogen	20
2.2.7 Getransporteerde hoeveelheid elektrische energie	21
2.2.8 Geschatte kosten van congestiemanagement	22
2.2.9 Conclusie	22
2.3 Focusgebied Hapert	23
2.3.1 Aanwezige transportcapaciteit	23
2.3.2 Benodigde transportcapaciteit	23
2.3.3 Gevraagde transportcapaciteit	24
2.3.4 Beschikbaar regelbaar vermogen en technische grens	24
2.3.5 Vermogensstromen op kritieke assets	24
2.3.6 Benodigd regelbaar vermogen	26

2.3.7	<i>Getransporteerde hoeveelheid elektrische energie</i>	27
2.3.8	<i>Geschatte kosten van congestiemanagement</i>	27
2.3.9	<i>Conclusie</i>	28
2.4	Deelnet Tilburg	29
2.4.1	<i>Aanwezige transportcapaciteit</i>	29
2.4.2	<i>Benodigde transportcapaciteit</i>	29
2.4.3	<i>Gevraagde transportcapaciteit</i>	29
2.4.4	<i>Conclusie</i>	30
2.5	Deelnet Noordoost-Brabant	31
2.5.1	<i>Aanwezige transportcapaciteit</i>	31
2.5.2	<i>Benodigde transportcapaciteit</i>	31
2.5.3	<i>Gevraagde transportcapaciteit</i>	32
2.5.4	<i>Conclusie</i>	32
2.6	Deelnet Eindhoven	33
2.6.1	<i>Aanwezige transportcapaciteit</i>	33
2.6.2	<i>Benodigde transportcapaciteit</i>	33
2.6.3	<i>Gevraagde transportcapaciteit</i>	34
2.6.4	<i>Conclusie</i>	34
2.7	Deelnet Geertruidenberg	35
2.7.1	<i>Aanwezige transportcapaciteit</i>	35
2.7.2	<i>Benodigde transportcapaciteit</i>	35
2.7.3	<i>Gevraagde transportcapaciteit</i>	36
2.7.4	<i>Conclusie</i>	36
2.8	Deelnet Halsteren	37
2.8.1	<i>Aanwezige transportcapaciteit</i>	37
2.8.2	<i>Benodigde transportcapaciteit</i>	37
2.8.3	<i>Gevraagde transportcapaciteit</i>	38
2.8.4	<i>Conclusie</i>	38
3.	Aanvullende analyses	39
3.1	Vergelijking met het vorige onderzoek	39
3.2	Financiële grens	39
3.3	Kortsluitvastheid	40
3.4	Additionele technische maatregelen	40
3.5	Deelnameverplichting	41
4.	Marktanalyse: toelichting op proces en cijfermatige onderbouwing	42
4.1	Marktbenadering	42
4.2	Contractvormen	42
4.3	Opvolging en aanvullend marktonderzoek	42

5. Algehele conclusie	44
5.1 Noord-Brabant	44
5.2 Focusgebied: ring Geertruidenberg – 's-Hertogenbosch – Eindhoven	44
5.3 Focusgebied: Hapert	45
5.4 Deelnetten	45
 Bijlages	 46
A. Overzicht 150 kV-stations	46
B. Methodologie en uitgangspunten	47
<i>Opbouw onderzoek</i>	47
<i>Inputdata en uitgangspunten om te komen tot de benodigde transportcapaciteit, exclusief de wachtlijst</i>	48
<i>Netmodel en gehanteerde ontwerpcriteria</i>	48
<i>Onzekerheden</i>	49
C. Overzicht gebruikte definities	51
D. Uitleg figuren	52
<i>Transportcapaciteit</i>	52
<i>Vermogensstroom</i>	53
<i>Heatmap</i>	55
E. Vermogensstromen op kritische assets	56
<i>380/150 kV-transformator Geertruidenberg</i>	56
<i>150 kV-verbinding Helmond Oost – Helmond Zuid</i>	59
<i>150 kV-verbinding Eindhoven Zuid – Hapert</i>	62

1. Inleiding van het congestiegebied

De vraag van klanten naar netcapaciteit staat centraal voor TenneT. TenneT richt zich op het overbruggen van het verschil tussen de groeiende vraag naar klantaansluitingen en de beperkte transportcapaciteit van het elektriciteitssysteem. De maximale transportcapaciteit is beperkt door de eigenschappen van verschillende componenten in het elektriciteitssysteem. Elk component heeft een bepaalde belastbaarheid, en wanneer de verwachte vermogensstroom hoger is dan de belastbaarheid wordt dat gezien als een overschrijding. Uitgangspunt bij de berekeningen in dit rapport is dat elk willekeurige component in het net uit moet kunnen vallen, zonder dat er daarbij overschrijdingen in de rest van het net optreden (zogenaamde N-1 berekening).

Op 17 oktober 2024 heeft TenneT het congestierapport [invoeding Noord-Brabant, met kenmerk PU-AMT 24-274](#) uitgebracht. Het voorliggende document is een herijking van het onderzoek dat in 2024 is uitgevoerd. TenneT streeft ernaar om vanaf 2025 jaarlijks de congestierapporten te herijken, om zo nieuwe inzichten over de autonome groei, huidige aangeslotenen, wachtlijsten en regelbaar vermogen te verwerken. Dit onderzoek is uitgevoerd op basis van de Systeemcode² en richt zich op het 150 kV-electriciteitssysteem dat door TenneT wordt beheerd. Onderliggende distributienetten van Enexis en gesloten systemen zijn geen onderdeel van dit congestieonderzoek.

In Noord-Brabant is sprake van een tekort aan beschikbare transportcapaciteit voor invoeding van elektriciteit, er is dus netcongestie. In dit rapport onderzoekt TenneT in samenwerking met Enexis zowel de impact van de uitbreiding van het elektriciteitssysteem op de netcongestie als de mogelijkheid om congestiemanagement toe te passen. Dit met als doel om de groei van kleinverbruik te faciliteren, alsmede zo veel mogelijk partijen die wachten op transportcapaciteit aan te kunnen sluiten, terwijl de netveiligheid geborgd blijft.

1.1 Het elektriciteitssysteem van Noord-Brabant

Het toekomstige 150 kV-electriciteitssysteem van Noord-Brabant is weergegeven tot en met de ingebruikname van deelnet Halsteren in de jaren 2034-2036 in figuur 1.1.

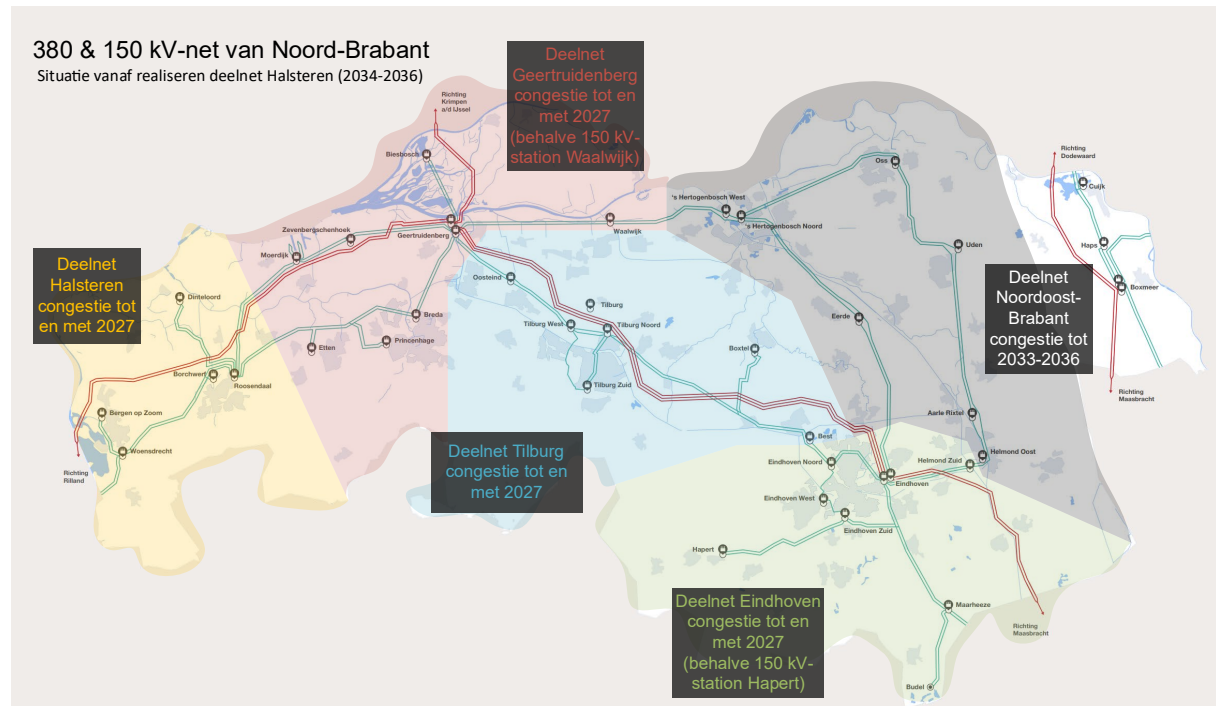
Vanaf 2027 zal Noord-Brabant gefaseerd opgesplitst worden in deelnetten, de zogeheten pocketvorming. Deze deelnetten zijn in figuur 1.1 visueel weergegeven. Een overzicht van de 150 kV-stations per deelnet is weergegeven in bijlage A. Algemene informatie en de reden voor het vormen van de deelnetten staat op de website van TenneT.³

Naast de deelnetten, worden in dit rapport twee focusgebieden behandeld. Focusgebieden zijn gebieden die een afwijkende (vaak langere) congestieduur of grotere restricties op het (voorwaardelijk) faciliteren van de wachtlijst kennen. Een focusgebied kent namelijk (een) eigen kritieke asset(s), los van de kritieke asset(s) die geldt voor geheel Noord-Brabant of een bepaald deelgebied. Deze kritieke asset is alleen van invloed op de stations die binnen het focusgebied vallen. De beschreven focusgebieden hebben alleen een duidende rol in

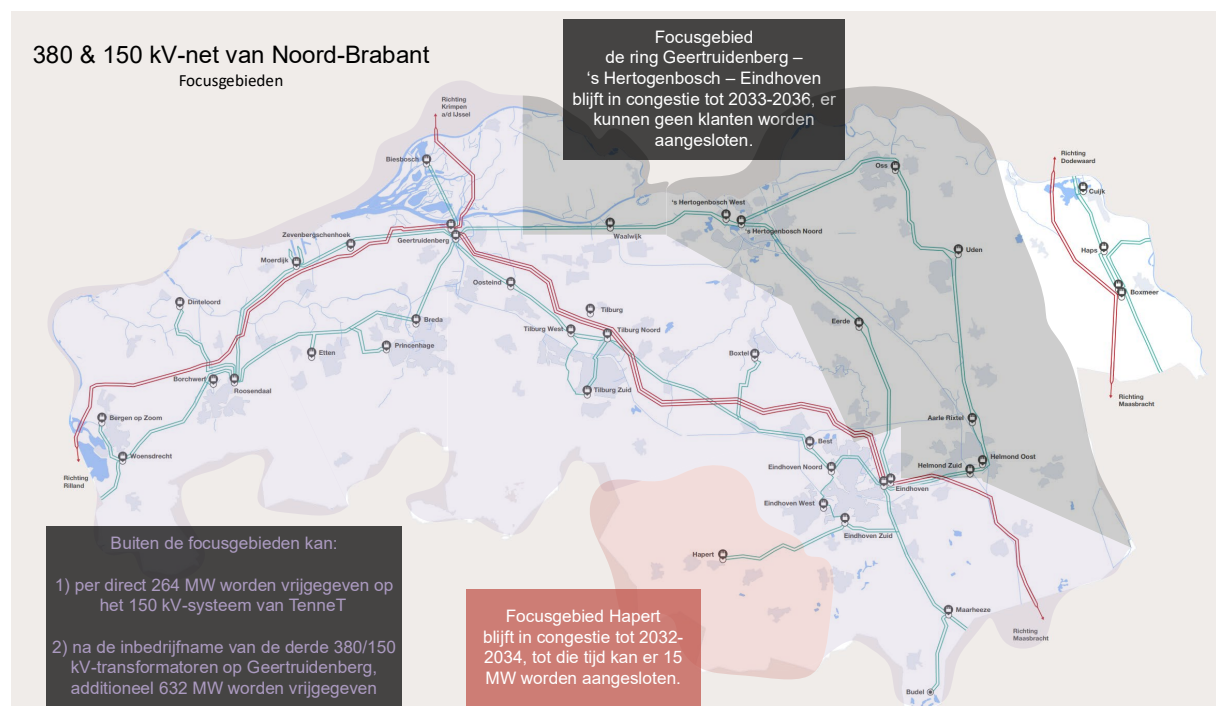
² De Systeemcode Elektriciteit is een Besluit van de Autoriteit Consument en Markt, kenmerk ACM/DE/2016/202151, houdende de vaststelling van de voorwaarden als bedoeld in artikel 31 van de Elektriciteitswet 1998. De huidige versie van de Systeemcode Elektriciteit is te raadplegen via de website van de overheid.

³ Meer informatie omtrent pocketvorming is te raadplegen via de website van TenneT: <https://www.tennet.eu/nl/pocketvorming>

dit congestiegebied en hebben geen betekenis voor de (toekomstige) (operationele) bedrijfsvoering van (deel)elektriciteitssystemen.



Figuur 1.1: Het toekomstige elektriciteitssysteem in Noord-Brabant weergegeven vanaf de ingebruikname van deelnet Halsteren tussen 2034-2036.



Figuur 1.2: De focusgebieden in Noord-Brabant.

1.2 Peildata en gegevensbronnen voor dit congestieonderzoek

Verschillende gegevensbronnen vormen de basis van dit onderzoek. De peildata voor deze gegevensbronnen zijn weergegeven in tabel 1.1. Voor meer informatie over de methodologie en uitgangspunten zie bijlage B.

Gegevensbron	Peildatum
WachtlIJst Enexis	Januari 2026
WachtlIJst TenneT	Januari 2026
Inbedrijfname data	Januari 2026
Regelbaar vermogen	Januari 2026
Uitwisselingsprofielen Enexis	Juni 2025
Klantdata TenneT	Januari 2026

Tabel 1.1: De gegevensbronnen inclusief peildata die zijn gebruikt voor dit onderzoek.

Voor de bepaling van de vermogensstromen op het 150 kV-elektriciteitssysteem is het van belang een juiste inschatting te hebben van de onderliggende (regionale) klantbehoefte en direct aangesloten klanten op het 150 kV-elektriciteitssysteem. Om deze inschatting te kunnen maken levert de distributiesysteembeheerder Enexis uitwisselingsprofielen aan, gebaseerd op:

- De meetgegevens van 2024
- De aansluitingen (met bijbehorende transportcapaciteit) die reeds in aanleg zijn of in opdracht waren gegeven voor de vooraankondiging, dan wel zijn vrijgegeven in vorige congestieonderzoeken.
- De door Enexis ingeschatte autonome groei.

De inbedrijfnamedatum van congestiecruciale projecten is conform het TenneT Investeringsplan Net op Land 2026-2040, hierna IP2026.⁴

⁴ <https://www.tennet.eu/nl/over-tennet/publicaties/investeringsplannen>

2. Transportcapaciteit per deelnet

2.1 Geheel Noord-Brabant

2.1.1 Aanwezige transportcapaciteit

De aanwezige transportcapaciteit voor invoeding in Noord-Brabant bedraagt nu 1910 MW en wordt uitgebreid naar 2900 MW in 2027. Er zijn drie belangrijke netuitbreidingen die binnen afzienbare termijn additionele transportcapaciteit toevoegen. De eerstgeplande uitbreiding is het plaatsen van de derde 380/150 kV-transformator in 150 kV-station Geertruidenberg (onderdeel van A-1003073) eind 2026. De tweede uitbreiding is het plaatsen van de vierde 380/150 kV-transformator in 150 kV-station Geertruidenberg (A-1003073) in 2027. De derde uitbreiding is het realiseren van 380 kV-station Tilburg (A-1002678) en daarmee deelnet Tilburg in 2027 (zie hoofdstuk 2.8). De netcongestie zal naar huidig inzicht in zijn geheel worden verholpen tussen 2033 en 2036, met het realiseren van de deelnetten Noordoost-Brabant (hoofdstuk 2.4), Eindhoven (hoofdstuk 2.5), Halsteren (hoofdstuk 2.7) en Geertruidenberg (hoofdstuk 2.6). De ontwikkeling van de aanwezige transportcapaciteit is weergegeven in figuur 2.1.1 en tabel 2.1.1 & 2.1.2.

Jaar	Projectnummer	Projectnaam	Aanwezige transportcapaciteit voor uitbreiding	Aanwezige transportcapaciteit na uitbreiding
2026	Onderdeel van A-1003073	Geertruidenberg 380 kV plaatsen derde transformator	1910 MW	2282 MW ⁵
2026	Onderdeel van A-1000572	Tilburg Noord 150 kV vervangen station	Het project A-1000572 heeft in IP2026 een geplande inbedrijfname in 2029. Randvoorwaardelijk voor deelnet Tilburg (hoofdstuk 2.8) is een deelproject van A-1000572 met een geplande inbedrijfname in 2026.	
2026	A-1003167	Tilburg Noord-Best 150 kV aanpassingen stations		
2027	A-1003073	Geertruidenberg 380 kV plaatsen vierde transformator	2282 MW	2900 MW
2027	Onderdeel van A-1002678	Rilland-Tilburg 380 kV realiseren verbinding ZW380	Realisatie deelnet Tilburg (hoofdstuk 2.8)	
2027	A-1000910	Advanced Power Flow Controllers	Per uur verschillend ⁶	
2028	A-1003072	Waalwijk 150 kV plaatsen dwarsregeltransformatoren		
2030-2031	A-1003120	Halsteren 380 kV realiseren station	Randvoorwaardelijk voor deelnet Halsteren (hoofdstuk 2.8)	
2030-2031	A-1003004	Halsteren 150 kV realiseren station		
2033-2036	A-1003075	Wijchen 380 kV realiseren station	Realisatie deelnet Noordoost-Brabant (hoofdstuk 2.8) en daarmee deelnet Eindhoven (hoofdstuk 2.5)	
2033-2036	A-1000247	Wijchen-Oss 150 kV realiseren verbinding		
2034	A-1003074	Woensdrecht-Halsteren-Dinteloord 150 kV realiseren verbinding	Realisatie deelnet Halsteren	

⁵ Ondanks de toevoeging van een 500 MVA transformator stijgt de transportcapaciteit met 372 MVA. Dit komt omdat tegelijkertijd de 500 MVA 380/150 kV-transformator op 380 kV-station Rilland – zoals voorgesteld in het congestieonderzoek van 2022 – niet langer het 150 kV-net van Noord-Brabant zal voeden, maar het 150 kV-net van Zeeland.

⁶ Zowel de Advanced Power Flow Controllers als de dwarsregeltransformatoren sturen de vermogensstromen in het 150 kV-net van TenneT. Dit is voorwaardelijk om grote overschrijdingen te voorkomen en de last over de 380/150 kV-transformatoren in Geertruidenberg en Eindhoven optimaal te benutten. Omdat de impact van deze maatregelen per uur verschilt, is het niet eenduidig uit te drukken in een verschil in aanwezige transportcapaciteit.

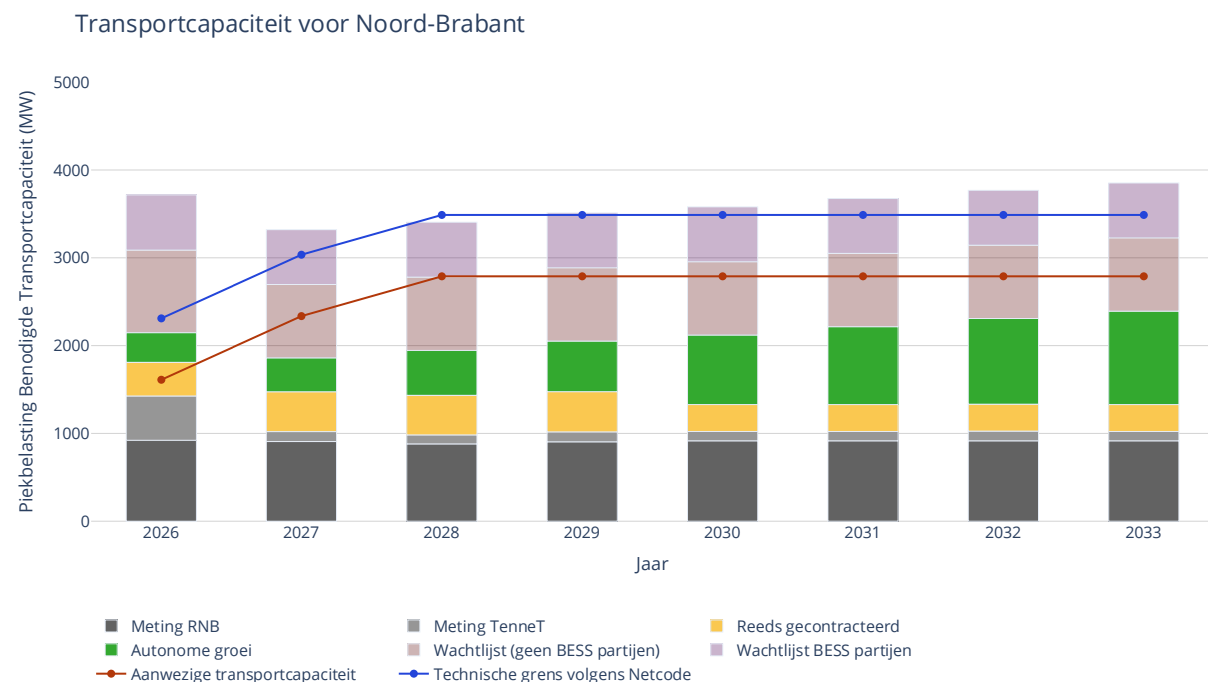
2036	(realiseren deelnet Halsteren en Geertruidenberg)	(hoofdstuk 2.8)
------	---	-----------------

Tabel 2.1.1: Overzicht congestiecruciale projecten in Noord-Brabant.

De projecten die een deelnet realiseren, zorgen voor meer transportcapaciteit in dat specifieke deelgebied. Bijvoorbeeld: het 380 kV-station Tilburg zorgt voor 1000 MW aanwezige transportcapaciteit in deelnet Tilburg. Dit is terug te zien in de aanwezige transportcapaciteit voor deelnet Tilburg in hoofdstuk 2.2, maar niet in het overige 150 kV-systeem van Noord-Brabant. Met het realiseren van de deelnetten zal de benodigde transportcapaciteit in het 150 kV-systeem van Noord-Brabant opgesplitst worden, omdat de deelnetten niet meer gevoed worden vanuit het gehele 150 kV-systeem van Noord-Brabant, maar vanuit een eigen 380 kV-station. Dit resulteert in een verlaging van de benodigde en gevraagde transportcapaciteit voor het 150 kV-systeem van Noord-Brabant (zonder deelnet Tilburg), zoals te zien in figuur 2.1.1 in 2027.

2.1.2 Benodigde transportcapaciteit

De *benodigde* transportcapaciteit is de capaciteit die nodig is om de huidige aangesloten en op het net van elektriciteit te blijven voorzien en de reeds gecontracteerde transportcapaciteit van nieuwe aansluitingen te faciliteren. Deze is opgebouwd uit de metingen van 2024 en een prognose voor de autonome groei en reeds gecontracteerde grootverbruikaansluitingen. De volledige uitsplitsing van de benodigde transportcapaciteit staat in figuur 2.1.1 en Tabel 2.1.1. In bijlage D is meer informatie te vinden over hoe deze figuur te interpreteren.



Figuur 2.1.1 Overzicht van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, alsmede de technische grens volgens de Systeemcode in geheel Noord-Brabant, waar mogelijk uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting.

