



Congestieonderzoek Noord-Brabant

Herijking december 2025

Tussentijdse analyse naar beschikbare transportcapaciteit voor
afname van elektriciteit onder toepassing van congestiemanagement

Samenvatting

In een deel van Noord-Brabant is het mogelijk om per direct circa 200 MW vrij te geven aan klanten op de wachtlijst voor de afname van elektriciteit. Dit komt omdat de benodigde transportcapaciteit, oftewel de transportcapaciteit voor de huidige aangesloten en de (autonome) groei lager uitvalt dan eerder verwacht.

Naast de direct aan te sluiten 200 MW kan er ook in 2026, bij het plaatsen van de derde 380/150 kV-transformator in Geertruidenberg (onderdeel van A-1003073), additioneel circa 200 MW worden vrijgegeven. Het derde moment waarop transportcapaciteit vrijkomt is als de vierde 380/150 kV-transformator in Geertruidenberg (A-1003073) alsmede het deelnet Tilburg wordt gerealiseerd (A-1002678). Op dat moment kunnen aanvullend in deelnet Tilburg circa 295 MW en 110 MW in de rest van Noord-Brabant worden aangesloten.

Om de congestie in de rest van Noord-Brabant volledig te mitigeren, is het nodig om zogeheten deelnetten te realiseren. Bij het realiseren van een deelnet wordt een regio niet langer gevoed vanuit het grote 150 kV-net van Noord-Brabant, maar vanuit zijn eigen regionale 380 kV-station. De congestieduur in Noord-Brabant verschilt daardoor sterk per deelnet, omdat ze in andere jaren in bedrijf worden genomen. In deelnet Tilburg wordt naar verwachting de congestie deels opgelost in 2027 bij de inbedrijfname van 380 kV-station Tilburg. Het overige deel van deelnet Tilburg gaat uit congestie tussen 2033 en 2036, bij de verzwaring van de 150 kV-verbinding tussen Tilburg Noord en Tilburg Zuid. In de deelnetten Eindhoven en Noordoost-Brabant wordt naar verwachting de congestie opgelost tussen 2033 en 2036. Voor de deelnetten Geertruidenberg en Halsteren geldt dat de congestie met de kennis van nu wordt opgelost tussen 2034 en 2036.

Dit onderzoek is een update van het vorige congestiemanagement onderzoek, waarin geconcludeerd werd dat de volgende vrijgave in 2026 zou zijn. In dit voorliggende rapport wordt per regio weergegeven wat de verwachte elektriciteitsvraag is, welke netuitbreidingen daar effect op hebben en in welke mate klanten op de wachtlijst kunnen worden gefaciliteerd.

Tabel 1: Overzicht vrijgaven, voorwaarden en bijzonderheden in Noord-Brabant tussen nu en 2027.

Vrijgave	Jaar	Voorwaarde	Bijzonderheden
200 MW	Per direct	Geen	Alleen in het westen van Noord-Brabant
200 MW	2026	Derde 380/150 kV-transformator in Geertruidenberg	Alleen in het westen van Noord-Brabant
110 MW	2027	Vierde 380/150 kV-transformator in Geertruidenberg i.c.m.	In het westen van Noord-Brabant en deelnet Eindhoven
295 MW	2027	Deelnet Tilburg	In deelnet Tilburg

Voor alle gebieden waar nu transportcapaciteit op het 150 kV-net van TenneT wordt vrijgegeven, geldt dat TenneT en Enexis in contact treden met de klanten die kunnen worden aangesloten. Het is daarbij van belang dat de transportcapaciteit ook beschikbaar is of komt op het onderliggende net van Enexis. Waar klanten worden aangesloten, gebeurt dat volgens de regels van first-come-frist-served en het kader maatschappelijk prioriteren zoals vastgelegd in de Netcode.

Hier volgt nu een samenvatting van de belangrijkste conclusies per deelnet. Voor een geografisch overzicht van de deelgebieden zie hoofdstuk 1.2.

Geheel Noord-Brabant

Het 150 kV-net van Noord-Brabant is in zijn geheel weergegeven in figuur 1.2.1 en omvat alle gekleurde gebieden. Het is op dit moment mogelijk om in het 150 kV-net van TenneT circa 200 MW aan transportcapaciteit vrij te geven voor de wachtlIJst in het westen van Noord-Brabant. De nu vrij te geven capaciteit ontstaat onder andere doordat Enexis de (autonome) groei lager inschat dan in het [vorige onderzoek](#) dat in 2022 is gepubliceerd. Om de gehele wachtlIJst in Noord-Brabant te faciliteren in 2026 zou additioneel 1886 MW benodigd zijn aan effectief regelbaar vermogen. De aanvragen van batterijen (Battery Energy Storage Systems; hierna BESS) vertegenwoordigen aanvullend 1670 MW aan aangevraagd vermogen, maar nemen - onder de wenselijke afspraken - minimaal hun eigen vermogen als regelbaar vermogen mee.