2.1.3 Gevraagde transportcapaciteit

De *gevraagde* transportcapaciteit, oftewel de transportcapaciteit die nodig is om zowel de benodigde transportcapaciteit als het vermogen op de wachtlijst te faciliteren, is visueel weergegeven in figuur 2.1.1 en Tabel 2.1.2. De gevraagde transportcapaciteit bestaat, naast de benodigde transportcapaciteit, uit capaciteit voor batterijen, ook wel BESS (Battery Energy Storage System) partijen genoemd, en capaciteit voor overige partijen op de wachtlijst. Doordat de BESS-partijen een grote claim leggen op de wachtlijst en potentieel netcongestie kunnen verzachten, wordt deze gevraagde transportcapaciteit apart gevisualiseerd.

2.1.4 Beschikbaar regelbaar vermogen en technische grens

TenneT en Enexis hebben de hoeveelheid regelbaar vermogen vastgesteld voor Noord-Brabant. Regelbaar vermogen moet voldoen aan de definitie zoals geformuleerd in de Systeemcode⁷. Om de netveiligheid te garanderen is TenneT ontheven van de verplichting om aanvullend congestiemanagement toe te passen wanneer de zogeheten technische grens is bereikt. Deze technische grens bedraagt 100% van de aanwezige transportcapaciteit, vermeerderd met het aanwezige regelbaar vermogen, tot een maximum van 150% van de aanwezige transportcapaciteit. Zie tabel 2.1.2 en figuur 2.1.1 voor een uitsplitsing van de technische grens en het regelbaar vermogen per systeembeheerder.

Jaartal	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Aanwezige Transportcapaciteit	1611	2336	2789	2789	2789	2789	2789
Technische Grens volgens de Systeemcode	2310	3035	3488	3488	3488	3488	3488
Regelbaar vermogen Enexis	305	305	305	305	305	305	305
Regelbaar vermogen TenneT	394	394	394	394	394	394	394
Benodigde transportcapaciteit	2148	1861	1945	2052	2121	2216	2309
Meting Enexis	922	908	881	904	916	916	916
Meting TenneT	505	113	102	113	106	106	110
Reeds gecontracteerd	383	454	451	458	307	307	307
Autonome Groei	338	386	512	576	792	887	976
Gevraagde transportcapaciteit	3716	3320	3405	3511	3580	3675	3768
Wachtlijst zonder BESS partijen	941	835	835	835	835	835	835
Wachtlijst BESS partijen	628	624	624	624	624	624	624

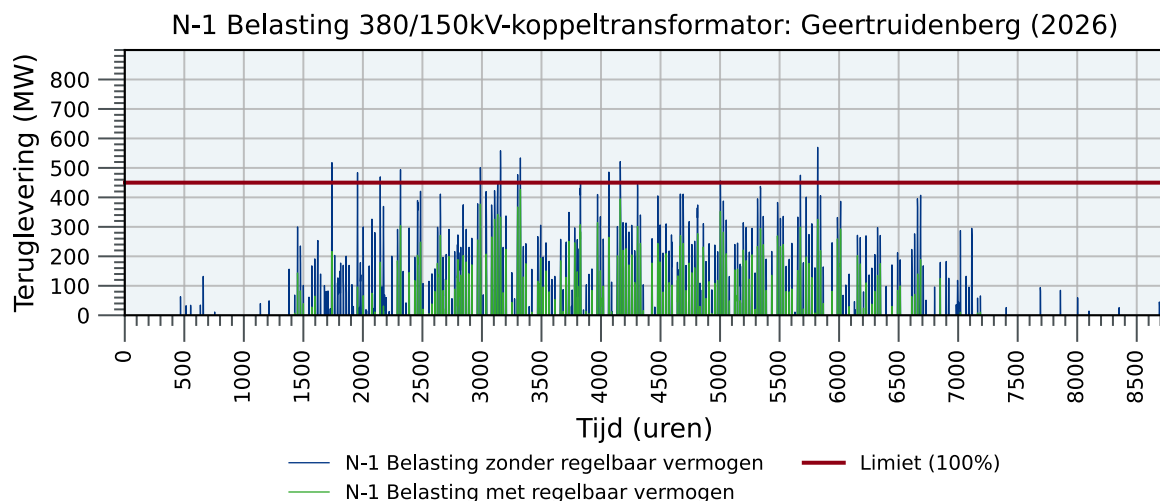
Tabel 2.1.2: Aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, waar mogelijk uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting. Alle eenheden zijn in MW. AG = Autonome groei.

⁷ [Systeemcode elektriciteit](#)

2.1.5 Vermogensstromen op kritieke assets

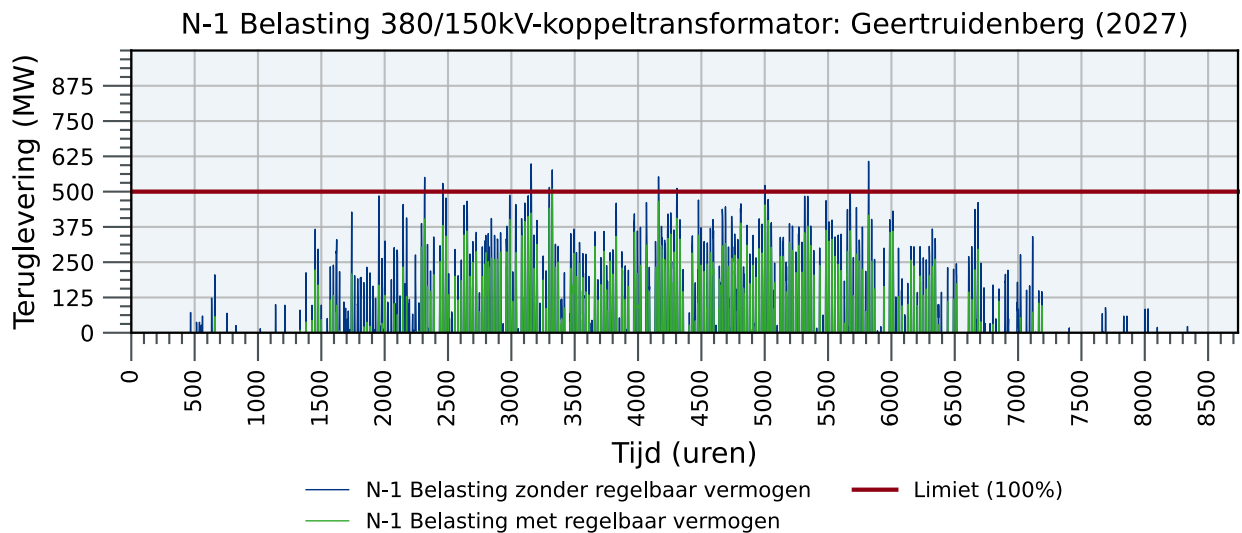
In Noord-Brabant wordt de belastbare limiet van 380/150 kV-transformator Geertruidenberg als eerste overschreden en deze is daarmee de meest kritieke asset. Hieronder is de belasting van deze asset weergegeven voor verschillende situaties. Voor de belasting van andere jaren zie bijlage E. Voor meer informatie over hoe deze figuur te interpreteren zie bijlage D.

Uit de analyse van de N-1 belasting op de 380/150 kV-transformator blijkt dat per direct 264 MW kan worden aangesloten op de stations: Woensdrecht, Bergen op Zoom, Roosendaal, Dinteloord, Moerdijk, Geertruidenberg, Biesbosch, Etten-Leur, Princenhage, Breda, Oosteind, Tilburg (West, Zuid en Noord), Boxtel, Best, Eindhoven (Noord, Zuid, Oost en West), Maarheeze. figuur 2.1.2, laat de belasting op de 380/150 kV-transformator zien in 2026, waarbij er 264 MW aan klanten additioneel is aangesloten. Hierbij blijft de deelnameverplichting van 1 MW noodzakelijk, ook voor klanten die nog worden aangesloten.



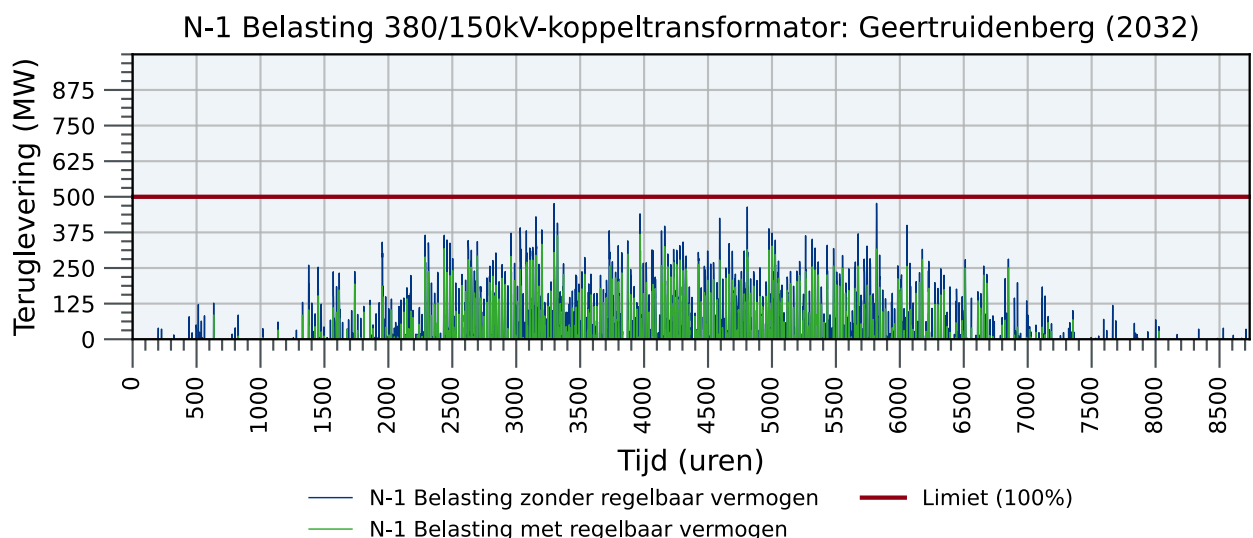
Figuur 2.1.2 De N-1 vermogensstroom van de 380/150 kV-transformator in Geertruidenberg, inclusief het faciliteren van 264 MW aan partijen van de wachtlijst, voor het jaar 2026. Zowel met als zonder de inzet van congestiemanagement. Dit in de situatie zonder een derde 380/150-transformator op Geertruidenberg.

Zodra de 3^e 380/150 kV-transformator op 380 kV-station Geertruidenberg in gebruik is genomen, kan additioneel 632 MW aan partijen op de wachtlijst worden gefaciliteerd. Weer geldt dat dit alleen mogelijk is op de stations: Woensdrecht, Bergen op Zoom, Roosendaal, Dinteloord, Moerdijk, Geertruidenberg, Biesbosch, Etten-Leur, Princenhage, Breda, Oosteind, Tilburg (West, Zuid en Noord), Boxtel, Best, Eindhoven (Noord, Zuid, Oost en West), Maarheeze. In totaal kan hiermee dus 896 MW worden aangesloten, dit zijn alle partijen op de wachtlijst voor invoeding voor deze stations. Ook bij deze vrijgave blijft de deelnameverplichting van 1 MW van kracht, ook voor klanten in deze vrijgave. De verwachte belasting op de transformator op Geertruidenberg, inclusief deze partijen is weergegeven in figuur 2.1.3.



Figuur 2.1.3 De N-1 vermogensstroom van de 380/150 kV-transformator in Geertruidenberg, inclusief het faciliteren van 896 MW aan partijen van de wachtlijst, voor het jaar 2027. Zowel met als zonder de inzet van congestiemanagement. Dit is in de situatie met derde 380/150 kV-transformator op Geertruidenberg, maar zonder een vierde transformator en zonder de ingebruikname van deelnet Tilburg.

Zodra de 4^e 380/150 kV-transformator op 380 kV-station Geertruidenberg en deelnet Tilburg in gebruik is genomen, is er geen behoefte meer voor regelbaar vermogen op bovenstaande stations, zoals te zien in figuur 2.1.4. Hiermee is de congestie op de bovengenoemde stations opgelost en kan de deelnameverplichting weer verhoogd worden naar 60 MW.



Figuur 2.1.4 De N-1 vermogensstroom van de 380/150 kV-transformator in Geertruidenberg bij het faciliteren van de gevraagde transportcapaciteit in jaar 2032. Zowel met als zonder de inzet van congestiemanagement. Dit is in de situatie met een vierde 380/150 kV-transformator op Geertruidenberg en deelnet Tilburg.

2.1.6 Benodigd regelbaar vermogen

Hieronder maakt TenneT inzichtelijk hoeveel regelbaar vermogen gezocht wordt om alle klanten op de wachtlijst te faciliteren. Voor de netveiligheid, of het borgen van de benodigde transportcapaciteit, is er al voldoende regelbaar vermogen.

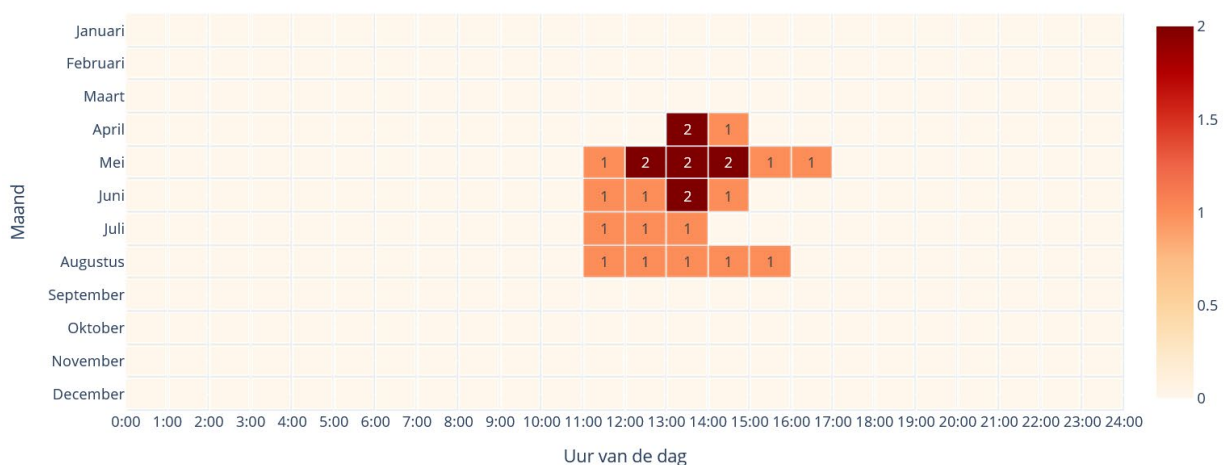
In tabel 2.1.3 is de gezochte hoeveelheid regelbaar vermogen (in MW) en regelbare elektrische energie (in MWh) weergegeven. Deze getallen zijn een inschatting, gebaseerd op 100% effectief regelbaar vermogen. In de werkelijkheid zal niet al het gevonden regelbaar vermogen 100% effectief zijn, bijvoorbeeld omdat het regelbaar vermogen geografisch verder afligt van het knelpunt, of niet op het juiste tijdstip inzetbaar is. De daadwerkelijke hoeveelheid regelbaar vermogen die gecontracteerd moet worden om het knelpunt op te lossen zal daarom hoger (moeten) uitvallen.

Jaartal	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Minimaal benodigd regelbaar vermogen (in MW)	34	107	0	0	0	0	0
Minimaal aantal uren per jaar dat regelbaar vermogen nodig is	5	25	0	0	0	0	0
Minimaal benodigd regelbare energie (in MWh)	112	2290	0	0	0	0	0

Tabel 2.1.3: Overzicht van gezochte regelbaar vermogen. Deze getallen zijn berekend zonder de inzet van al beschikbare congestiemanagementdiensten. Deze hoeveelheid regelbaar vermogen is nodig om de benodigde transportcapaciteit inclusief alle klanten van de wachtlijst te faciliteren.

In figuur 2.1.5 is een heatmap weergegeven met op de horizontale as de uren waar sprake is van overschrijdingen van de limiet en op de verticale as de maanden waar sprake is van overschrijdingen van de limiet, in 2027. Het weergegeven nummer in een vak toont het aantal overschrijdingen op een betreffend uur. Voor verdere uitleg hoe deze te interpreteren zie bijlage D. De heatmap maakt duidelijk op welke momenten regelbaar vermogen ingezet dient te worden om klanten op de wachtlijst te kunnen aansluiten. Uit figuur 2.1.5 blijkt dat het regelbaar vermogen vooral nodig is tussen mei en augustus tussen 11:00 en 16:00.

Heatmap (aantal overschrijdingen)



Figuur 2.1.5: Overzicht van het aantal overschrijdingen van de limiet van 380/150 kV-transformator Geertruidenberg, uitgesplitst per maand en uur van de dag

2.1.7 Getransporteerde hoeveelheid elektrische energie

In onderstaande tabel 2.1.4 is de hoeveelheid elektrische energie (in MWh) weergegeven die het elektriciteitssysteem in Noord-Brabant kan transporteren zonder de inzet van congestiemanagement. Dit getal geeft een indruk van de capaciteit van het deernet. Het is berekend voor de benodigde transportcapaciteit, dus zonder de inpassing van klanten op de wachtlijst. Door dit getal te vergelijken met de minimaal benodigde hoeveelheid regelbare elektrische energie in paragraaf 2.1.6, ontstaat een indruk van de verhouding tussen het gezochte regelbaar vermogen en de capaciteit van het elektriciteitssysteem.

Jaartal	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Getransporteerde MWh	1.999.904	3.492.033	3.548.737	3.547.123	3961328	4.165.418	4.260.915

Tabel 2.1.4: De getransporteerde hoeveelheid elektrische energie (in MWh) bij het faciliteren van de benodigde transportcapaciteit zonder inzet van congestiemanagement. Bij een overschrijding is gerekend met het vermogen tot de limiet van de betreffende asset, waarbij het vermogen boven de limiet buiten beschouwing is gelaten

2.1.8 Geschatte kosten van congestiemanagement

TenneT maakt een inschatting van de verwachte kosten voor congestiemanagement. Startpunt voor de inschatting van de benodigde flexibiliteit is de hoeveelheid overschrijdingen in de situatie zonder toepassing van congestiemanagement. Op basis van dit volume (MWh) worden vervolgens, samen met de verwachte kosten per MWh regelbaar vermogen en een factor voor de efficiëntie van inkoop en inzet congestiediensten, de totale kosten voor congestiemanagement ingeschat. De geschatte kosten voor Noord-Brabant bedragen € 0,67 miljoen. In onderstaande tabel 2.1.5 staan de uitwerkingen voor de geschatte kosten voor congestiemanagement. De daadwerkelijke kosten voor congestiemanagement zijn sterk afhankelijk van het congestievolume, de marktomstandigheden en van vaste kosten bij marktpartijen, waardoor deze aanzienlijk kunnen afwijken van onderstaande schatting. Zie hoofdstuk 3 voor de analyse met de financiële grens.

Jaartal	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Geschatte hoeveelheid overschrijdingen zonder congestiemanagement (in MWh)	112	2.290	0	0	0	0	0	0	0
Bedrag per jaar (in miljoenen euro's)	0.03	0.65	0	0	0	0	0	0	0
Totaal van alle jaren (in miljoenen euro's)	0,67								

Tabel 2.1.5: Een inschatting van de kosten voor congestiemanagement

2.1.9 Conclusie

Uit de analyse van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit alsmede de hoeveelheid aanwezig regelbaar vermogen, blijkt dat zowel een deel van de gevraagde als de benodigde transportcapaciteit gefaciliteerd kan worden. Per direct kan er 264 MW worden vrijgegeven op de 150 kV-stations: Woensdrecht, Bergen op Zoom, Roosendaal, Dinteloord, Moerdijk, Geertruidenberg, Biesbosch, Etten-Leur, Princenhage, Breda, Oosteind, Tilburg (West, Zuid en Oost), Boxtel, Best, Eindhoven (Noord, Zuid, Oost en West), Maarheeze. Vervolgens kan na de realisatie van de derde transformator op Geertruidenberg (A-1003073) in 2026, de gehele wachtlijst worden gefaciliteerd op deze stations. Bij deze vrijgaves blijft de deelnameverplichting van kracht. Vanaf het moment dat de vierde transformator in Geertruidenberg is gerealiseerd, is de congestie in het westen van Noord-Brabant opgelost en vervalt daar de deelnameverplichting.

2.2 Focusgebied: ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven

Ondanks dat de komende drie jaar 896 MW aan transportcapaciteit beschikbaar komt in het 150 kV-systeem van Noord-Brabant om invoedingsklanten van de wachtlijst aan te sluiten, blijft de 150 kV-ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven een knelpunt. In dit hoofdstuk wordt dit knelpunt toegelicht. De ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven omvat de volgende 150 kV-stations: Waalwijk, 's Hertogenbosch Noord, 's Hertogenbosch West, Oss, Uden, Aarle-Rixtel, Helmond Oost, Helmond Zuid en Eerde.

2.2.1 Aanwezige transportcapaciteit

De aanwezige transportcapaciteit voor invoeding in focusgebied ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven bedraagt momenteel 787 MW en wordt uitgebreid naar 1500 MW tussen 2033-2036. TenneT plaatst in 2027 Advanced Power Flow Controllers (A-1000910) en in 2028 dwarsregeltransformatoren (A-1003072) in 150 kV-station Waalwijk. TenneT plaatst deze instrumenten om de stroom beter te sturen en daarmee de knelpunten in de ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven te beïnvloeden. Hiermee neemt de belasting op de overbelaste verbindingen significant af en kan de autonome groei grotendeels worden gefaciliteerd. Het is echter niet voldoende om alle toekomstige congestie op de 150 kV-verbindingen te mitigeren. De voorlopig belangrijkste uitbreiding die voor additionele transportcapaciteit gaat zorgen is de realisatie van 380/150 kV-station Wijchen (A-1003075) en aanleg van de 150 kV-verbinding tussen Wijchen en Oss (A-1000247) tussen 2033 en 2036. Met deze systeemitbreidingen worden de deelnetten Noordoost-Brabant, Geertruidenberg en Eindhoven gerealiseerd. De ontwikkeling van de aanwezige transportcapaciteit is weergegeven in figuur 2.2.1 en tabel 2.2.1 & 2.2.2. In bijlage D is meer uitleg te vinden over de aanwezige transportcapaciteit.

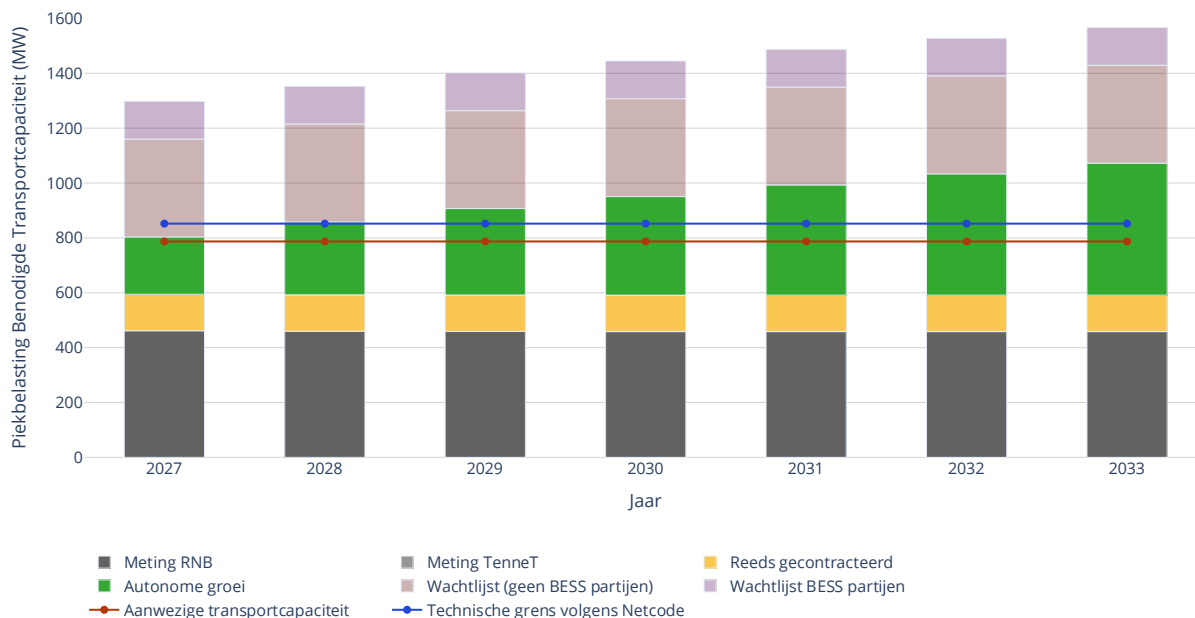
Jaar	Projectnummer	Projectnaam	Aanwezige transportcapaciteit voor uitbreiding	Aanwezige transportcapaciteit na uitbreiding
2027	A-1000910	Advanced Power Flow Control	Per uur verschillend ⁶	
2028	A-1003072	Waalwijk 150 kV plaatsen dwarsregeltransformatoren		
2033-2036	A-1003075	Wijchen 380/150 kV realiseren station	787	1500
2033-2036	A-1000247	Wijchen-Oss 150 kV realiseren verbinding		

Tabel 2.2.1: Overzicht congestiecruciale projecten in focusgebied de ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven.

2.2.2 Benodigde transportcapaciteit

De *benodigde* transportcapaciteit is de capaciteit die nodig is om de huidige aangesloten op het net van elektriciteit te blijven voorzien en de reeds gecontracteerde transportcapaciteit van nieuwe aansluitingen te faciliteren. Deze is opgebouwd uit de metingen van 2024 en een prognose voor de autonome groei en reeds gecontracteerde grootverbruikaansluitingen. De volledige uitsplitsing van de benodigde transportcapaciteit staat in figuur 2.2.1 en 2.2.2. In bijlage D is meer informatie te vinden over hoe deze figuur te interpreteren.

Transportcapaciteit voor ring Geertruidenberg - 's Hertogenbosch - Eindhoven



Figuur 2.2.1 Overzicht van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, alsmede de technische grens volgens de Systeemcode in focusgebied de ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven, waar mogelijk uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting.

2.2.3 Gevraagde transportcapaciteit

De *gevraagde* transportcapaciteit, oftewel de transportcapaciteit die nodig is om zowel de benodigde transportcapaciteit als het vermogen op de wachtlijst te faciliteren, is visueel weergegeven in figuur 2.2.1 en tabel 2.2.2. De gevraagde transportcapaciteit bestaat, naast de benodigde transportcapaciteit, uit capaciteit voor batterijen, ook wel BESS-partijen genoemd, en capaciteit voor overige partijen op de wachtlijst. Doordat de BESS-partijen een grote claim leggen op de wachtlijst en potentieel netcongestie kunnen verzachten, wordt deze gevraagde transportcapaciteit apart gevisualiseerd.

2.2.4 Beschikbaar regelbaar vermogen en technische grens

TenneT en Enexis hebben de hoeveelheid regelbaar vermogen vastgesteld voor focusgebied ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven. Regelbaar vermogen moet voldoen aan de definitie zoals geformuleerd in de Systeemcode.⁸ Om de netveiligheid te garanderen is TenneT ontheven van de verplichting om aanvullend congestiemanagement toe te passen wanneer de zogeheten technische grens is bereikt. Deze technische grens bedraagt 100% van de aanwezige transportcapaciteit, vermeerderd met het aanwezige regelbaar vermogen, tot een maximum van 150% van de aanwezige transportcapaciteit. Zie tabel 2.2.2 voor een uitsplitsing van de technische grens en het regelbaar vermogen per systeembeheerder.

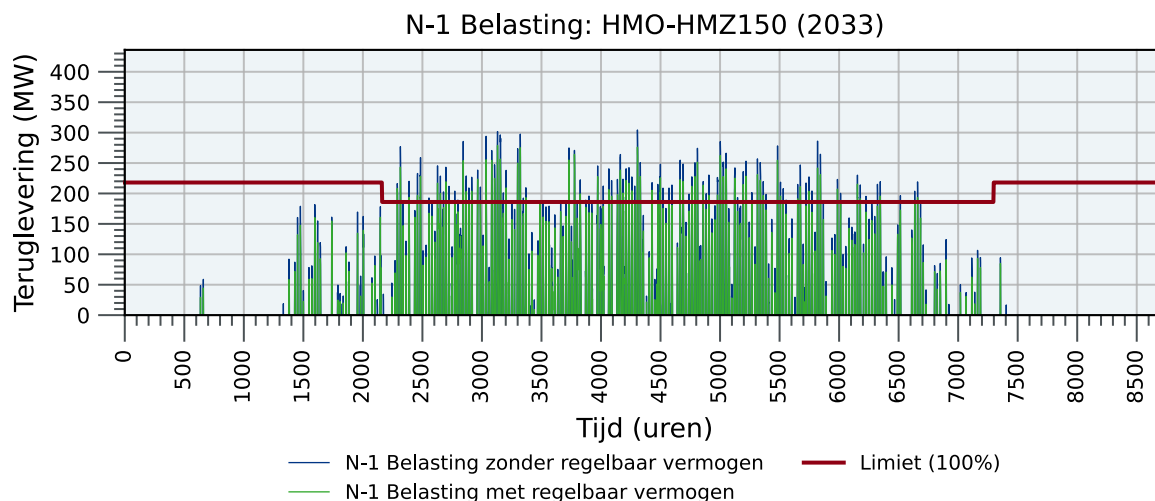
⁸ Systeemcode elektriciteit [Artikel 9.31](#).

Jaartal	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Aanwezige Transportcapaciteit	787	787	787	787	787	787	787
Technische Grens volgens de Systeemcode	852	852	852	852	852	852	852
Regelbaar vermogen Enexis	65	65	65	65	65	65	65
Regelbaar vermogen TenneT	0	0	0	0	0	0	0
Benodigde transportcapaciteit	803	858	907	951	993	1033	1073
Meting Enexis	462	460	459	458	458	458	458
Meting TenneT	0	0	0	0	0	0	0
Reeds gecontracteerd	133	133	133	133	133	133	133
Autonome Groei	209	266	315	359	402	442	481
Gevraagde transportcapaciteit	1298	1353	1401	1445	1487	1528	1567
Wachttijst zonder BESS partijen	357	357	357	357	357	357	357
Wachttijst BESS partijen	137	137	137	137	137	137	137

Tabel 2.2.2: Aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, waar mogelijk uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting. Alle eenheden zijn in MW. AG = Autonome groei.

2.2.5 Vermogensstromen op kritieke assets

In focusgebied ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven wordt de belastbare limiet van de 150 kV-verbinding Helmond Oost – Helmond Zuid als eerste overschreden, dit is daarmee de meest kritieke asset. In figuur 2.2.2 is de N-1 vermogensstroom op deze asset weergegeven voor het meest kritieke jaar 2033, voor de andere jaren zie bijlage E. Voor meer informatie over hoe deze figuur te interpreteren zie bijlage D.



Figuur 2.2.2 De N-1 vermogensstroom van 150 kV-verbinding Helmond Oost – Helmond Zuid bij het faciliteren van de benodigde transportcapaciteit in jaar 2033.

N-0

In dit focusgebied treden de voornaamste knelpunten op bij de 150 kV-verbinding Helmond Oost – Helmond Zuid. De toepassing van N-0 op deze asset is momenteel technisch niet haalbaar, aangezien die onderdeel is van een vermaasd netwerk. In dit onderzoek is het N-0 criterium daarom niet toegepast op deze component.

Aangezien dit het meest beperkende netelement is, leidt toepassing van N-0 in andere delen van het focusgebied dus ook niet tot een hogere transportcapaciteit, omdat de meest beperkende netelementen alsnog N-1 bedreven moeten worden.

2.2.6 Benodigd regelbaar vermogen

Hieronder maakt TenneT inzichtelijk hoeveel regelbaar vermogen nodig is om de benodigde transportcapaciteit te kunnen faciliteren. Om de benodigde transportcapaciteit in 2033 te kunnen faciliteren is nog extra regelbaar vermogen noodzakelijk.

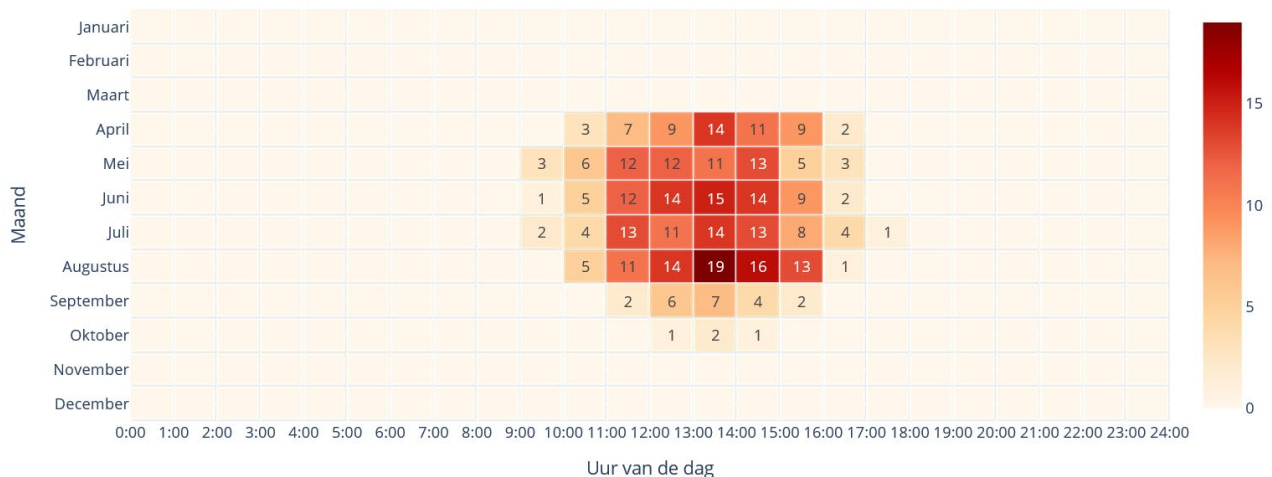
In tabel 2.2.3 is de gezochte hoeveelheid regelbaar vermogen (in MW) en regelbare elektrische energie (in MWh) weergegeven. Deze getallen zijn een inschatting, gebaseerd op 100% effectief regelbaar vermogen. In de werkelijkheid zal niet al het gevonden regelbaar vermogen 100% effectief zijn, bijvoorbeeld omdat het regelbaar vermogen geografisch verder afligt van het knelpunt, of niet op het juiste tijdstip inzetbaar is. De daadwerkelijke hoeveelheid regelbaar vermogen die gecontracteerd moet worden om het knelpunt op te lossen zal daarom hoger (moeten) uitvallen.

Jaartal	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Minimaal benodigd regelbaar vermogen (in MW)	0	12	13	25	85	99	112	119
Minimaal aantal uren per jaar dat regelbaar vermogen nodig is	0	12	9	31	213	258	330	366
Minimaal benodigd regelbare energie (in MWh)	0	57	77	298	5.532	7.971	10.868	13.911

Tabel 2.2.3: Overzicht van gezochte regelbaar vermogen. Deze getallen zijn berekend zonder de inzet van al beschikbare congestiemanagementdiensten. Deze hoeveelheid regelbaar vermogen is nodig om de benodigde transportcapaciteit te faciliteren.

In figuur 2.2.3 is een heatmap weergegeven met op de horizontale as de uren waar sprake is van overschrijdingen van de limiet en op de verticale as de maanden waar sprake is van overschrijdingen van de limiet in 2033. Het weergegeven nummer in een vak toont het aantal overschrijdingen op een betreffend uur. Voor verdere uitleg hoe deze te interpreteren zie bijlage D. De heatmap maakt duidelijk op welke momenten regelbaar vermogen ingezet dient te worden om de benodigde transportcapaciteit te faciliteren. Uit figuur 2.2.3 blijkt dat het regelbaar vermogen vooral nodig is tussen april en september.

Heatmap (aantal overschrijdingen)



Figuur 2.2.3: Overzicht van het aantal overschrijdingen van de limiet van Helmond Oost – Helmond Zuid, uitgesplitst per maand en uur van de dag.

Om de benodigde transportcapaciteit te kunnen faciliteren blijkt niet genoeg gecontracteerd regelbaar vermogen aanwezig te zijn. Daarom blijft in focusgebied ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven de inzet van de deelnameverplichting benodigd vanaf 1 MW tot en met 2033. De ondergrens van de verplichting is daarmee aldus vastgesteld op 1 MW. TenneT en Enexis zullen in contact treden met de aangesloten op wie de verplichting van toepassing wordt, conform de procedure beschreven in artikel 9.1.5 van de Systeemcode. Ondanks het verwachte effect van inzet van de verplichting, blijven er incidenteel overschrijdingen bestaan als gevolg van de benodigde transportcapaciteit. TenneT zal in deze situaties ter mitigatie technische maatregelen treffen.

2.2.7 Getransporteerde hoeveelheid elektrische energie

In onderstaande tabel 2.2.4 is de hoeveelheid elektrische energie (in MWh) weergegeven die het elektriciteitssysteem in focusgebied ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven kan transporteren zonder de inzet van congestiemanagement. Dit getal geeft een indruk van de capaciteit van het deelnet. Het is berekend voor de benodigde transportcapaciteit, dus zonder de inpassing van klanten op de wachtlijst. Door dit getal te vergelijken met de minimaal benodigde hoeveelheid regelbare elektrische energie in paragraaf 2.2.6, ontstaat een indruk van de verhouding tussen het gezochte regelbaar vermogen en de capaciteit van het elektriciteitssysteem.

Jaartal	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Getransporteerde MWh	728.379	742.695	706.803	751.749	1.006.844	1.023.952	1.092.090	1.118.140

Tabel 2.2.4: De getransporteerde hoeveelheid elektrische energie (in MWh) bij het faciliteren van de benodigde transportcapaciteit zonder inzet van congestiemanagement. Bij een overschrijding is gerekend met het vermogen tot de limiet van de betreffende asset, waarbij het vermogen boven de limiet buiten beschouwing is gelaten

2.2.8 Geschatte kosten van congestiemanagement

TenneT maakt een inschatting van de verwachte kosten voor congestiemanagement. Startpunt voor de inschatting van de benodigde flexibiliteit is de hoeveelheid overschrijdingen in de situatie zonder toepassing van congestiemanagement. Op basis van dit volume (MWh) worden vervolgens, samen met de verwachte kosten per MWh regelbaar vermogen en een factor voor de efficiëntie van inkoop en inzet congestiediensten, de totale kosten voor congestiemanagement ingeschat. De geschatte kosten voor focusgebied ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven bedragen € 8,91 miljoen. In onderstaande tabel 2.2.5 staan de uitwerkingen voor de geschatte kosten voor congestiemanagement. De daadwerkelijke kosten voor congestiemanagement zijn sterk afhankelijk van het congestievolume, de marktomstandigheden en van vaste kosten bij marktpartijen, waardoor deze aanzienlijk kunnen afwijken van onderstaande schatting. Zie hoofdstuk 3 voor de analyse met de financiële grens.

Jaartal	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Geschatte hoeveelheid overschrijdingen zonder congestiemanagement (in MWh)	57	77	298	5.532	7.971	10.868	13.911
Is Bedrag per jaar (in miljoenen euro's)	0,02	0,02	0,09	1,58	2,28	3,11	3,98
Totaal van alle jaren (in miljoenen euro's)	11,07						

Tabel 2.2.5: Een inschatting van de kosten voor congestiemanagement

2.2.9 Conclusie

Uit de analyse van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit alsmede de hoeveelheid aanwezig regelbaar vermogen, blijkt dat niet de volledige benodigde transportcapaciteit gefaciliteerd kan worden. Hierdoor is de situatie kritiek totdat het elektriciteitssysteem uitgebreid wordt met de systeemuitbreiding 380 kV-station Wijchen (A-1003075) en de 150 kV-verbinding tussen Wijchen en Oss (A-1000247). Er kunnen geen klanten van de wachtlijst worden aangesloten. TenneT zal in overleg met betrokken stakeholders in het gebied verschillende maatregelen treffen om het tekort aan transportcapaciteit te minimaliseren en de benodigde transportcapaciteit te kunnen faciliteren.

2.3 Focusgebied Hapert

2.3.1 Aanwezige transportcapaciteit

Station Hapert is op dit moment een zogenaamde “transformator op steel” -constructie en zal in 2027 worden omgebouwd naar een volwaardig 150 kV-station. Vanaf dan bedraagt de aanwezige transportcapaciteit voor invoeding op 150 kV-station Hapert 150 MW. Deze wordt later uitgebreid naar 600 MW. De uitbreiding die voor die additionele transportcapaciteit gaat zorgen is de verzwaring van de 150 kV-verbinding Eindhoven Zuid - Hapert. De ontwikkeling van de aanwezige transportcapaciteit is weergegeven in figuur 2.3.1 en tabel 2.3.1 en 2.3.2. In bijlage D is meer uitleg te vinden over de aanwezige transportcapaciteit.

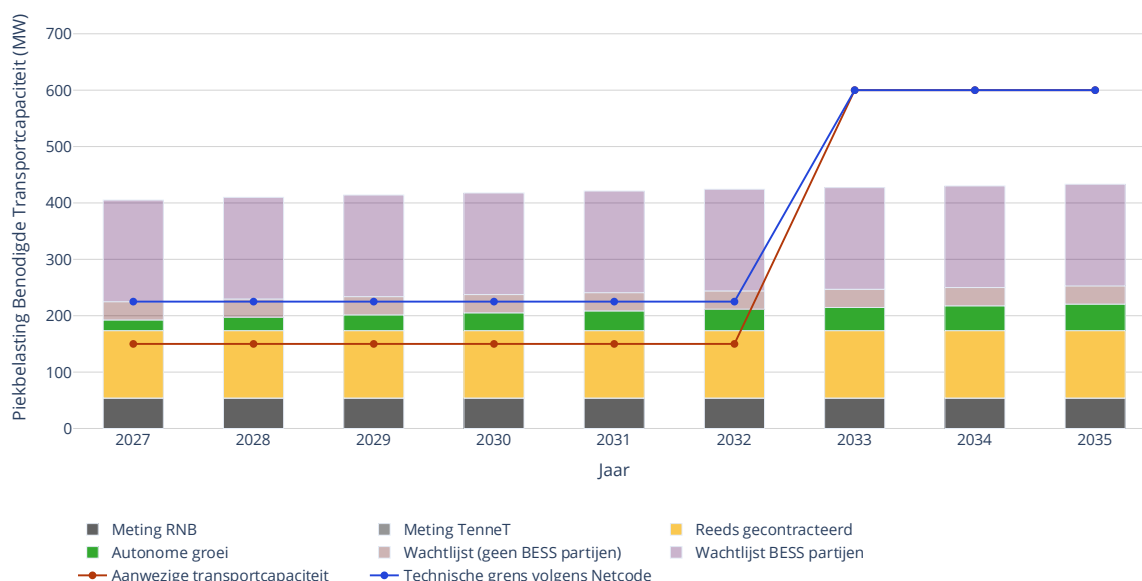
Jaar	Projectnummer	Projectnaam	Aanwezige transportcapaciteit voor uitbreiding	Aanwezige transportcapaciteit na uitbreiding
2027	A-1000236	Hapert 150 kV vervangen station	Transformator op steel	150 MW
2032-2034	A-1003081	Eindhoven Zuid-Hapert 150 kV verzwaren verbinding	150 MW	600 MW

Tabel 2.3.1: Overzicht congestiecruciale projecten voor focusgebied Hapert.

2.3.2 Benodigde transportcapaciteit

De *benodigde* transportcapaciteit is de capaciteit die nodig is om de huidige aangesloten en op het net van elektriciteit te blijven voorzien en de reeds gecontracteerde transportcapaciteit van nieuwe aansluitingen te faciliteren. Deze is opgebouwd uit de metingen van 2024 en een prognose voor de autonome groei en reeds gecontracteerde grootverbruikaansluitingen. De volledige uitsplitsing van de benodigde transportcapaciteit staat in figuur 2.3.1 en tabel 2.3.1. In bijlage D is meer informatie te vinden over hoe deze figuur te interpreteren.

Transportcapaciteit voor deelnet:



Figuur 2.3.1 Overzicht van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, alsmede de technische grens volgens de systeemcode in focusgebied Hapert, waar mogelijk uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting.

2.3.3 Gevraagde transportcapaciteit

De *gevraagde* transportcapaciteit, oftewel de transportcapaciteit die nodig is om zowel de benodigde transportcapaciteit als het vermogen op de wachtlijst te faciliteren, is visueel weergegeven in figuur 2.3.1 en tabel 2.3.2. De gevraagde transportcapaciteit bestaat, naast de benodigde transportcapaciteit, uit capaciteit voor batterijen, ook wel BESS-partijen genoemd, en capaciteit voor overige partijen op de wachtlijst. Doordat de BESS-partijen een grote claim leggen op de wachtlijst en potentieel netcongestie kunnen verzachten, wordt deze gevraagde transportcapaciteit apart gevisualiseerd.

2.3.4 Beschikbaar regelbaar vermogen en technische grens

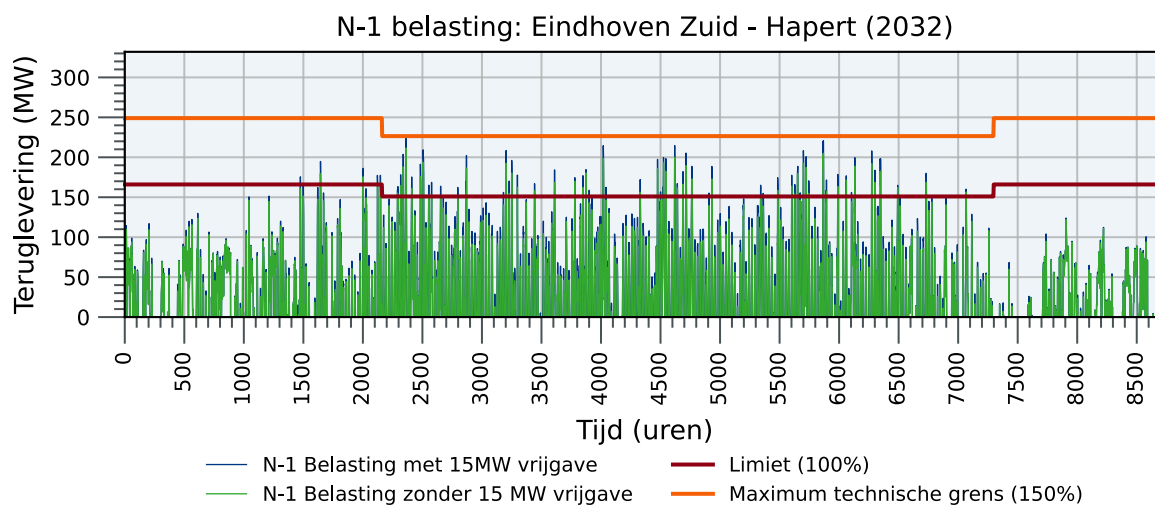
TenneT en Enexis hebben de hoeveelheid regelbaar vermogen vastgesteld voor focusgebied Hapert. Regelbaar vermogen moet voldoen aan de definitie zoals geformuleerd in de Systeemcode.⁹ Om de netveiligheid te garanderen is TenneT ontheven van de verplichting om aanvullend congestiemanagement toe te passen wanneer de zogeheten technische grens is bereikt. Deze technische grens bedraagt 100% van de aanwezige transportcapaciteit, vermeerderd met het aanwezige regelbaar vermogen, tot een maximum van 150% van de aanwezige transportcapaciteit. Zie tabel 2.3.2 en figuur 2.3.1 voor een uitsplitsing van de technische grens en het regelbaar vermogen per systeembeheerder.

Jaartal	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Aanwezige Transportcapaciteit	150	150	150	150	150	600	600	600	600
Technische Grens volgens de Systeemcode	225	225	225	225	225	225	600	600	600
Regelbaar vermogen Enexis	124	124	124	124	124	124	0	0	0
Regelbaar vermogen TenneT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benodigde transportcapaciteit	193	197	202	205	209	212	215	218	221
Meting Enexis	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Meting TenneT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reeds gecontracteerd	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Autonome Groei	19	24	28	32	35	38	41	44	47
Gevraagde transportcapaciteit	405	410	414	418	421	424	427	430	433
Wachtlijst zonder BESS partijen	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Wachtlijst BESS partijen	180	180	180	180	180	180	180	180	180

Tabel 2.3.2: Aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, waar mogelijk uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting. Alle eenheden zijn in MW. AG = Autonome groei.

2.3.5 Vermogensstromen op kritieke assets

In focusgebied Hapert wordt de belastbare limiet van 150 kV-verbinding Eindhoven Zuid - Hapert als eerste overschreden en dit is daarmee de meest kritieke asset. Uit de analyse van de N-1 belasting op de 150 kV-verbinding blijkt dat per direct 15 MW kan worden aangesloten. Daarna is de maximale technische grens bereikt, tot de uitbreiding van de verbinding tussen 2032-2034. In figuur 2.3.2 is de vermogensstroom op deze asset weergegeven voor het meest kritieke jaar 2032, zowel met als zonder het aansluiten van 15 MW. Voor meer informatie over hoe deze figuur te interpreteren zie bijlage D.



Figuur 2.3.2 De N-1 vermogensstroom van Eindhoven Zuid – Hapert bij het faciliteren van de benodigde transportcapaciteit in 2032 en 15 MW (blauw) aan partijen op de wachtlijst.

N-0 Bedrijfsvoering

De resultaten hierboven zijn bepaald zonder de inzet van N-0 bedrijfsvoering. In dit focusgebied treedt het knelpunt op bij de 150 kV-verbinding Eindhoven Zuid - Hapert. De toepassing van N-0 op deze verbinding wordt haalbaar geacht omdat hierbij sprake is van een niet-vermaasd netdeel. Het toepassen van N-0 dient operationeel geborgd te worden, zie hoofdstuk 3.4. Onder toepassing van de deelnameverplichting vanaf 1MW is er voldoende regelbaar vermogen voor het toepassen van N-0 bedrijfsvoering. Als partijen op de wachtlijst boven de 1 MW ook regelbaar vermogen aanbieden, kan ook de gevraagde transportcapaciteit met N-0 bedrijfsvoering worden gefaciliteerd.

2.3.6 Benodigd regelbaar vermogen

Hieronder maakt TenneT inzichtelijk hoeveel regelbaar vermogen nodig is om de benodigde transportcapaciteit te kunnen faciliteren.

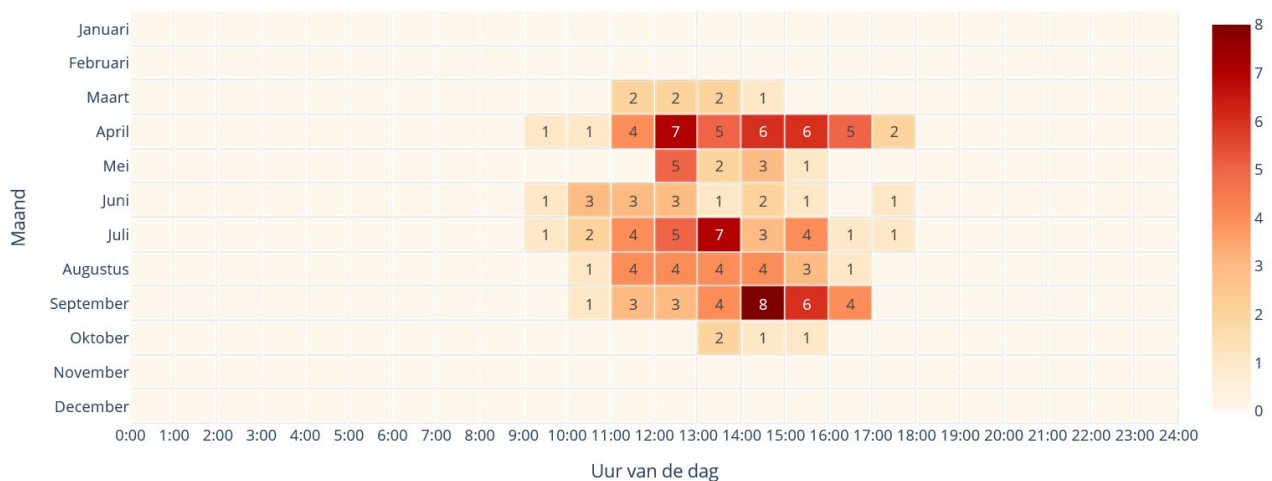
In tabel 2.3.3 is de gezochte hoeveelheid regelbaar vermogen (in MW) en regelbare elektrische energie (in MWh) weergegeven. Deze getallen zijn een inschatting, gebaseerd op 100% effectief regelbaar vermogen. In de werkelijkheid zal niet al het gevonden regelbaar vermogen 100% effectief zijn, bijvoorbeeld omdat het regelbaar vermogen niet op het juiste tijdstip inzetbaar is. De daadwerkelijke hoeveelheid regelbaar vermogen die gecontracteerd moet worden om het knelpunt op te lossen zal daarom hoger (moeten) uitvallen.

Jaartal	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Minimaal benodigd regelbaar vermogen (in MW)	15	42	47	51	54	58	61
Minimaal aantal uren per jaar dat regelbaar vermogen nodig is	13	92	109	125	133	150	152
Minimaal benodigd regelbare energie (in MWh)	68	1.333	1.689	2.041	2.380	2.712	3.031

Tabel 2.3.3: Overzicht van gezochte regelbaar vermogen. Deze getallen zijn berekend zonder de inzet van al beschikbare congestiemanagementdiensten. Deze hoeveelheid regelbaar vermogen is nodig om de benodigde transportcapaciteit te faciliteren.

In figuur 2.3.3 is een heatmap weergegeven met op de horizontale as de uren waar sprake is van overschrijdingen van de limiet en op de verticale as de maanden waar sprake is van overschrijdingen van de limiet, in het jaar 2032. Het weergegeven nummer in een vak toont het aantal overschrijdingen op een betreffend uur. Voor verdere uitleg hoe deze te interpreteren zie bijlage D. De heatmap maakt duidelijk op welke momenten regelbaar vermogen ingezet dient te worden om de benodigde transportcapaciteit te faciliteren. Uit figuur 2.3.3 blijkt dat het regelbaar vermogen vooral nodig is tussen april en september.

Heatmap (aantal overschrijdingen)



Figuur 2.3.3: Overzicht van het aantal overschrijdingen van de limiet van Eindhoven Zuid - Hapert, uitgesplitst per maand en uur van de dag

Om de benodigde transportcapaciteit te kunnen faciliteren blijkt niet genoeg gecontracteerd regelbaar vermogen aanwezig te zijn. Daarom blijft in focusgebied Hapert de inzet van de deelnameverplichting benodigd vanaf 1 MW tot en met 2032-2034. De ondergrens van de verplichting is daarmee aldus vastgesteld op 1 MW. TenneT en Enexis zullen in contact treden met de aangeslotenen op wie de verplichting van toepassing wordt, conform de procedure beschreven in artikel 9.1.5 van de Systeemcode. Ondanks het verwachte effect van inzet van de verplichting, blijven er incidenteel overschrijdingen bestaan als gevolg van de benodigde transportcapaciteit. TenneT zal in deze situaties ter mitigatie technische maatregelen treffen.

2.3.7 Getransporteerde hoeveelheid elektrische energie

In onderstaande tabel 2.3.4 is de hoeveelheid elektrische energie (in MWh) weergegeven die het elektriciteitssysteem in focusgebied Hapert kan transporteren zonder de inzet van congestiemanagement. Dit getal geeft een indruk van de capaciteit van het deelnet. Het is berekend voor de benodigde transportcapaciteit, dus zonder de inpassing van klanten op de wachtlijst. Door dit getal te vergelijken met de minimaal benodigde hoeveelheid regelbare elektrische energie in paragraaf 2.3.6, ontstaat een indruk van de verhouding tussen het gezochte regelbaar vermogen en de capaciteit van het elektriciteitssysteem.

Jaartal	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Getransporteerde MWh	374.793	381.312	389.026	395.848	403.833	411.444

Tabel 2.3.4: De getransporteerde hoeveelheid elektrische energie (in MWh) bij het faciliteren van de benodigde transportcapaciteit zonder inzet van congestiemanagement. Bij een overschrijding is gerekend met het vermogen tot de limiet van de betreffende asset, waarbij het vermogen boven de limiet buiten beschouwing is gelaten

2.3.8 Geschatte kosten van congestiemanagement

TenneT maakt een inschatting van de verwachte kosten voor congestiemanagement. Startpunt voor de inschatting van de benodigde flexibiliteit is de hoeveelheid overschrijdingen in de situatie zonder toepassing van congestiemanagement. Op basis van dit volume (MWh) worden vervolgens, samen met de verwachte kosten per MWh regelbaar vermogen en een factor voor de efficiëntie van inkoop en inzet congestiediensten, de totale kosten voor congestiemanagement ingeschat. De geschatte kosten voor focusgebied Hapert bedragen € 3,78 miljoen. In onderstaande tabel 2.3.5 staan de uitwerkingen voor de geschatte kosten voor congestiemanagement. De daadwerkelijke kosten voor congestiemanagement zijn sterk afhankelijk van het congestievolume, de marktomstandigheden en van vaste kosten bij marktpartijen, waardoor deze aanzienlijk kunnen afwijken van onderstaande schatting. Zie hoofdstuk 3 voor de analyse met de financiële grens.

Jaartal	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Geschatte hoeveelheid overschrijdingen zonder congestiemanagement (in MWh)	1.333	1.689	2.041	2.380	2.711	3.031
Bedrag per jaar (in miljoenen euro's)	0.38	0.48	0.58	0.68	0.78	0.87
Totaal van alle jaren (in miljoenen euro's)	3,78					

Tabel 2.3.5: Een inschatting van de kosten voor congestiemanagement

2.3.9 Conclusie

Uit de analyse van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit alsmede de hoeveelheid aanwezig regelbaar vermogen, blijkt dat de benodigde transportcapaciteit volledig gefaciliteerd kan worden, maar niet de gehele gevraagde transportcapaciteit. Er kan wel 15 MW van de huidige wachtlijst op station Hapert worden gefaciliteerd, waarmee de maximale technische grens van de verbinding Eindhoven - Zuid – Hapert wordt bereikt. Dit geldt tot de systeemuitbreiding van de 150 kV-verbinding Eindhoven Zuid – Hapert (A-1003081). TenneT onderzoekt een technische maatregel waarbij de 150 kV-verbinding Eindhoven Zuid – Hapert, N-0 kan worden bedreven. Dit kan dan oplossing bieden totdat de benodigde netverzwaring van de 150 kV- verbinding Eindhoven Zuid – Hapert (A-1003081) is afgerond tussen 2032-2034. Wanneer deze verzwaring gereed is, zal naar huidige verwachting de benodigde- en gevraagde transportcapaciteit worden gefaciliteerd en is het 150 kV-station Hapert uit congestie.

2.4 Deelnet Tilburg

2.4.1 Aanwezige transportcapaciteit

Deelnet Tilburg wordt gerealiseerd in 2027. De aanwezige transportcapaciteit voor invoeding in deelnet Tilburg bedraagt dan 1000 MW. De ontwikkeling van de aanwezige transportcapaciteit is weergegeven in figuur 2.4.1 en tabel 2.4.1 en 2.4.2. In bijlage D is meer uitleg te vinden over de aanwezige transportcapaciteit.

Jaar	Projectnummer	Projectnaam	Aanwezige transportcapaciteit voor uitbreiding	Aanwezige transportcapaciteit na uitbreiding
2026	Onderdeel van A-1000572	Tilburg Noord 150 kV vervangen station ¹⁰	n.v.t.	1000 MW
2026	A-1003167	Tilburg Noord-Best 150 kV aanpassingen stations		
2027	A-1002678	Rilland-Tilburg 380 kV realiseren verbinding ZW380 (realiseren 380 kV-station Tilburg en daarmee deelnet Tilburg)		

Tabel 2.4.1: Overzicht congestiecruciale projecten deelnet Tilburg.

2.4.2 Benodigde transportcapaciteit

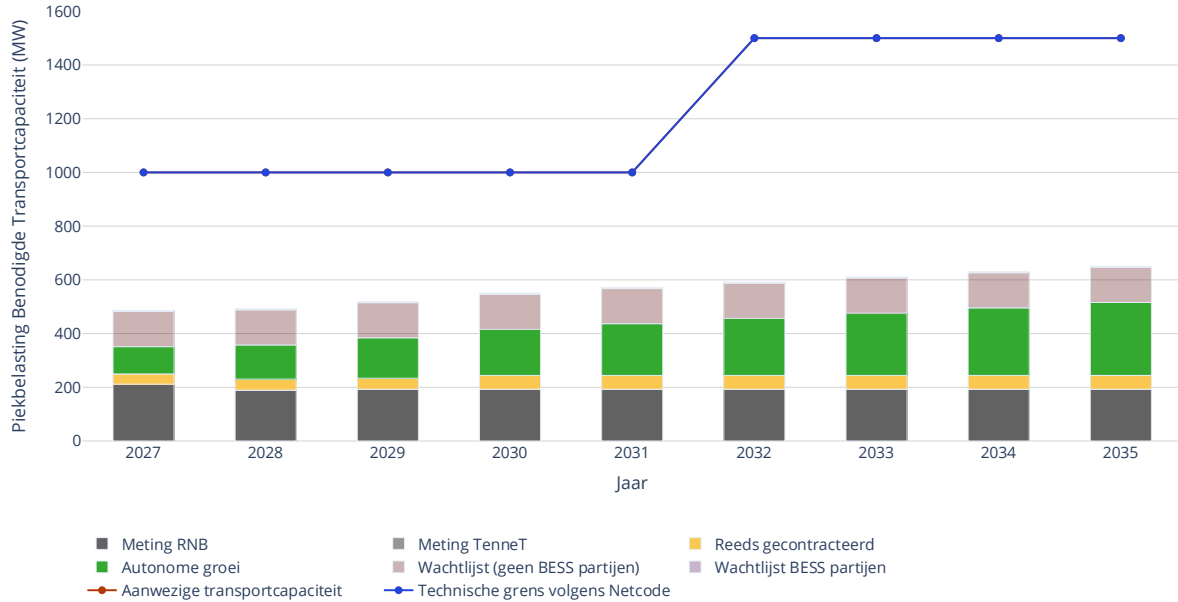
De *benodigde* transportcapaciteit is de capaciteit die nodig is om de huidige aangesloten op het net van elektriciteit te blijven voorzien en de reeds gecontracteerde transportcapaciteit van nieuwe aansluitingen te faciliteren. Deze is opgebouwd uit de metingen van 2024 en een prognose voor de autonome groei en reeds gecontracteerde grootverbruikaansluitingen. De volledige uitsplitsing van de benodigde transportcapaciteit staat in figuur 2.4.1 en tabel 2.4.2. In bijlage D is meer informatie te vinden over hoe deze figuur te interpreteren.

2.4.3 Gevraagde transportcapaciteit

De *gevraagde* transportcapaciteit, oftewel de transportcapaciteit die nodig is om zowel de benodigde transportcapaciteit als het vermogen op de wachtlijst te faciliteren, is visueel weergegeven in figuur 2.4.1 en in tabel 2.4.2. De gevraagde transportcapaciteit bestaat, naast de benodigde transportcapaciteit, uit capaciteit voor batterijen, ook wel BESS-partijen genoemd, en capaciteit voor overige partijen op de wachtlijst. Doordat de BESS-partijen een grote claim leggen op de wachtlijst en potentieel netcongestie kunnen verzachten, wordt deze gevraagde transportcapaciteit apart gevisualiseerd.

¹⁰ Het project A-1000572 heeft in IP2026 een geplande inbedrijfsname in 2029. Randvoorwaardelijk voor deelnet Tilburg (hoofdstuk 2.8) is een deelproject van A-1000572 met een geplande inbedrijfsname in 2026.

Transportcapaciteit voor deelnet: Tilburg



Figuur 2.4.1: Overzicht van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, alsmede de technische grens volgens de Systeemcode in deelnet Noordoost-Brabant, uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting.

	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Aanwezige Transportcapaciteit	1000	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500
Technische Grens volgens de Systeemcode	1000	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500
Regelbaar vermogen Enexis	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regelbaar vermogen TenneT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benodigde transportcapaciteit	351	358	384	416	437	457	476	496	516
Meting Enexis	212	189	193	193	193	193	193	193	193
Meting TenneT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reeds gecontracteerd	38	41	41	51	51	51	51	51	51
Autonome Groei	102	127	151	172	193	213	232	252	272
Gevraagde transportcapaciteit	486	492	519	550	571	591	611	630	650
Wachtlijst zonder BESS partijen	131	131	131	131	131	131	131	131	131
Wachtlijst BESS partijen	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Tabel 2.4.2: Aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, waar mogelijk uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting. Alle eenheden zijn in MW.

2.4.4 Conclusie

Uit de analyse van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit blijkt dat zowel de gevraagde als benodigde transportcapaciteit gefaciliteerd kan worden. Dit onder voorwaarde van de realisatie van systeemuitbreiding 380 kV-station Tilburg (onderdeel van A-1002678) in 2027 en de randvoorwaardelijke werkzaamheden in Tilburg Noord in 2026. Hiermee is het dus mogelijk om alle klanten op de wachtlijst te faciliteren en eindigt de congestieperiode in deelnet Tilburg in 2027. Voor die tijd kunnen klanten aangesloten worden onder voorwaarde van de deelnameverplichting.

2.5 Deelnet Noordoost-Brabant

2.5.1 Aanwezige transportcapaciteit

Deelnet Noordoost-Brabant wordt gerealiseerd tussen 2033 en 2036. De aanwezige transportcapaciteit voor invoeding in deelnet Noordoost-Brabant bedraagt dan 1500 MW. De ontwikkeling van de aanwezige transportcapaciteit is weergegeven in figuur 2.5.1 en tabel 2.5.1 en 2.5.2. In bijlage D is meer uitleg te vinden over de aanwezige transportcapaciteit.

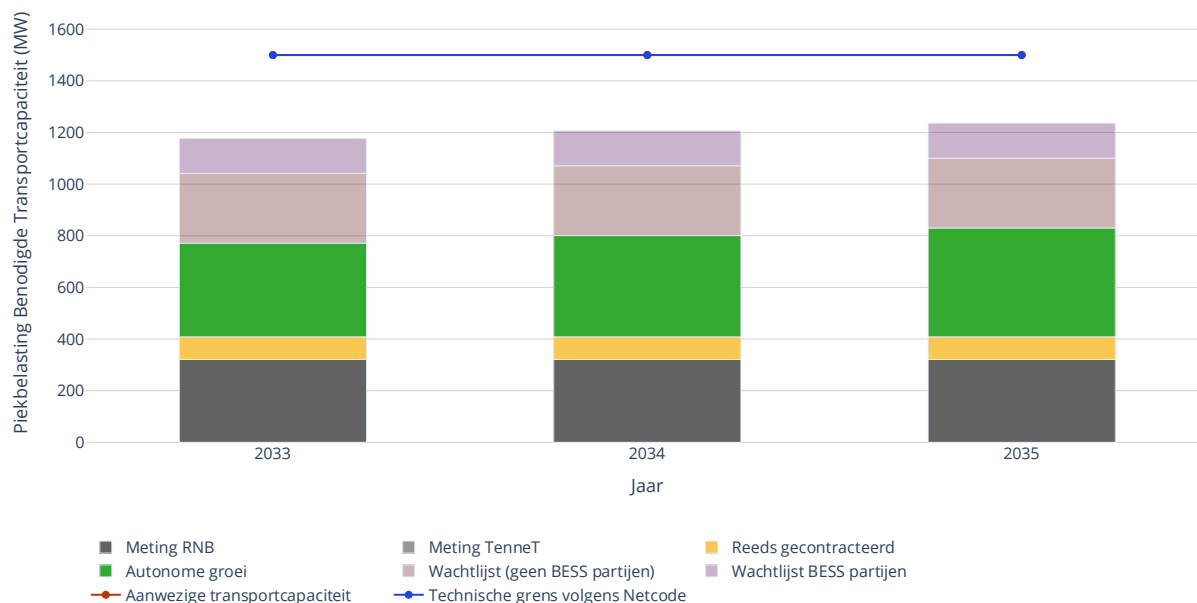
Jaar	Projectnummer	Projectnaam	Aanwezige transportcapaciteit voor uitbreiding	Aanwezige transportcapaciteit na uitbreiding
2033-2036	A-1003075	Wijchen 380/150 kV realiseren station	n.v.t.	1500 MW
2033-2036	A-1000247	Wijchen-Oss 150 kV realiseren verbinding		

Tabel 2.5.1: Overzicht congestiecruciale projecten in deelnet Noordoost-Brabant.

2.5.2 Benodigde transportcapaciteit

De *benodigde* transportcapaciteit is de capaciteit die nodig is om de huidige aangesloten op het net van elektriciteit te blijven voorzien en de reeds gecontracteerde transportcapaciteit van nieuwe aansluitingen te faciliteren. Deze is opgebouwd uit de metingen van 2024 en een prognose voor de autonome groei en reeds gecontracteerde grootverbruikaansluitingen. De volledige uitsplitsing van de benodigde transportcapaciteit staat in figuur 2.5.1 en tabel 2.5.2. In bijlage D is meer informatie te vinden over hoe deze figuur te interpreteren.

Transportcapaciteit voor deelnet: Noordoost-Brabant



Figuur 2.5.1 Overzicht van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, alsmede de technische grens volgens de Systeemcode in deelnet Noordoost-Brabant, uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting.

2.5.3 Gevraagde transportcapaciteit

De *gevraagde* transportcapaciteit, oftewel de transportcapaciteit die nodig is om zowel de benodigde transportcapaciteit als het vermogen op de wachtlijst te faciliteren, is visueel weergegeven in figuur 2.5.1 en in tabel 2.5.2. De gevraagde transportcapaciteit bestaat, naast de benodigde transportcapaciteit, uit capaciteit voor batterijen, ook wel BESS-partijen genoemd, en capaciteit voor overige partijen op de wachtlijst. Doordat de BESS-partijen een grote claim leggen op de wachtlijst en potentieel netcongestie kunnen verzachten, wordt deze gevraagde transportcapaciteit apart gevisualiseerd.

Jaartal	2033	2034	2035
Aanwezige Transportcapaciteit	1500	1500	1500
Technische Grens volgens de Systeemcode	1500	1500	1500
Regelbaar vermogen Enexis	0	0	0
Regelbaar vermogen TenneT	0	0	0
Benodigde transportcapaciteit	772	801	830
Meting Enexis	321	321	321
Meting TenneT	0	0	0
Reeds gecontracteerd	88	88	88
Autonome Groei	363	392	422
Gevraagde transportcapaciteit	1177	1206	1236
Wachtlijst zonder BESS partijen	270	270	270
Wachtlijst BESS partijen	135	135	135

Tabel 2.5.2: Aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, waar mogelijk uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting. Alle eenheden zijn in MW.

2.5.4 Conclusie

Uit de analyse van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit blijkt dat zowel de gevraagde als benodigde transportcapaciteit gefaciliteerd kan worden. Dit onder voorwaarde van de realisatie van systeemuitbreiding 380/150 kV-station Wijchen (A-1003075) en aanleg van de 150 kV-verbinding Wijchen-Oss (A-1000247) tussen 2033 en 2036. Hiermee wordt het op dat moment mogelijk om alle klanten op de huidige wachtlijst te faciliteren en eindigt de congestieperiode in deelnet Noordoost-Brabant tussen 2033 en 2036.

2.6 Deelnet Eindhoven

2.6.1 Aanwezige transportcapaciteit

Deelnet Eindhoven wordt gerealiseerd tussen 2033 en 2036, door de ingebruikname van deelnet Noordoost-Brabant. De aanwezige transportcapaciteit voor invoeding in deelnet Eindhoven bedraagt dan 1500 MW. De ontwikkeling van de aanwezige transportcapaciteit is weergegeven in figuur 2.6.1 en tabel 2.6.1 en 2.6.2. In bijlage D is meer uitleg te vinden over de aanwezige transportcapaciteit.

Jaar	Projectnummer	Projectnaam	Aanwezige transportcapaciteit voor uitbreiding	Aanwezige transportcapaciteit na uitbreiding
2033-2036	A-1003075	Wijchen 380/150 kV realiseren station	n.v.t.	1500 MW
2033-2036	A-1000247	Wijchen-Oss 150 kV realiseren verbinding		

Tabel 2.6.1: Overzicht congestiecruciale projecten in deelnet Eindhoven.

2.6.2 Benodigde transportcapaciteit

De *benodigde* transportcapaciteit is de capaciteit die nodig is om de huidige aangesloten op het net van elektriciteit te blijven voorzien en de reeds gecontracteerde transportcapaciteit van nieuwe aansluitingen te faciliteren. Deze is opgebouwd uit de metingen van 2024 en een prognose voor de autonome groei en reeds gecontracteerde grootverbruikaansluitingen. De volledige uitsplitsing van de benodigde transportcapaciteit staat in figuur 2.6.1 en tabel 2.6.2. In bijlage D is meer informatie te vinden over hoe deze figuur te interpreteren.

Transportcapaciteit voor deelnet: Eindhoven



Figuur 2.6.1 Overzicht van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, alsmede de technische grens volgens de Systeemcode in deelnet Eindhoven, uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting.

2.6.3 Gevraagde transportcapaciteit

De *gevraagde* transportcapaciteit, oftewel de transportcapaciteit die nodig is om zowel de benodigde transportcapaciteit als het vermogen op de wachtlijst te faciliteren, is visueel weergegeven in figuur 2.6.1 en in tabel 2.6.2. De gevraagde transportcapaciteit bestaat, naast de benodigde transportcapaciteit, uit capaciteit voor batterijen, ook wel BESS-partijen genoemd, en capaciteit voor overige partijen op de wachtlijst. Doordat de BESS-partijen een grote claim leggen op de wachtlijst en potentieel netcongestie kunnen verzachten, wordt deze gevraagde transportcapaciteit apart gevisualiseerd.

Jaartal	2033	2034	2035
Aanwezige Transportcapaciteit	1500	1500	1500
Technische Grens volgens de Systeemcode	1500	1500	1500
Regelbaar vermogen Enexis	0	0	0
Regelbaar vermogen TenneT	0	0	0
Benodigde transportcapaciteit	664	691	719
Meting Enexis	171	171	171
Meting TenneT	0	0	0
Reeds gecontracteerd	177	177	177
Autonome Groei	316	343	371
Gevraagde transportcapaciteit	1031	1058	1086
Wachtlijst zonder BESS partijen	184	184	184
Wachtlijst BESS partijen	182	182	182

Tabel 2.6.2: Aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, waar mogelijk uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting. Alle eenheden zijn in MW.

2.6.4 Conclusie

Uit de analyse van de aanwezige, benodigde en gevraagde, blijkt dat zowel de gevraagde als benodigde transportcapaciteit gefaciliteerd kan worden. Dat betekent dat met de realisatie van systeemuitbreiding 380/150 kV-station Wijchen (A-1003075) en 150 kV-verbinding Wijchen-Oss (A-1000247) tussen 2033 en 2036 er voldoende transportcapaciteit blijft in deelnet Eindhoven. Vanaf 2027 is het al mogelijk om alle klanten in deelnet Eindhoven aan te sluiten (zie hoofdstuk 2.1), behalve op 150 kV-station Hapert (zie hoofdstuk 2.3). Voor 2027 kunnen klanten worden aangesloten onder voorwaarde van de deelnameverplichting.

2.7 Deelnet Geertruidenberg

2.7.1 Aanwezige transportcapaciteit

Deelnet Geertruidenberg wordt gerealiseerd tussen 2033 en 2036. De aanwezige transportcapaciteit voor invoeding in deelnet Noordoost-Brabant bedraagt dan 1500 MW. De ontwikkeling van de aanwezige transportcapaciteit is weergegeven in figuur 2.7.1 en tabel 2.7.1 en 2.7.2. In bijlage D is meer uitleg te vinden over de aanwezige transportcapaciteit.

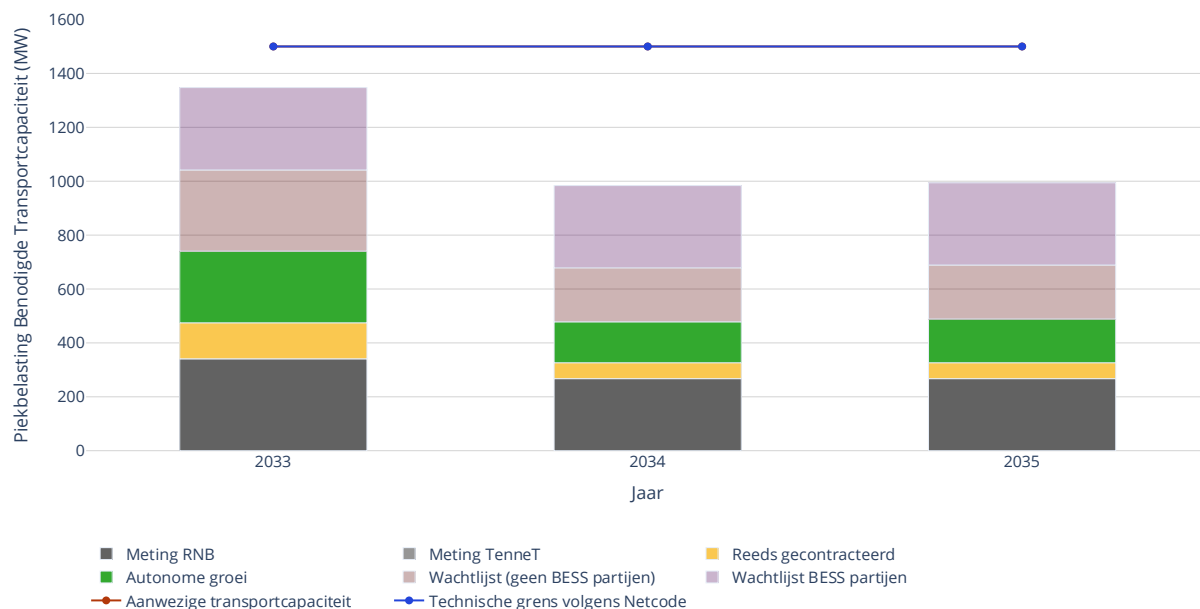
Jaar	Projectnummer	Projectnaam	Aanwezige transportcapaciteit voor uitbreiding	Aanwezige transportcapaciteit na uitbreiding
2033-2036	A-1003075	Wijchen 380/150 kV realiseren station	n.v.t.	1500 MW
2033-2036	A-1000247	Wijchen-Oss 150 kV realiseren verbinding		

Tabel 2.7.1: Overzicht congestiecruciale projecten.

2.7.2 Benodigde transportcapaciteit

De *benodigde* transportcapaciteit is de capaciteit die nodig is om de huidige aangesloten op het net van elektriciteit te blijven voorzien en de reeds gecontracteerde transportcapaciteit van nieuwe aansluitingen te faciliteren. Deze is opgebouwd uit de metingen van 2024 en een prognose voor de autonome groei en reeds gecontracteerde grootverbruikaansluitingen. De benodigde transportcapaciteit daalt in 2034, vanwege de ingebruikname van deelnet Halsteren. De volledige uitsplitsing van de benodigde transportcapaciteit staat in figuur 2.7.1 en tabel 2.7.2. In bijlage D is meer informatie te vinden over hoe deze figuur te interpreteren.

Transportcapaciteit voor deelnet: Geertruidenberg



Figuur 2.7.1 Overzicht van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, alsmede de technische grens volgens de Systeemcode in deelnet Geertruidenberg, uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting.

2.7.3 Gevraagde transportcapaciteit

De *gevraagde* transportcapaciteit, oftewel de transportcapaciteit die nodig is om zowel de benodigde transportcapaciteit als het vermogen op de wachtlijst te faciliteren, is visueel weergegeven in figuur 2.7.1 en in tabel 2.7.2. De gevraagde transportcapaciteit bestaat, naast de benodigde transportcapaciteit, uit capaciteit voor batterijen, ook wel BESS-partijen genoemd, en capaciteit voor overige partijen op de wachtlijst. Doordat de BESS-partijen een grote claim leggen op de wachtlijst en potentieel netcongestie kunnen verzachten, wordt deze gevraagde transportcapaciteit apart gevisualiseerd.

Jaartal	2033	2034	2035
Aanwezige Transportcapaciteit	1500	1500	1500
Technische Grens volgens de Systeemcode	1500	1500	1500
Regelbaar vermogen Enexis	0	0	0
Regelbaar vermogen TenneT	0	0	0
Benodigde transportcapaciteit	741	478	489
Meting Enexis	341	268	268
Meting TenneT	0	0	0
Reeds gecontracteerd	133	59	59
Autonome Groei	266	152	162
Gevraagde transportcapaciteit	1347	984	994
Wachtlijst zonder BESS partijen	301	200	200
Wachtlijst BESS partijen	306	305	305

Tabel 2.7.2: Aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, waar mogelijk uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting. Alle eenheden zijn in MW.

2.7.4 Conclusie

Uit de analyse van de aanwezige, benodigde en gevraagde, blijkt dat zowel de gevraagde als benodigde transportcapaciteit gefaciliteerd kan worden. Dat betekent dat met de realisatie van systeemuitbreiding 380/150 kV-station Wijchen (A-1003075) en 150 kV-verbinding Wijchen-Oss (A-1000247) tussen 2033 en 2036 er voldoende transportcapaciteit blijft in deelnet Geertruidenberg. Vanaf 2027 is het al mogelijk om alle klanten in deelnet Geertruidenberg aan te sluiten (zie hoofdstuk 2.1), behalve op 150 kV-station Waalwijk (zie hoofdstuk 2.2). Voor 2027 kunnen klanten worden aangesloten onder voorwaarde van de deelnameverplichting.

2.8 Deelnet Halsteren

2.8.1 Aanwezige transportcapaciteit

Deelnet Halsteren wordt gerealiseerd tussen 2034 en 2036. De aanwezige transportcapaciteit voor invoeding in deelnet Halsteren bedraagt dan 1000 MW. De ontwikkeling van de aanwezige transportcapaciteit is weergegeven in figuur 2.8.1 en tabel 2.8.1 en 2.8.2. In bijlage D is meer uitleg te vinden over de aanwezige transportcapaciteit.

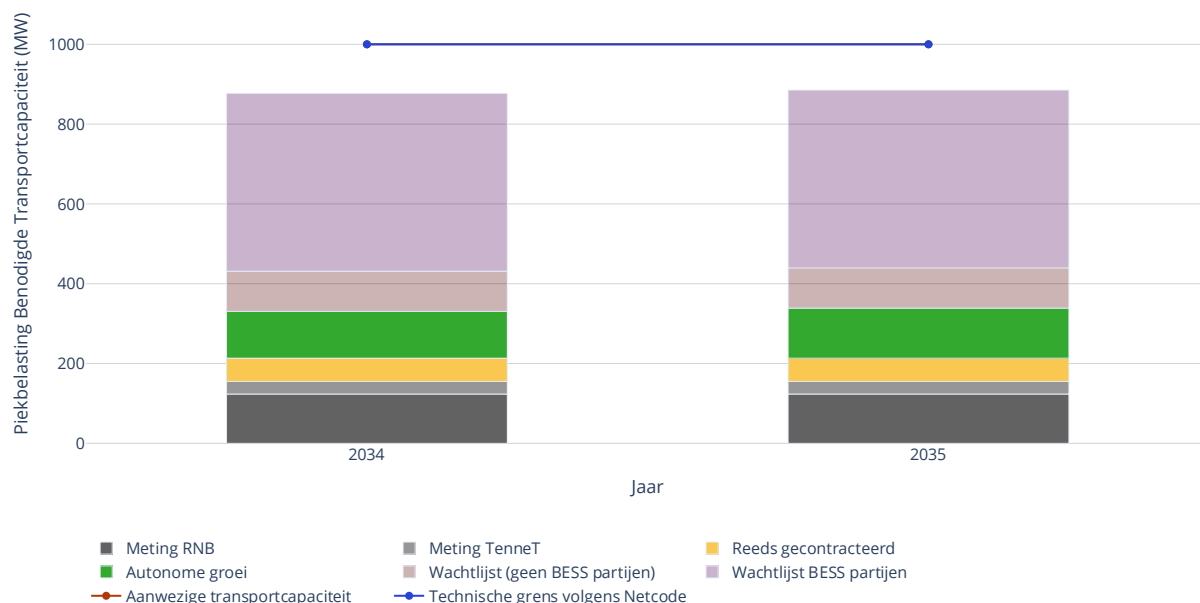
Jaar	Projectnummer	Projectnaam	Aanwezige transportcapaciteit voor uitbreiding	Aanwezige transportcapaciteit na uitbreiding
2030-2031	A-1003004	Halsteren en Zierikzee realiseren 150 kV stations	n.v.t.	1000 MW
2030-2031	A-1003120	Halsteren 380 kV realiseren station		
2034-2036	A-1003074	Woensdrecht-Halsteren-Dinteloord 150 kV realiseren verbinding		

Tabel 2.8.1: Overzicht congestiecruciale projecten in deelnet Halsteren.

2.8.2 Benodigde transportcapaciteit

De *benodigde* transportcapaciteit is de capaciteit die nodig is om de huidige aangesloten op het net van elektriciteit te blijven voorzien en de reeds gecontracteerde transportcapaciteit van nieuwe aansluitingen te faciliteren. Deze is opgebouwd uit de metingen van 2024 en een prognose voor de autonome groei en reeds gecontracteerde grootverbruikaansluitingen. De volledige uitsplitsing van de benodigde transportcapaciteit staat in figuur 2.8.1 en tabel 2.8.2. In bijlage D is meer informatie te vinden over hoe deze figuur te interpreteren.

Transportcapaciteit voor deelnet: Halsteren



Figuur 2.8.1 Overzicht van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, alsmede de technische grens volgens de Systeemcode in deelnet Noordoost-Brabant, uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting.

2.8.3 Gevraagde transportcapaciteit

De *gevraagde* transportcapaciteit, oftewel de transportcapaciteit die nodig is om zowel de benodigde transportcapaciteit als het vermogen op de wachtlijst te faciliteren, is visueel weergegeven in figuur 2.8.1 en in tabel 2.8.2. De gevraagde transportcapaciteit bestaat, naast de benodigde transportcapaciteit, uit capaciteit voor batterijen, ook wel BESS-partijen genoemd, en capaciteit voor overige partijen op de wachtlijst. Doordat de BESS-partijen een grote claim leggen op de wachtlijst en potentieel netcongestie kunnen verzachten, wordt deze gevraagde transportcapaciteit apart gevisualiseerd.

Jaartal	2034	2035
Aanwezige Transportcapaciteit	1000	1000
Technische Grens volgens de Systeemcode	1000	1000
Regelbaar vermogen Enexis	0	0
Regelbaar vermogen TenneT	0	0
Benodigde transportcapaciteit	331	339
Meting Enexis	124	124
Meting TenneT	32	32
Reeds gecontracteerd	58	58
Autonome Groei	117	126
Gevraagde transportcapaciteit	877	885
Wachtlijst zonder BESS partijen	101	101
Wachtlijst BESS partijen	446	446

Tabel 2.8.2: Aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, waar mogelijk uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting. Alle eenheden zijn in MW.

2.8.4 Conclusie

Uit de analyse van de aanwezige, benodigde en gevraagde, blijkt dat zowel de gevraagde als benodigde transportcapaciteit gefaciliteerd kan worden. Dat betekent dat met de realisatie van systeemuitbreiding 380/150 kV-station Halsteren (respectievelijk A-1003120 en A-1003004) en de 150 kV-verbinding Halsteren-Woensdrecht-Dinteloord (A-1003074) tussen 2034 en 2036 er voldoende transportcapaciteit blijft in deelnet Halsteren. Vanaf 2027 is het al mogelijk om alle klanten in deelnet Halsteren aan te sluiten (zie hoofdstuk 2.1). Voor 2027 kunnen klanten worden aangesloten onder voorwaarde van de deelnameverplichting.

3. Aanvullende analyses

3.1 Vergelijking met het vorige onderzoek

TenneT heeft het huidige congestieonderzoek vergeleken met het vorige onderzoek voor [Noord-Brabant, gepubliceerd op 17 Oktober 2024](#). Hieronder is een vergelijking gemaakt met de beschikbare data uit het vorige rapport voor 2026.

	Vorige Rapport	Huidig Rapport		
	Brabant als geheel	Brabant als geheel, behalve focusgebieden.	Focusgebied de ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch - Eindhoven	Focusgebied Hapert
Laatste congestiejaar	2027	2027	2033-2036	2032-2034
Aanwezige transportcapaciteit	2520	1611		
Beschikbare regelbaar vermogen TenneT	947	305		
Beschikbare regelbaar vermogen DSB		394		
Benodigde transportcapaciteit	3376	2148		
Gevraagde transportcapaciteit	4526	3716		

Tabel 3.1: Vergelijking resultaten van het huidige congestieonderzoek en het vorige congestieonderzoek.

3.2 Financiële grens

Bij het toepassen van congestiemanagement is de systeembeheerder verplicht om in ieder geval tot aan de financiële grens alle mogelijkheden te benutten, tenzij de technische grens is bereikt. In Noord-Brabant bedraagt de financiële grens €84,14 miljoen.

Jaartal	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Aanwezige transportcapaciteit in MW	1611	2336	937	937	937	937	937	787
Aantal uren per jaar	8760							
Bedrag per MWh	€1,02							
Bedrag per jaar (in miljoenen euro's)	14.39	20.87	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	7.03
Totaal van alle jaren (in miljoenen euro's)	84,14							

Tabel 3-1: Berekening financiële grens

Daarnaast zijn voor alle deelgebieden de kosten van congestiemanagement in kaart gebracht.

Deelgebied	Totale kosten congestiemanagement
Geheel Noord-Brabant	0,67
Focusgebied Hapert	3,78
Focusgebied de ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch - Eindhoven	11,07
Totaal	15,52

Tabel 3-2: Berekening totale congestiemanagement kosten

De geschatte totale kosten voor het toepassen van congestiemanagement zijn lager dan de financiële grens. Dit betekent dat de financiële grens geen beletsel is voor het toepassen van de congestiemanagementdiensten.

3.3 Kortsluitvastheid

Een kortsluiting op het 150 kV-elektriciteitssysteem kan risicovol zijn voor zowel de omgeving als apparatuur. TenneT bouwt het elektriciteitssnet zo dat het een bepaalde kortsluitstroom aankan, de zogenaamde kortsluitvastheid. Het is onwenselijk als er kortsluitstromen kunnen ontstaan die groter zijn dan de kortsluitvastheid. TenneT zal daarom blijven testen of de kortsluitvastheid adequaat is. Omdat zowel de congestiemaatregelen als de klanttypen invloed kunnen hebben op de kortsluitvastheid, wordt voor elk (deel)gebied gekeken of met de congestiemaatregelen de kortsluitvastheid voldoende blijft en of met de toelating van een nieuwe klant de kortsluitvastheid niet in het geding komt.

Bij toetsing op kortsluitvastheid zijn geen belemmeringen gevonden voor het toepassen van congestiemanagement. Oftewel, de kortsluitvastheid blijft voldoende met het toepassen van de congestiemaatregelen.

3.4 Additionele technische maatregelen

TenneT heeft onderzocht of er aanvullend technische maatregelen gebruikt kunnen worden om extra transportrecht vrij te geven. Dit kan bijvoorbeeld gaan over het plaatsen van een tripschakeling of het verplaatsen van een netopening. In Noord-Brabant worden de volgende technische maatregelen genomen/onderzocht:

- 1) Het verplaatsen van de netopeningen bij de ingebruikname van deelnetten. Zo wordt 150 kV-station Oosteind vanaf 2032 gevoed vanuit deelnet Tilburg in plaats van Geertruidenberg. Ook worden de 150 kV-stations Helmond Oost en Eerde gevoed vanuit deelnet Noordoost-Brabant zodra dit deelnet is gerealiseerd in plaats van deelnet Eindhoven. Dit geeft een verlichting op de 380/150 kV-transformatoren in Geertruidenberg en Eindhoven, waardoor er meer klanten kunnen worden ingepast dan in de situatie waarin deze overschakeling niet plaatsvindt.
- 2) Ook plaatst TenneT Advanced Power Flow Controllers (A-1000910) in 2027 als alternatief voor de dwarsregeltransformatoren (A-1003072) welke in 2028 op 150 kV-station Waalwijk worden geplaatst. TenneT plaatst deze instrumenten om de stroom beter te sturen en daarmee de knelpunten in de 150 kV-ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven te beïnvloeden. Hiermee ontstaat een betere vermogensverdeling en neemt de belasting van de kritieke verbindingen significant af, maar niet voldoende om alle congestie te mitigeren.
- 3) TenneT onderzoekt een technische maatregel om N-0 bedrijfsvoering op de 150 kV-verbinding Eindhoven Zuid - Hapert te implementeren. Onder de voorwaarde dat er voldoende regelbaar vermogen is, zou dit het N-1 knelpunt kunnen wegnemen. Dit is relevant totdat de verbinding is verzwakt (A-1003081).

3.5 Deelnameverplichting

Om congestiemanagement toe te kunnen passen moet er voldoende regelbaar vermogen (flexibiliteit) beschikbaar zijn, op basis van producten conform de Systeemcode bijlage 11¹¹ (redispatch) en bijlage 12¹² (capaciteitsbeperking). Aangeslotene die flexibiliteit leveren dienen op verzoek van de systeembeheerder tijdens piekmomenten tijdelijk minder elektriciteit te produceren of meer elektriciteit af te nemen. Aangeslotene groter dan 1 MW kunnen hiertoe verplicht worden; Aangeslotenen groter dan 60 MW zijn standaard hiertoe verplicht. Conform de Systeemcode is het voorziene effect van gebruik van de verplichting tot deelname aan congestiemanagement doorgerekend. Dit dient een netsituatie op te leveren waarin er geen overschrijdingen zichtbaar zijn. Voor deze analyse heeft TenneT een reële inschatting gemaakt van het vermogen dat, wanneer nodig, naar verwachting daadwerkelijk gereduceerd kan worden door toepassing van congestiemanagement.

Voor het potentieel regelbaar vermogen wat beschikbaar komt middels de deelnameverplichting is nog geen inschatting gemaakt of dit vermogen ook daadwerkelijk operationeel inzetbaar is of kan worden bij afroep van de verplichting. Dit vermogen representeert dus niet per definitie het daadwerkelijk beschikbare regelbaar vermogen op ieder benodigd moment in de tijd. Dit is bij productiecongestie relevant, omdat beperking van bijvoorbeeld windenergie-installaties ten tijde van lage windopwek maar hoge zonopwek (en vice versa) geen significant effect zal hebben op de verwachte congestie.

Ten tijde van het vorige congestiemanagementonderzoek voor Noord-Brabant van 17 Oktober 2024 is de deelnameverplichting al verlaagd naar 1 MW. De deelnameverplichting blijft actief vanaf 1 MW voor Noord-Brabant. TenneT en Enexis zullen in contact treden met de aangeslotene op wie de verplichting van toepassing wordt.

¹¹ Systeemcode elektriciteit [Bijlage 7](#) bij artikel 9.1, tweede lid: redispatch product.

¹² Systeemcode elektriciteit [Bijlage 6](#) bij artikel 9.1, eerste lid: capaciteitssturingproduct.

4. Marktanalyse: toelichting op proces en cijfermatige onderbouwing

Door middel van een marktbenadering is geïnventariseerd welke aangeslotene mogelijk regelbaar vermogen kunnen bieden voor congestiemanagement.

4.1 Marktbenadering

TenneT en Enexis hebben in dit congestiegebied een marktconsultatie uitgevoerd. In dit hoofdstuk geven wij toelichting over de gevolgde aanpak bij het betrekken van aangeslotene, de beschikbare contractvormen en de aard en omvang van de benodigde flexibiliteit.

1. Benadering van aangeslotene van de distributiesysteembeheerder

De distributiesysteembeheerder in Noord-Brabant en TenneT hebben samen de aangeslotene op het regionale net benaderd over de mogelijkheid om flexibiliteit aan te bieden.

2. Benadering van aangeslotene van de transmissiesysteembeheerder (TenneT-aangeslotene)

Netgebruikers die rechtstreeks op het 150 kV-elektriciteitssysteem zijn aangeslotene en kunnen helpen bij de congestieproblematiek, zijn door TenneT rechtstreeks benaderd over de mogelijkheid om flexibiliteit aan te bieden.

3. Congestie Service Providers (CSP's) benaderen

Er heeft afstemming plaatsgevonden met diverse CSP's, met het verzoek of zij regelbaar vermogen kunnen contracteren.

4.2 Contractvormen

De systeembeheerders bieden de volgende contractvormen aan voor het aanbieden van flexibiliteit:

- Capaciteits-sturend contract (CSC) met vaste tijdsvensters¹³: Een contract waarbij de netgebruiker instemt met een vaste, lagere transportcapaciteit tijdens vooraf bepaalde tijdsvensters. Buiten deze vensters is de volledige contractcapaciteit beschikbaar. Dit helpt congestie voorkomen op voorspelbare momenten.
- Capaciteits-sturend contract (CSC) op afroep: Een contract waarbij de netgebruiker op verzoek van de systeembeheerder tijdelijk minder transportcapaciteit mag gebruiken. De afroep mag plaatsvinden binnen vooraf overeengekomen tijdstippen en binnen afgesproken voorwaarden.
- Redispatch: Bij redispatch vraagt TenneT alle marktpartijen in het congestiegebied om op korte termijn tijdelijk meer of minder stroom te verbruiken of op te wekken om overschrijdingen van de belastbaarheid van assets te voorkomen.

De behoefte van TenneT voor flexibiliteit bouwt zich geleidelijk op tot het meest kritische jaar voor het focusgebied.

4.3 Opvolging en aanvullend marktonderzoek

De in dit rapport uitgevoerde analyses zijn gebaseerd op de resultaten van het marktonderzoek. Aanvullende contracten met marktpartijen zijn dus nog niet gesloten. Na publicatie van het onderzoek zal TenneT dit verder met de relevante marktpartijen bespreken en waar mogelijk contracten afsluiten.

Meer informatie omtrent de verschillende contractvormen ten behoeve van congestiemanagement vindt u op

¹³ NB: een Capaciteits Beperkend Contract (CBC) is een subcategorie op een CSC.

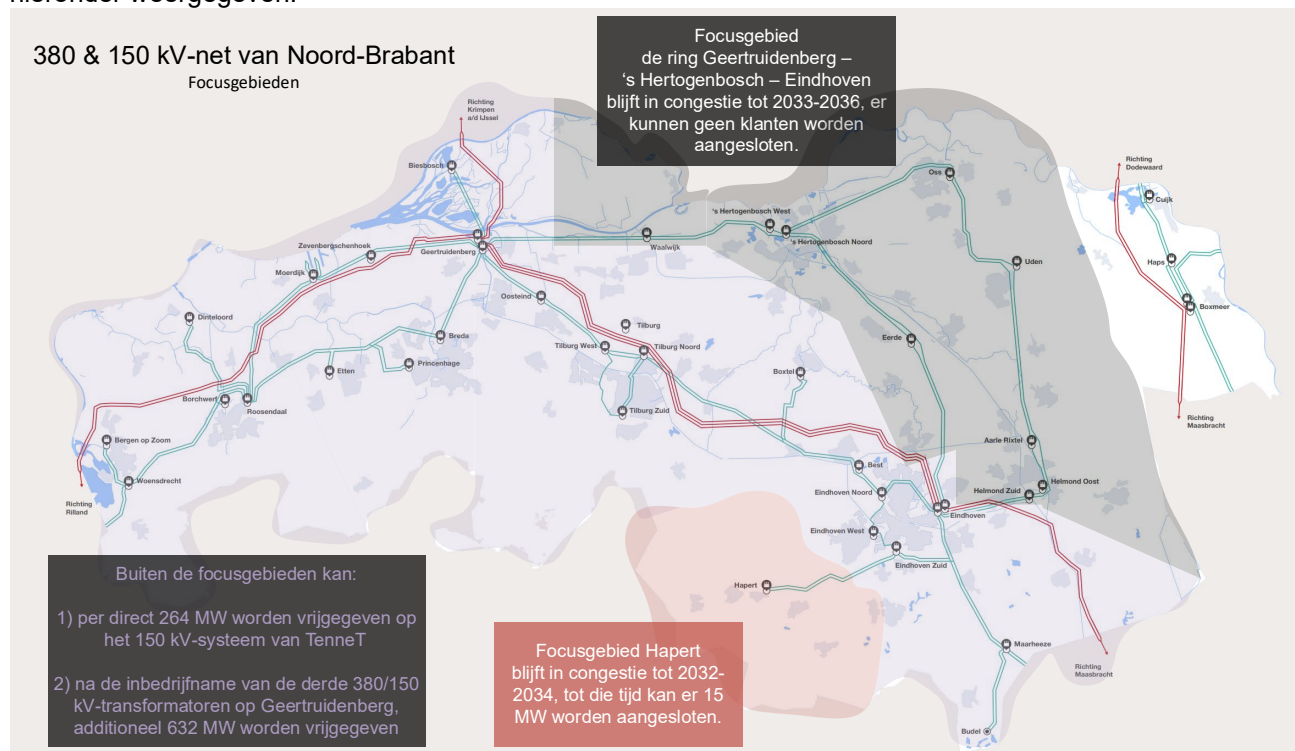
Partners in Energie¹⁴.

Bent u een TenneT-aangeslotene en heeft u vragen of wilt u zich aanmelden voor deelname? Neem dan contact op via congestiemanagement@tennet.eu. Bent u aangeslotene bij de distributiesysteembeheerder, neem dan contact op met uw distributiesysteembeheerder.

¹⁴ <https://www.partnersinenergie.nl/congestiemanagement-in-de-praktijk>

5. Algehele conclusie

In Noord-Brabant spelen drie gebieden met elk een eigen conclusie, te weten het hoofdgebied van Noord-Brabant, de ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven en Hapert. Deze focusgebieden zijn hieronder weergegeven:



5.1 Noord-Brabant

In het overgrote deel van Noord-Brabant¹⁵, in het paars weergegeven in figuur 5.1, kan er transportcapaciteit worden vrijgegeven voor partijen op de wachtlijst op het 150 kV-systeem van TenneT. Per direct kan er 264 MW worden gefaciliteerd. Bij het plaatsen van de derde 380/150 kV-transformator op Geertruidenberg (onderdeel van A-1003073), kan er additioneel 632 MW worden vrijgegeven. Dit betreft alle partijen op de huidige wachtlijst voor invoeding voor deze stations. In 2027, na het plaatsen van de vierde transformator op Geertruidenberg (A-1003073) en het inbedrijfnemen van deelnet Tilburg (A-1002678), is ook de 1 MW verplichting hier niet langer nodig. Daarmee gaan deze stations uit invoedingscongestie in 2027.

5.2 Focusgebied: ring Geertruidenberg – 's-Hertogenbosch – Eindhoven

Focusgebied de ring Geertruidenberg – 's-Hertogenbosch – Eindhoven is in het grijs weergegeven in figuur 5.1. Vanwege overbelastingen op de verbinding tussen Helmond Oost en Helmond Zuid is het niet mogelijk om klanten aan te sluiten in dit gebied. Dit knelpunt wordt verholpen met de ingebruikname van 380/150 kV-station Wijchen (A-1003075) en de 150 kV-verbinding Wijchen – Oss (A-100247) tussen 2033 en 2036.

¹⁵ Dit betreft de stations: Woensdrecht, Bergen op Zoom, Roosendaal, Dinteloord, Moerdijk, Geertruidenberg, Biesbosch, Etten-Leur, Princenhage, Breda, Oostende, Tilburg (West, Zuid en Noord), Boxtel, Best, Eindhoven (Noord, Zuid, Oost en West), Maarheeze

Daarmee kunnen alle klanten op de huidige wachtlijst in het focusgebied de ring Geertruidenberg – 's-Hertogenbosch – Eindhoven vanaf dan worden gefaciliteerd. Daarmee eindigt de congestieperiode in het focusgebied de ring Geertruidenberg – 's-Hertogenbosch – Eindhoven tussen 2033 en 2036.

5.3 Focusgebied: Hapert

Focusgebied Hapert wordt in het rood weergegeven in figuur 5.1. Vanwege het bereiken van de maximaal technische grens op de 150 kV-verbinding tussen Eindhoven Zuid en Hapert is het niet mogelijk om nu meer dan 15 MW aan klanten aan te sluiten in dit gebied. Dit knelpunt wordt verholpen door de verzwaring van de 150 kV-verbinding Eindhoven Zuid – Hapert (A-1003081) tussen 2032 en 2034. Daarmee kunnen vanaf dan alle klanten op de huidige wachtlijst in het focusgebied Hapert worden gefaciliteerd. Daarmee eindigt de congestieperiode in het focusgebied Hapert tussen 2032 en 2034.

5.4 Deelnetten

Naast de focusgebieden heeft TenneT onderzocht of de deelnettenstructuur voldoende capaciteit biedt voor invoeding, vanaf de jaren dat ze in gebruik worden genomen. Voor alle deelnetten blijkt het geval dat de huidige gevraagde transportcapaciteit lager is dan de dan beschikbare transportcapaciteit. Daarmee geven de deelnetten een structurele oplossing voor de congestie voor alle 150 kV-stations in Noord-Brabant.

Bijlages

A. Overzicht 150 kV-stations

Tabel A1: De aanwezige 150 kV-hoogspanningsstations in Noord-Brabant per deelnet

Deelnet	Kleur Figuur 1.1	2025 tot deels 2027	2027-2031	2032	2033	2034 en later
Noord-Brabant	n.v.t.	Woensdrecht, Bergen op Zoom, Roosendaal, Dinteloord, Moerdijk, Biesbosch, Geertruidenberg, Waalwijk, Breda, Princenhage, Etten, Helmond-Oost, Aarle-Rixtel, Uden, Oss, 's- Hertogenbosch- West, 's- Hertogenbosch- Noord, Eerde, Hapert, Maarheeze, Eindhoven-Zuid, Eindhoven-Noord, Eindhoven-West, Eindhoven-Zuid, Helmond-Zuid, Tilburg-Noord, Tilburg-Zuid, Tilburg-West, Best, Boxtel, Oosteind	Woensdrecht, Bergen op Zoom, Roosendaal, Dinteloord, Moerdijk, Biesbosch, Geertruidenberg, Waalwijk, Breda, Princenhage, Etten, Helmond-Oost, Aarle-Rixtel, Uden, Oss, 's- Hertogenbosch- West, 's- Hertogenbosch- Noord, Eerde, Hapert, Maarheeze, Eindhoven-Zuid, Eindhoven-Noord, Eindhoven-West, Eindhoven-Zuid, Helmond-Zuid, Oosteind	Woensdrecht, Bergen op Zoom, Roosendaal, Dinteloord, Moerdijk, Biesbosch, Geertruidenberg, Waalwijk, Breda, Princenhage, Etten, Helmond-Oost, Aarle-Rixtel, Uden, Oss, 's- Hertogenbosch- West, 's- Hertogenbosch- Noord, Eerde, Hapert, Maarheeze, Eindhoven-Zuid, Eindhoven-Noord, Eindhoven-West, Eindhoven-Zuid, Helmond-Zuid,	Alle stations worden vanaf 2033 vanuit een deelnet gevoed.	n.v.t.
Geertruidenberg	Rood	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Moerdijk, Biesbosch, Geertruidenberg, Waalwijk, Breda, Princenhage, Etten, Woensdrecht, Bergen op Zoom, Roosendaal, Dinteloord,	Moerdijk, Biesbosch, Geertruidenberg, Waalwijk, Breda, Princenhage, Etten
Tilburg	Blauw	n.v.t.	Tilburg-Noord, Tilburg-Zuid, Tilburg- West, Best, Boxtel	Tilburg-Noord, Tilburg-Zuid, Tilburg-West, Best, Boxtel, Oosteind	Geen veranderingen	Geen veranderingen
Noordoost- Brabant	Grijs	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Helmond-Oost, Aarle-Rixtel, Uden, Oss, 's- Hertogenbosch- West, 's- Hertogenbosch- Noord, Eerde	Geen veranderingen
Eindhoven	Groen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Hapert, Maarheeze, Eindhoven-Zuid, Eindhoven-Noord, Eindhoven-West, Eindhoven-Zuid, Helmond-Zuid	Geen veranderingen
Halsteren	Geel	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Woensdrecht, Bergen op Zoom, Roosendaal, Dinteloord, Halsteren
Focusgebied ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven	figuur 1.2 Grijs	Waalwijk, 's-Hertogenbosch-Noord, 's-Hertogenbosch-zuid, Oss, Uden, Aarle-Rixtel, Helmond-Oost, Helmond-Zuid en Eerde.				
Focusgebied Hapert	figuur 1.2 Rood	Hapert				

B. Methodologie en uitgangspunten

In deze bijlage worden de gehanteerde uitgangspunten toegelicht.

Opbouw onderzoek

Het congestieonderzoek start met een berekening van de te verwachten vermogensstromen op basis van benodigde transportcapaciteit. Dit is de verwachte toekomstige situatie waarin de reeds toegewezen aansluit- en transportverzoeken bij TenneT en de regionaal systeembeheerder(s) zijn afgerond en de door distributiesysteembeheerder(s) ingeschatte autonome groei voor (klein)verbruik is gerealiseerd. Aanvullende aanvragen voor aansluiting en transport (de zogenoemde 'wachtlust') worden in deze fase nog niet in de berekening meegenomen. Deze verwachte vermogensstromen worden getoetst aan de netontwerpcriteria. De vermogensstromen zijn berekend voor een geheel jaar met een uurlijke resolutie voor elk jaar in de voorziene congestieperiode.

Vervolgens wordt onderzocht of en in welke mate additioneel vermogen toegevoegd zou kunnen worden met toepassing van congestiemanagement. Hiertoe worden verschillende berekeningen gedaan, waarbij het toegevoegde vermogen onder toepassing van congestiemanagement sequentieel opgehoogd wordt. Dit wordt getoetst aan zowel de netontwerpcriteria als de financiële- en technische grens.

De financiële grens is een in de SysteemcodeSysteemcode vastgestelde limiet aan de omvang van congestiemanagement die door systeembeheerders uitgevoerd moet worden. Conform de SysteemcodeSysteemcode hoeven systeembeheerders geen congestiemanagement toe te passen om transporten te faciliteren waardoor de ingeschatte kosten de vastgestelde financiële grens overschrijden. Startend vanuit de referentiesituatie wordt getoetst hoeveel extra vermogen kan worden toegelaten totdat de verwachte kosten gelijk zijn aan de financiële grens.

Om daadwerkelijk congestiemanagement toe te passen, is participatie van marktpartijen noodzakelijk. Deze marktpartijen leveren de flexibiliteit (regelbaar vermogen) voor de toepassing van congestiemanagement. Om dit flexibel vermogen in kaart te brengen is een consultatie bij marktpartijen gedaan. Hieruit volgt de potentie van regelbaar vermogen. Om te kunnen rekenen met regelbaar vermogen moet het voldoen aan de gestelde eisen uit de SysteemcodeSysteemcode. Het is van belang dat dit regelbaar vermogen op de benodigde locaties en benodigde tijdstippen worden aangeboden om daadwerkelijk fysieke congestie op te kunnen lossen. Ook dient dit vermogen afschakelbaar en/of aanstuurbaar te zijn om onderdeel uit te maken van het regelbare vermogen waarmee de technische grens wordt bepaald.

Aan de verplichting voor systeembeheerders om waar (nodig en) mogelijk congestiemanagement toe te passen, wordt een limiet gesteld door het bereiken van de technische grens. De technische grens zorgt ervoor dat het elektriciteitssysteem niet structureel overschrijdingen van de belastbaarheid van assets laat zien, om zodoende de leveringszekerheid te blijven borgen. Tijdens de analyses wordt iteratief berekend hoeveel additioneel vermogen toegevoegd zou kunnen worden met inzet van regelbaar vermogen (congestiemanagement) zonder dat de technische grens wordt overschreden.

Vervolgens zijn de deelconclusies uit de financiële-, markt-, en technische- analyse gecombineerd om tot een oordeel te komen of en in welke mate congestiemanagement toegepast kan worden om te voorzien in de gevraagde transportcapaciteit. Daarbij is ook getoetst of er binnen de technische- en financiële grens eventueel nog aanvullende ruimte beschikbaar is. Indien er naar verwachting, eventueel onder voorwaarden, nog mogelijkheden zijn voor het honoreren van aanvullende transportverzoeken van de wachtlijst, is dit ook aangegeven in de conclusie.

Daarnaast is ook getoetst op een mogelijke overschrijding van het toegestane kortsluitvermogen van het elektriciteitssysteem, en is er geanalyseerd of er overige technische maatregelen noodzakelijk zijn om congestiemanagement veilig uit te kunnen voeren.

Inputdata en uitgangspunten om te komen tot de benodigde transportcapaciteit, exclusief de wachtlijst

Uitwisselingsprofielen per TenneT-station vormen de basis voor dit congestieonderzoek. Deze uitwisselingsprofielen geven de verwachte vermogensstromen weer per station en per uur. Dit bestaat uit een combinatie van de klanten van TenneT en de regionaal systeembeheerder(s). Meer informatie over de uitwisselingsprofielen is weergegeven in Hoofdstuk 1.2 “Peildata en gegevensbronnen voor dit congestieonderzoek”.

Naast de geprognoseerde uitwisseling tussen TenneT en de distributiesysteembeheerders, is de verwachte vraag naar transportcapaciteit door aangeslotene (zowel afname als invoeding) op het elektriciteitssysteem van TenneT van belang voor het bepalen van de totale benodigde transportcapaciteit. Hierbij is voor de huidige elektriciteitscentrales en (industriële) aangeslotene een inschatting gemaakt op basis van bij TenneT bekende historische meetgegevens, door klanten aangeleverde gegevens en verwachtingen, en gesimuleerde marktinzet (zoals gebruikt in het Investeringsplan Net op Land 2026-2040). Groei van de vraag naar transportcapaciteit door industriële s (binnen het reeds vastgelegde gecontracteerd transportvermogen) is met behulp van dezelfde gegevens voorzien van een zo realistisch mogelijk verbruiksprofiel.

Netmodel en gehanteerde ontwerpcriteria

Bij de bepaling van de aanwezige en benodigde capaciteit wordt rekening gehouden met de van toepassing zijnde netontwerpcriteria en operationele veiligheidsgrenzen. De netontwerpcriteria volgen uit de Elektriciteitswet en het Besluit investeringsplan en kwaliteit elektriciteit en gas.¹⁶ De berekeningen voor dit congestieonderzoek zijn getoetst aan de reguliere ontwerpcriteria: bij normaal bedrijf dient een enkelvoudige storing aan een circuit, transformator of productie-eenheid niet te leiden tot een onderbreking van transport. Dit wordt ook wel het N-1 criterium genoemd. Hierop zijn enkele uitzonderingen toegestaan.

In het gehanteerde netmodel kent elke netwerkcomponent een maximale technische belastbaarheid die van toepassing is in de zomermaanden (april t/m oktober) en in de wintermaanden (november t/m maart). Die waarden kunnen verschillen omdat de thermische belastbaarheid van de netwerkcomponenten samenhangt

¹⁶ Zie Elektriciteitswet 1998, artikel 16, vierde lid en het Besluit investeringsplan en kwaliteit elektriciteit en gas.

met de omgevingstemperatuur. De berekende belasting van ieder netwerkcomponent bij een enkelvoudige storing dient lager te zijn dan de maximale belastbaarheid van deze netwerkcomponent; anders is er sprake van een overschrijding.

In dit congestieonderzoek is niet getoetst aan het N-2-criterium (ook wel 'operationeel N-1' genoemd). Dit criterium analyseert de situatie waarin één willekeurig circuit, transformator, productie-eenheid of andere asset niet beschikbaar is wegens onderhoud, én er daarnaast een storing optreedt in één ander willekeurig circuit, transformator, productie-eenheid of andere asset. Bij de beoordeling van het N-2 criterium wordt rekening gehouden met de mogelijkheid om onderhoud te plannen tijdens gunstige invoeding- en belastingsituaties. Dat wil zeggen dat er sprake is van een knelpunt als onderhoud niet meer gepland kan worden zonder dat de enkelvoudige storingsreserve kan worden gegarandeerd. Om onderhoud toch mogelijk te maken, ondanks dat hier in simulaties geen rekening mee is gehouden, zouden aangeslotene afgeregeld kunnen worden.

Over het toepassen van N-1 is een uitzondering toegestaan. Dat betreft het toepassen van de zogeheten 'vluchtstrook' (N-0), waarbij systeembeheerders binnen kaders de enkelvoudige storingsreserve niet hoeven toe te passen bij het aansluiten van invoedingsvermogen. Deze kaders zijn vastgelegd in het besluit 'uitvalsituaties hoogspanningsnet'¹⁷. Toepassing van N-0 is niet toegestaan op transformatoren naar het 220 kV- en 380 kV-elektriciteitssysteem. Deze vormen in veel gevallen het (of één van de) beperkende knelpunt(en) in de congestiegebieden van TenneT. Daarnaast is toepassing van N-0 niet toegestaan in een vermaasd netwerk.

Daarnaast kan TenneT ter waarborging van de leveringszekerheid de vluchtstrook voor invoeding alleen toepassen in netsituaties (verbindingen) waar een één-op-één relatie bestaat tussen invoeding en een N-1 overschrijding op een asset. In de vermaasde netten van TenneT kunnen echter uiteenlopende bedrijfsvoeringstoestanden bestaan. Als de relatie niet (altijd) eenduidig is, levert dit een beperking op in de omvang van de aan te sluiten extra invoeding of is het niet mogelijk de vluchtstrook toe te passen vanwege een onacceptabel risico op onterechte afschakelingen van verbruik of overschrijdingen van de belastbaarheid van assets en daarmee onacceptabele risico's voor de leveringszekerheid van aangeslotene.

Onzekerheden

Dit onderzoek dient te leiden tot een discrete conclusie: welke transportverzoeken kunnen worden gehonoreerd met toepassing van congestiemanagement? Het congestieonderzoek bevat echter inherent onzekerheden omdat toekomstige netwerk -en marktsituaties onbekend zijn. Deze worden daarom gesimuleerd op basis van prognoses historische data en analyses en beoordelingen van experts. Op deze manier wordt een zo goed mogelijke inschatting gemaakt van een inherent onzekere toekomst.

De realiteit kan door verschillende factoren zowel positief als negatief afwijken van de berekende resultaten. Enkele voorbeelden van deze factoren zijn:

1. De snelheid waarmee aangeslotene de transportcapaciteit gebruiken bij aangevraagde groei in gecontracteerd transportvermogen;

¹⁷ [Staatsblad 2020, 511 | Overheid.nl > Officiële bekendmakingen](#)

2. De snelheid waarmee regionaal systeembeheerder(s) en TenneT (wanneer van toepassing) nieuwe aansluitingen realiseren en de snelheid waarmee deze aansluitingen daadwerkelijk gebruik maken van de gecontracteerde transportcapaciteit;
3. Hoe de voorziene autonome groei in het elektriciteitssysteem van regionaal systeembeheerder(s) zich daadwerkelijk manifesteert;
4. Andere afhankelijkheden, zoals (on)voorziene niet beschikbaarheid van assets;
5. Weersinvloeden.

In dit onderzoek heeft TenneT op basis van huidige informatie de meeste realistisch geachte inschatting van de toekomstige situatie gemaakt. Bij wijzigingen door onvoorziene invloeden, zal TenneT te allen tijde de veiligheid en leveringszekerheid van elektriciteit vooropstellen en zich daarbinnen maximaal inspannen om de gevraagde transportcapaciteit te faciliteren.

C. Overzicht gebruikte definities

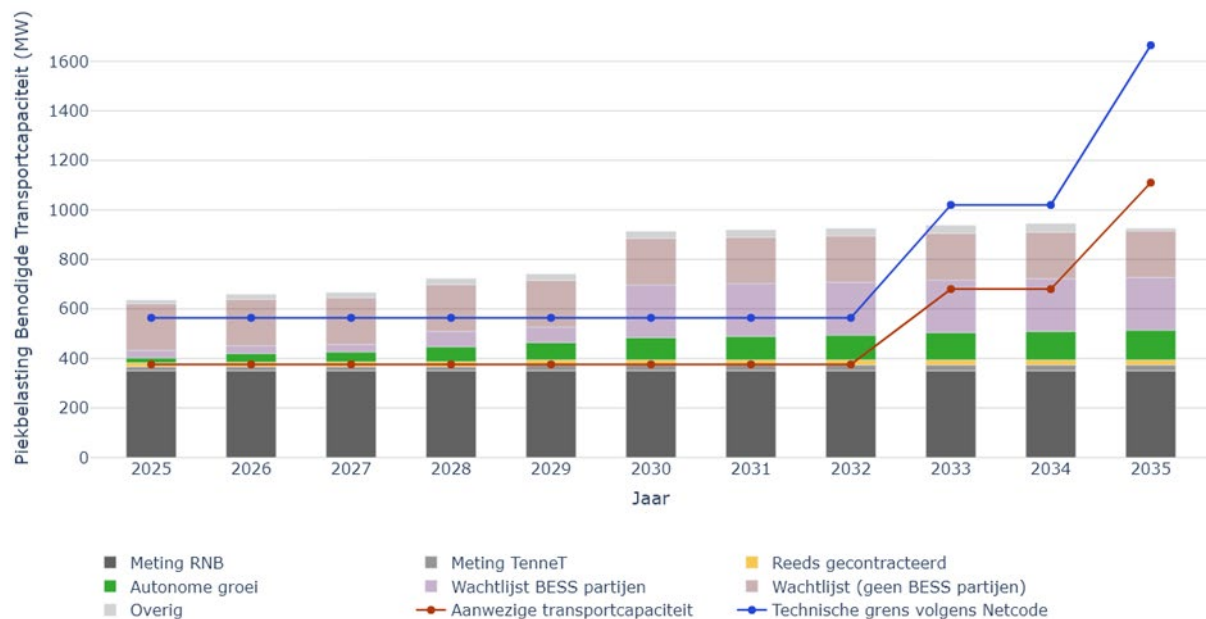
Hieronder volgen de gehanteerde definities zoals gebruikt in dit rapport. De eerste definities volgen uit de Begrippencode Elektriciteit¹⁸.

Begrip	Definitie SysteemcodeSysteemcode / Begrippencode elektriciteit
Aanwezige transportcapaciteit (MW)	De maximale capaciteit die een net aan kan, met inachtneming van de van toepassing zijnde netontwerpcriteria en operationele veiligheidsgrenzen.
Benodigde transportcapaciteit (MW)	De transportcapaciteit nodig om aan de vraag naar transport van alle gecontracteerde aangeslotene in een (deel)net te voldoen, als bedoeld in artikel 2.3 van de Regeling investeringsplan en kwaliteit elektriciteit en gas.
Regelbaar vermogen voor invoedingscongestie	Vermogen dat overeenkomstig artikel 9.31, eerste lid, van de Systeemcode elektriciteit voor inzet beschikbaar is, vermeerderd met het overige vermogen van elektriciteitsproductie-eenheden dat bij inzet van de verplichting overeenkomstig artikel 9.1, vierde lid, van de Systeemcode elektriciteit, met toepassing van een ondergrens van 1 MW, beschikbaar is voor het verminderen van invoeding van elektriciteit.
Technische grens	De technische grens bedraagt 100% van de aanwezige transportcapaciteit vermeerderd met het aanwezige regelbaar vermogen, tot een maximum van 150% van de aanwezige transportcapaciteit. Bij de bepaling van deze technische grens worden aansluitingen die gebruik maken van artikel 7.1b, artikel 7.1c of artikel 7.1d niet betrokken;
Begrip	Definitie TenneT
Gevraagde transportcapaciteit (MW)	De transportcapaciteit nodig om aan alle vraag naar transport te voldoen, bestaande uit de benodigde transportcapaciteit en aanvragen naar transportcapaciteit ('de wachtlijst').
BESS – partijen	Organisaties die door middel van 'Battery Energy Storage Systems' energie afnemen en terugleveren op het elektriciteitssysteem.

¹⁸ [Begrippencode elektriciteit](#)

D. Uitleg figuren

Transportcapaciteit



Figuur D1: Een voorbeeld van een transportcapaciteit grafiek invoeding. Deze grafiek bevat niet de specifieke data gebruikt in dit rapport

In figuur D1 “transportcapaciteit” wordt inzichtelijk gemaakt hoe de aanwezige transportcapaciteit zich verhoudt tot a) de benodigde transportcapaciteit en b) de gevraagde transportcapaciteit. Daarnaast wordt voor elk jaar inzicht gegeven welke factoren bijdragen aan de verschillende type transportcapaciteit. Deze waarden worden numeriek weergegeven in de tabel: “Aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit.” De getallen zijn voor het uur waarin de benodigde transportcapaciteit het hoogst is (worst-case uur).

Aanwezige transportcapaciteit en technische grens volgens de Systemcode

De aanwezige transportcapaciteit is de hoeveelheid megawatt (MW) die het regionale hoogspanningsnet (150 kV / 110 kV) kan transporteren en wordt in rood weergegeven. Additioneel is er regelbaar vermogen beschikbaar, wat helpt bij het faciliteren van extra vermogen. In de Systemcode is een zogeheten technische grens bepaald voor het inzetten van regelbaar vermogen. De technische grens bedraagt 100% van de aanwezige transportcapaciteit vermeerderd met het aanwezige regelbaar vermogen, tot een maximum van 150% van de aanwezige transportcapaciteit. Deze technische grens wordt in het blauw weergegeven in het figuur. Mocht er geen regelbaar vermogen beschikbaar zijn, is de technische grens hetzelfde als de aanwezige transportcapaciteit.

Benodigde transportcapaciteit

De benodigde transportcapaciteit is de transportcapaciteit die nodig is om aan de vraag naar transport van alle gecontracteerde aangeslotene in een (deel)net te voldoen. Deze is bepaald op basis van de metingen van

de huidige aangeslotene bij TenneT en de DSB('s) en een inschatting van hun groei. De groeiverwachting van aangeslotene wordt aangeduid als 'prognose TenneT' voor TenneT-kanten en als 'autonome groei' voor DSB-kanten. Voor congestierapporten is beoogd om een zo gedetailleerd mogelijk overzicht te geven van de opbouw van de data. Dit is echter afhankelijk van de ontvangen data van de regionaal systeembeheerders waarin autonome groei niet altijd uitgesplitst kan worden in categorieën. Indien deze uitsplitsing wel beschikbaar is, zijn de volgende categorieën zichtbaar:

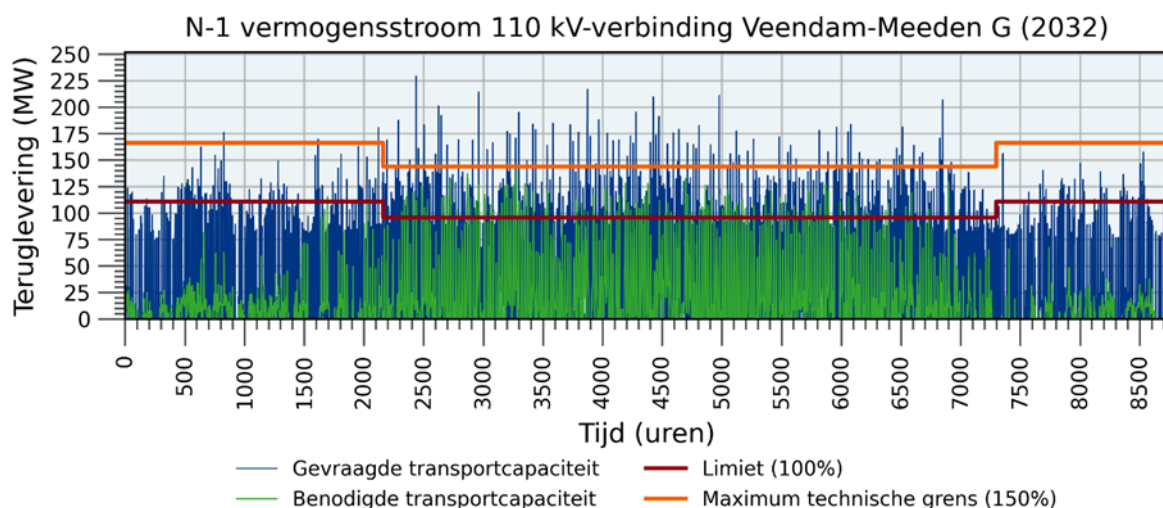
- AG: Nieuwe Huizen. Benodigd vermogen voor nieuwbouw, waarbij rekening is gehouden met het elektriciteitsprofiel van moderne woningen (i.e. warmtepomp, zonnepanelen, etc.)
- AG: verduurzaming van huizen. Benodigd vermogen voor het verduurzamen van bestaande woningen. Hierbij kan o.a. gedacht worden aan installatie van warmtepompen, plaatsen van laadpalen, en installatie van zonnepanelen;
- AG: elektrische voertuigen. Benodigd vermogen voor de groei in elektrische laadpunten (van laadpleinen tot publieke laadpalen aan de straat). De private laadpalen van bewoners vallen niet onder deze categorie;
- AG: overig. Hoeveelheid vermogen welke niet toegekend kan worden aan andere categorie AG.

Reeds gecontracteerde partijen behoren ook tot benodigde transportcapaciteit. Dit zijn partijen met toegezegde transportcapaciteit die al in aanleg zijn of in opdracht waren gegeven voor de vooraankondiging. Het is tevens mogelijk dat bepaalde eigenschappen van het net ook vermogen vragen, zoals doortransport. Dit is weergegeven in de categorie "Overig".

Gevraagde transportcapaciteit

De gevraagde transportcapaciteit wordt inzichtelijk gemaakt voor BESS partijen en overige partijen. Deze zijn nog niet afnemer op het elektriciteitssysteem.

Vermogensstroom

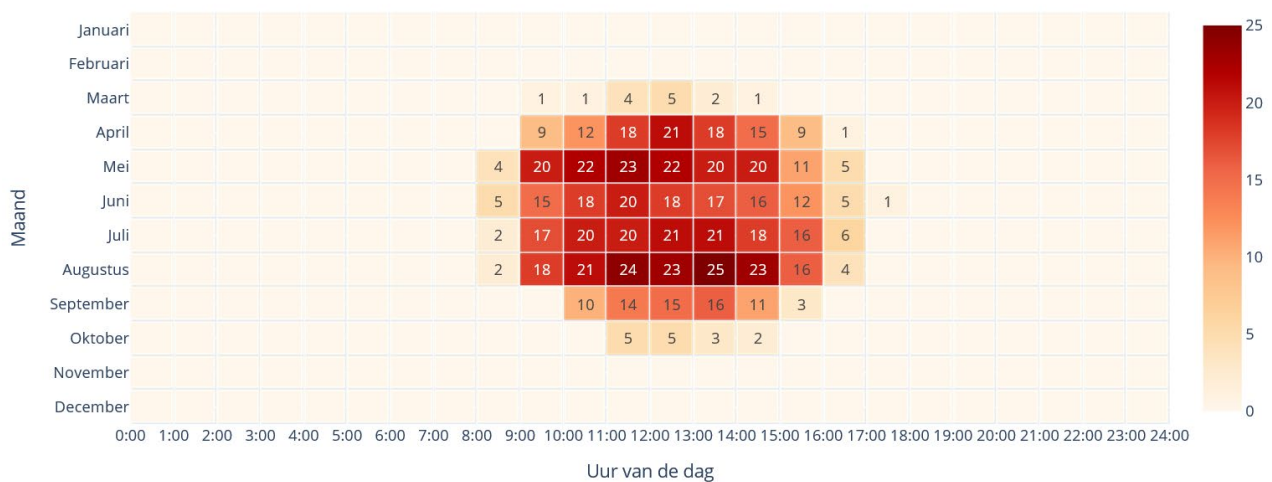


Figuur D2: Een voorbeeld van een vermogensstroom grafiek invoeding. Deze grafiek bevat niet de specifieke data gebruikt in dit rapport

In het figuur D2 “N-1 vermogensstroom” wordt inzichtelijk gemaakt wat de geschatte N-1 belasting is per uur, op een bepaalde asset, voor een bepaald jaar. In dit figuur worden de vermogensstromen voor de benodigde en/of gevraagde transportcapaciteit getoond. De (technische) limiet van deze asset (100%) is getoond in rood. Afhankelijk van het type asset kan deze limiet variëren per seizoen (temperatuur). In dat geval kent de limiet een winter- en zomervariant. De maximale technische grens is getoond in oranje. Deze kan volgens de SysteemcodeSysteemcode maximaal 150% van de limiet bedragen. Met deze visualisatie worden de overschrijdingen gedurende het gehele jaar zichtbaar, namelijk wanneer de gevraagde- of benodigde transportcapaciteit de limiet of, wanneer er voldoende regelbaar vermogen beschikbaar is, de technische grens overschrijdt.

Heatmap

Heatmap (aantal overschrijdingen)



Figuur D3: Een voorbeeld van een vermogensstroom grafiek voor teruglevering. Deze grafiek bevat niet de specifieke data gebruikt in dit rapport

In figuur D3 “heatmap figuren” wordt voor een gegeven asset in een gegeven jaar inzichtelijk gemaakt in welke maanden en uren van de dag TenneT overschrijdingen verwacht. Langs de verticale as staan de maanden van het jaar, langs de horizontale as de uren van de dag. Het getal in de cellen geeft vervolgens weer hoeveel overschrijdingen we in dat uur in die maand verwachten. Als er geen getal in een cel staat, wordt nul uur overschrijding verwacht. Bijvoorbeeld, in Augustus wordt op 23 van de 31 dagen congestie verwacht om 13:00 uur 's middags. Voor de asset in bovenstaand voorbeeld verwacht men dus veel congestie in de zomermaanden tussen 10:00 en 16:00 uur. Hoogstwaarschijnlijk is dit het gevolg van invoedingscongestie vanwege veel zonopwek. Voor afnamecongestie ziet men vaak congestie in de wintermaanden, vooral 's avonds wanneer het donker is.

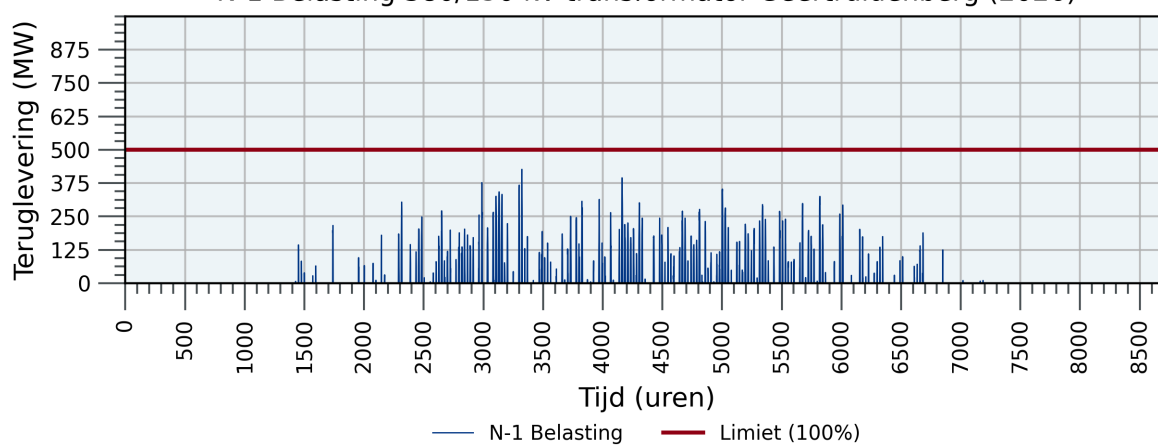
E. Vermogensstromen op kritische assets

Onderstaande grafieken laten de belastingontwikkeling op diverse kritische assets (verbindingen en/of transformatoren) in Noord-Brabant zien. Deze kritische assets zijn:

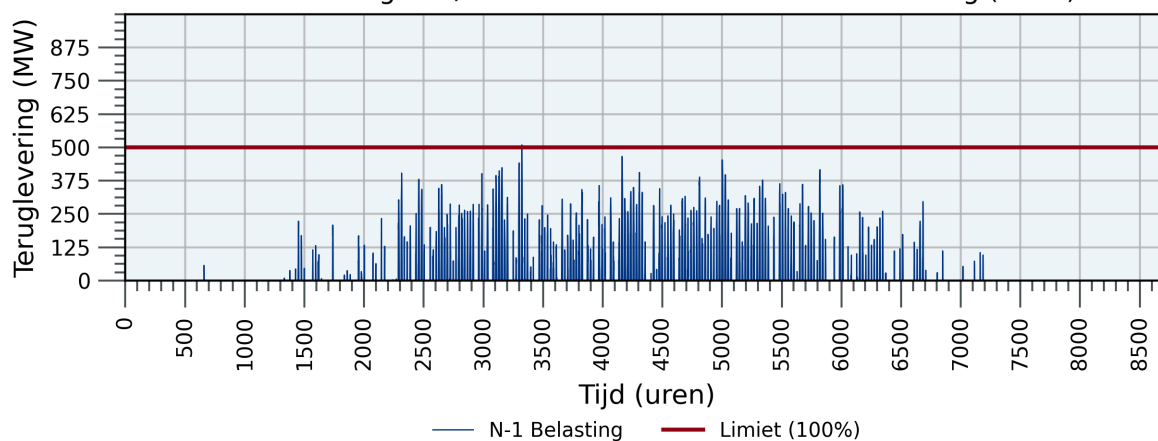
- 380/150 kV-transformator Geertruidenberg
- 150 kV-verbinding Helmond Oost – Helmond Zuid
- 150 kV-verbinding Eindhoven Zuid – Hapert

380/150 kV-transformator Geertruidenberg

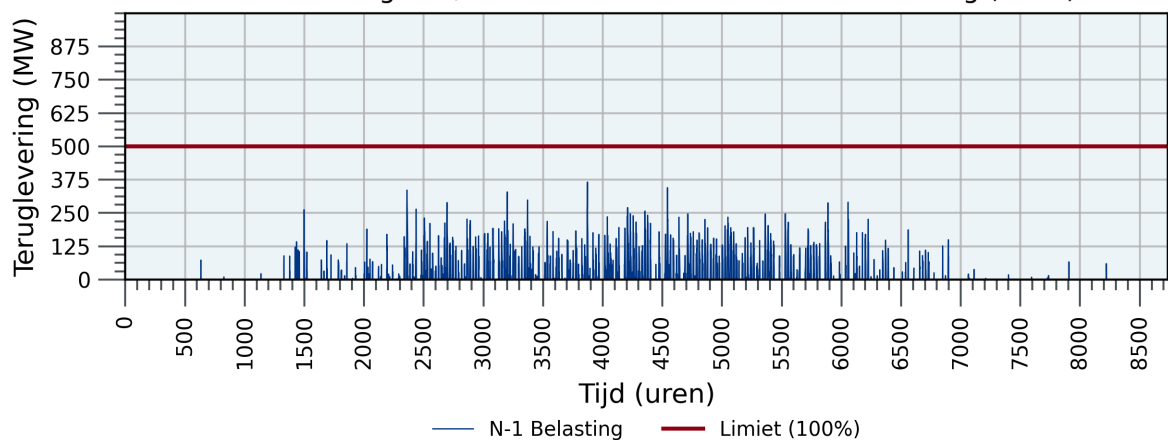
N-1 Belasting 380/150 kV-transformator Geertruidenberg (2026)



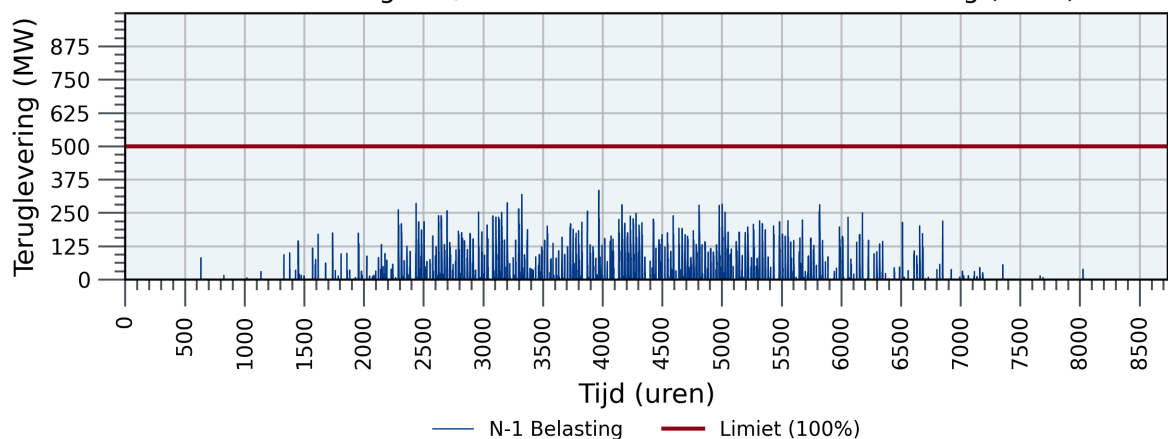
N-1 Belasting 380/150 kV-transformator Geertruidenberg (2027)



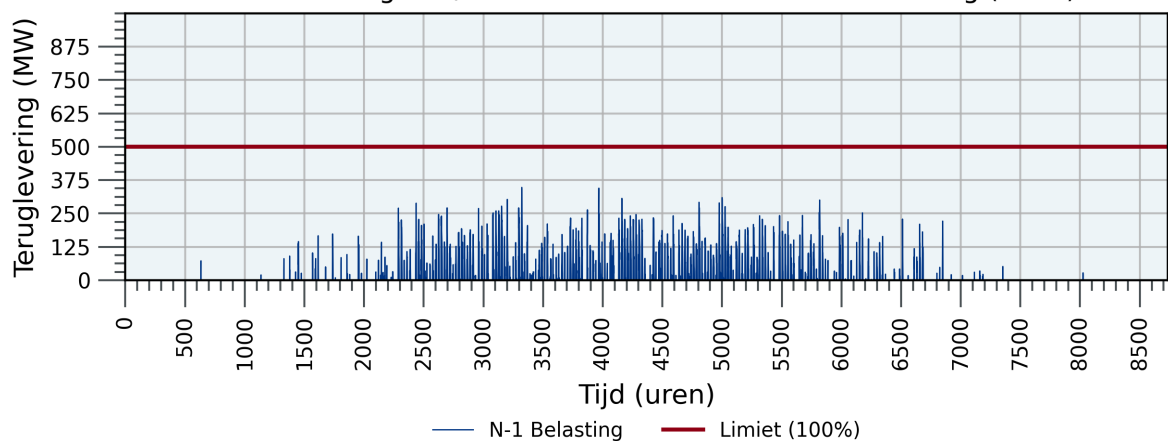
N-1 Belasting 380/150 kV-transformator Geertruidenberg (2028)



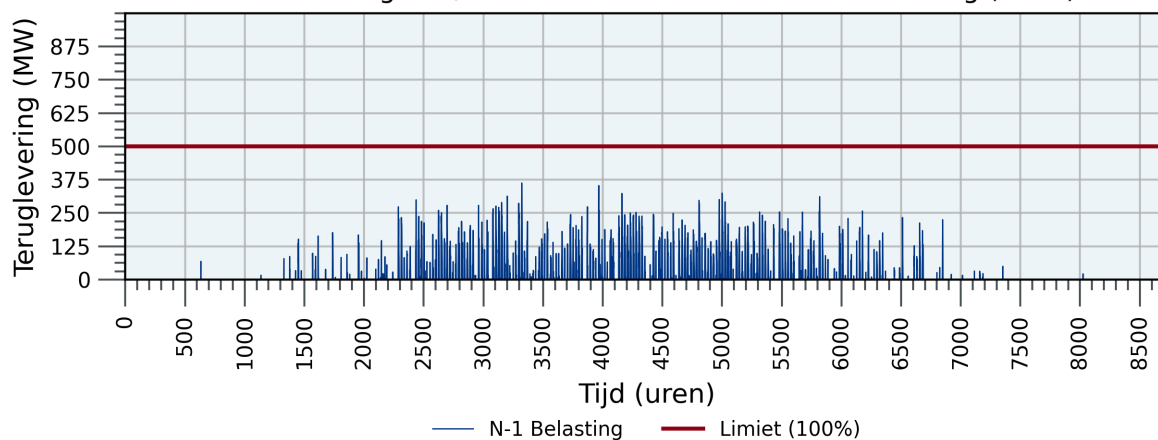
N-1 Belasting 380/150 kV-transformator Geertruidenberg (2029)



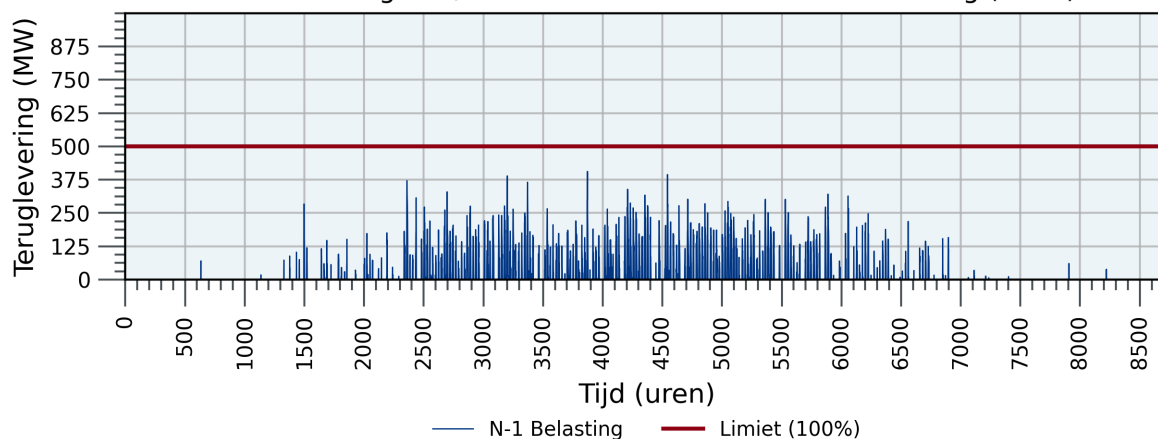
N-1 Belasting 380/150 kV-transformator Geertruidenberg (2030)



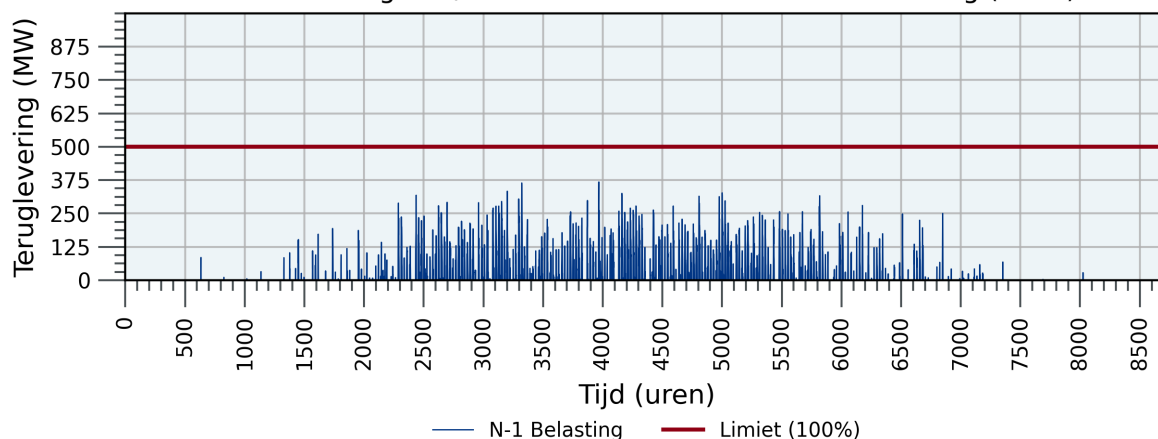
N-1 Belasting 380/150 kV-transformator Geertruidenberg (2031)



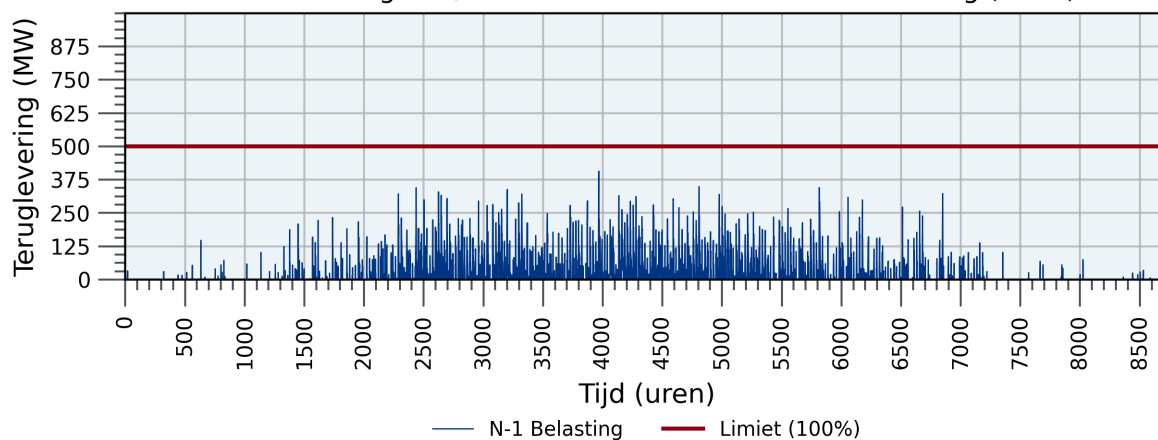
N-1 Belasting 380/150 kV-transformator Geertruidenberg (2032)



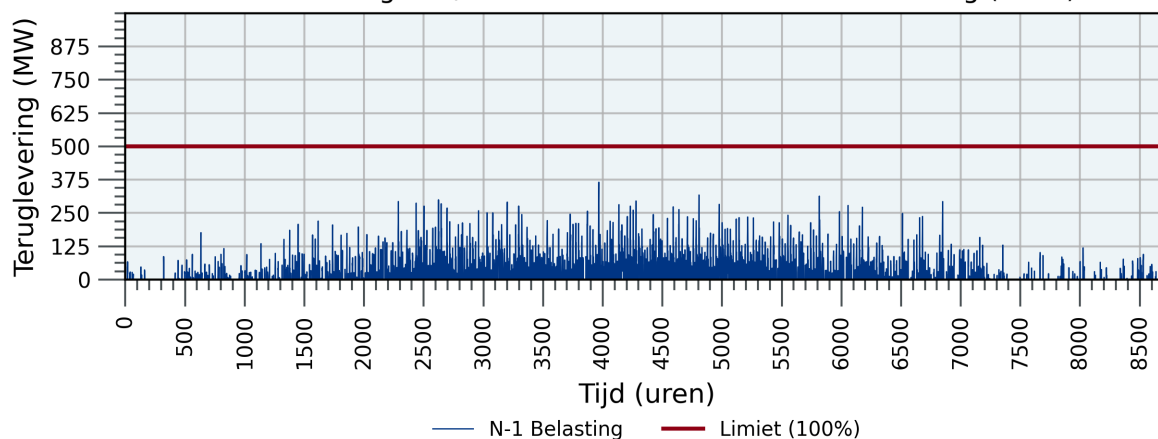
N-1 Belasting 380/150 kV-transformator Geertruidenberg (2033)



N-1 Belasting 380/150 kV-transformator Geertruidenberg (2034)

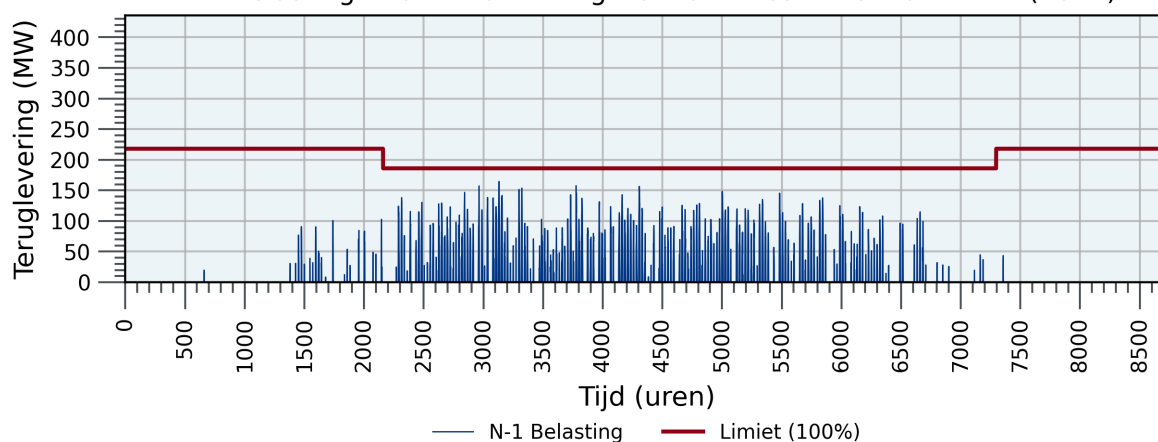


N-1 Belasting 380/150 kV-transformator Geertruidenberg (2035)

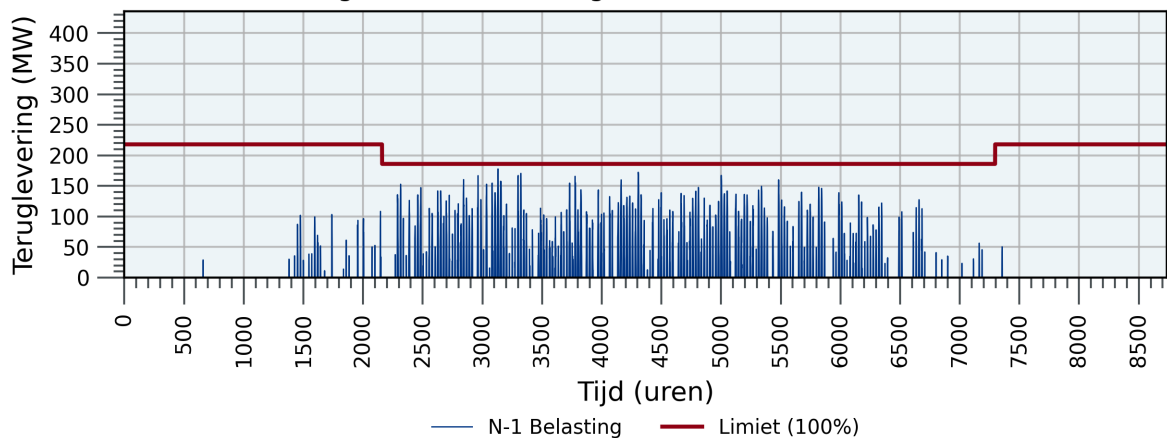


150 kV-verbinding Helmond Oost – Helmond Zuid

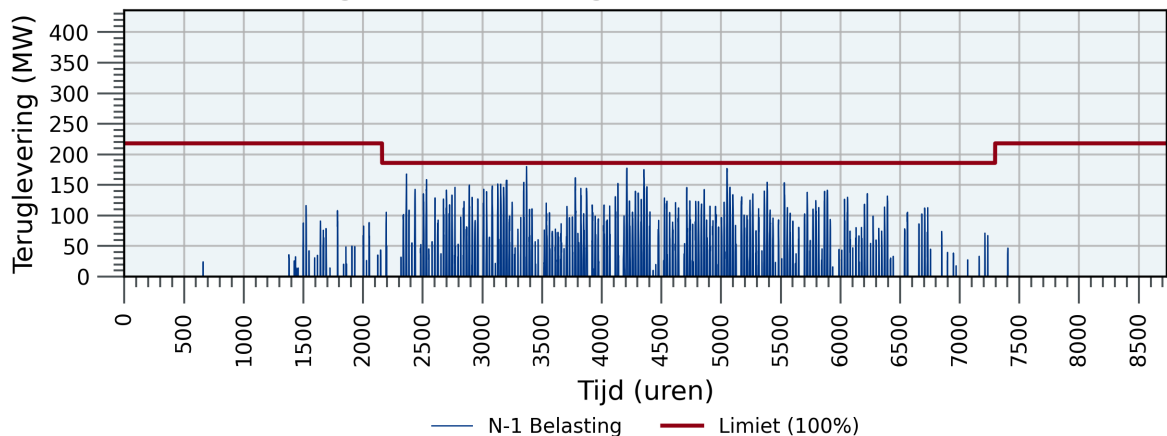
N-1 Belasting 150 kV-verbinding Helmond Oost - Helmond Zuid (2026)



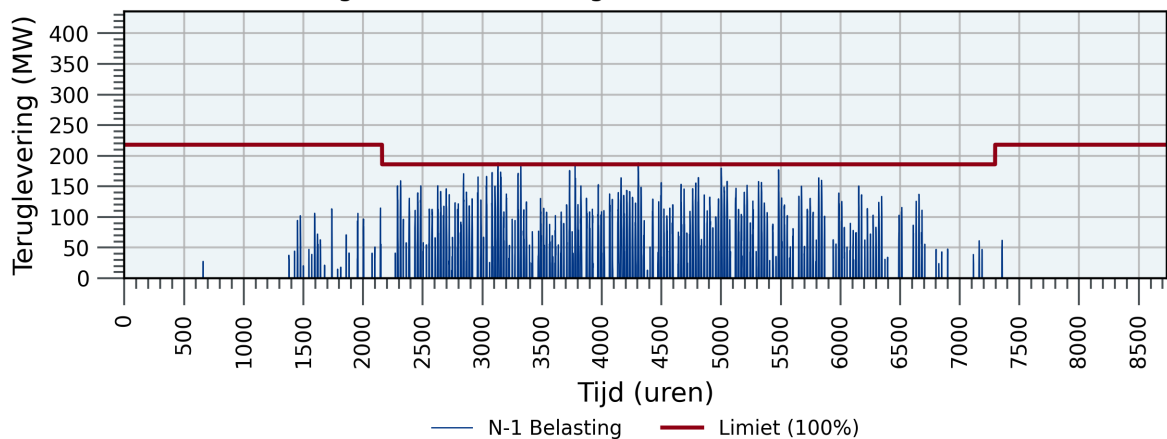
N-1 Belasting 150 kV-verbinding Helmond Oost - Helmond Zuid (2027)



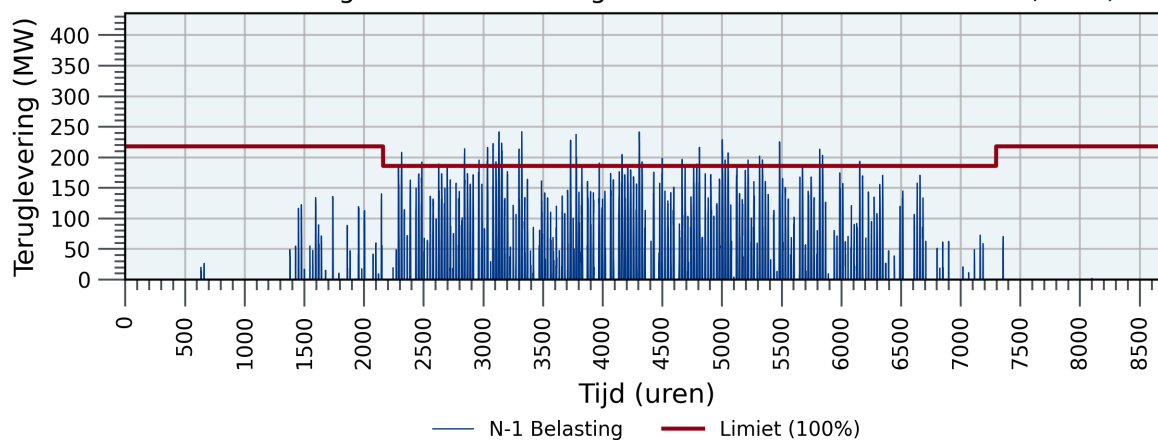
N-1 Belasting 150 kV-verbinding Helmond Oost - Helmond Zuid (2028)



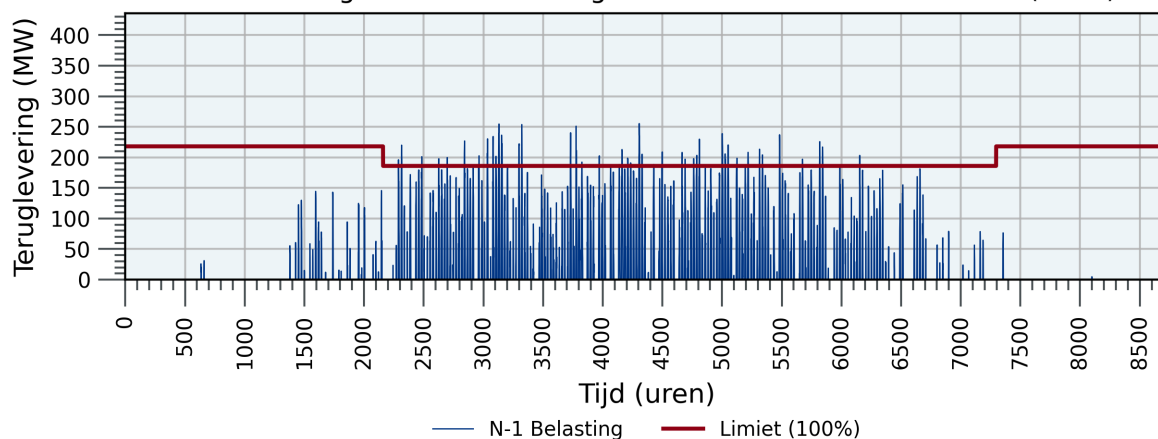
N-1 Belasting 150 kV-verbinding Helmond Oost - Helmond Zuid (2029)



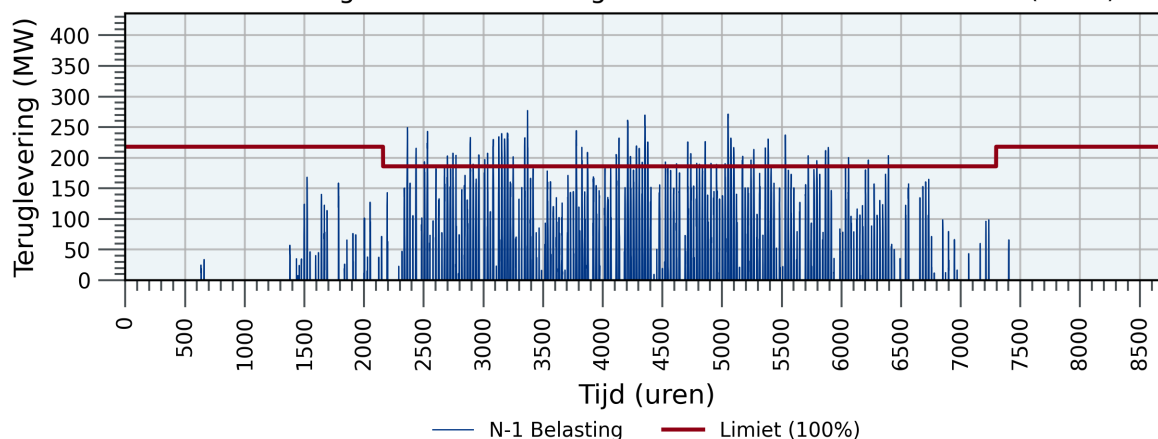
N-1 Belasting 150 kV-verbinding Helmond Oost - Helmond Zuid (2030)



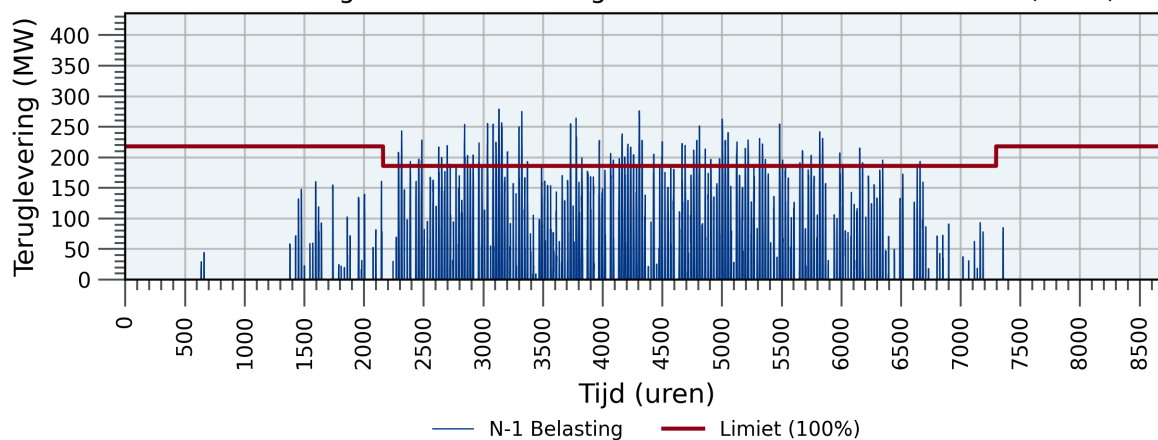
N-1 Belasting 150 kV-verbinding Helmond Oost - Helmond Zuid (2031)



N-1 Belasting 150 kV-verbinding Helmond Oost - Helmond Zuid (2032)



N-1 Belasting 150 kV-verbinding Helmond Oost - Helmond Zuid (2033)



150 kV-verbinding Eindhoven Zuid – Hapert

Voor deze verbinding is alleen het jaar 2032 beschikbaar.

N-1 belasting: Eindhoven Zuid - Hapert (2032)