Het daarop volgende moment dat op het 150 kV-net van TenneT transportcapaciteit vrijgegeven kan worden is met de ingebruikname van de derde 380/150 kV-transformator in station Geertruidenberg (onderdeel van A-1003073) in 2026. Zodra deze netuitbreiding gereed is, kan er additioneel 200 MW aan transportcapaciteit worden vrijgegeven. Vanwege knelpunten op verbindingen in het achterliggende 150 kV-net ook dit in het westen van Noord-Brabant beschikbaar komen.

Vervolgens kan wederom transportcapaciteit vrijgegeven worden met de ingebruikname van de vierde 380/150 kV-transformator in station Geertruidenberg (A-1003073) in combinatie met de realisatie van 380 kV-station Tilburg (A-1002678), beiden in 2027. Hiermee wordt deelnet Tilburg gerealiseerd. Zodra deze netuitbreidingen gereed zijn, kan 110 MW aan transportcapaciteit vrijgegeven worden in Noord-Brabant. Daar bovenop kan in het dan gerealiseerde deelnet Tilburg 295 MW worden vrijgegeven. In heel Noord-Brabant komt de hoeveelheid aan te sluiten vermogen de komende jaren daarmee uit op 805 MW.

Helaas is het niet mogelijk om partijen aan te sluiten op 150 kV-stations in de ring Geertruidenberg – 's-Hertogenbosch – Eindhoven. Dit wordt veroorzaakt door netcongestie op de 150 kV-verbindingen Geertruidenberg – Waalwijk en Helmond Oost – Helmond Zuid. Het eerstvolgende moment dat in deze regio klanten kunnen worden aangesloten is met de ingebruikname van deelnet Noordoost-Brabant tussen 2033 en 2036.

Deelnet Noordoost-Brabant

Deelnet Noordoost-Brabant is in grijs weergegeven in figuur 1.2.1. De ingebruikname van het 380 kV-station Wijchen (A-1003075) en de 150 kV-verbinding Wijchen – Oss (A-1000247) in de periode 2033-2036, maakt het mogelijk om alle klanten op de huidige wachtlIJst te faciliteren in deelnet Noordoost-Brabant. Daarmee eindigt de congestieperiode in Noordoost-Brabant naar verwachting tussen 2033-2036.

Deelnet Tilburg

Deelnet Tilburg is in blauw weergegeven in figuur 1.2.1. De ingebruikname van 380 kV-station Tilburg (A-1002678) in 2027, maakt het mogelijk alle klanten op de huidige wachtlIJst voor de 150 kV-stations Best, Boxtel, Tilburg Noord te faciliteren. Daarmee eindigt de congestieperiode naar verwachting in grote delen van deelnet Tilburg in 2027. Dit geldt helaas niet voor 150 kV-station Tilburg Zuid, Tilburg West en Oosteind omdat TenneT netcongestie verwacht op de 150 kV-verbinding tussen Tilburg Noord en Tilburg Zuid. Deze verbinding wordt

verzwaard in de periode tussen 2033 en 2036 (A-1000329).

Deelnet Eindhoven

Deelnet Eindhoven is in groen weergegeven in figuur 1.2.1. De ingebruikname van het 380 kV-station Wijchen (A-1003075) en de 150 kV-verbinding Wijchen – Oss (A-1000247) in de periode 2033-2036, maakt het op dat moment mogelijk om alle klanten op de huidige wachtlijst te faciliteren in deelnet Eindhoven. Daarmee eindigt de congestieperiode in deelnet Eindhoven naar verwachting tussen 2033-2036.

Deelnet Geertruidenberg

Deelnet Geertruidenberg is in oranje weergegeven in figuur 1.2.1. De ingebruikname van het 380 kV-station Wijchen (A-1003075) en de 150 kV-verbinding Wijchen – Oss (A-1000247) in de periode 2033-2036, maakt het op dat moment mogelijk om een groot deel van de klanten op de huidige wachtlijst te faciliteren in deelnet Geertruidenberg. De congestieperiode eindigt met de ingebruikname van de 150 kV-verbinding Woensdrecht – Halsteren – Dinteloord (A-1003074) in de periode 2034-2036. Daarmee wordt deelnet Geertruidenberg gescheiden van deelnet Halsteren. Oftewel, de congestieperiode in deelnet Geertruidenberg eindigt naar verwachting tussen 2034-2036.

Deelnet Halsteren

Deelnet Halsteren is in geel weergegeven in figuur 1.2.1. De ingebruikname van het 380 kV-station Halsteren en de 150 kV-verbinding Woensdrecht – Halsteren – Dinteloord (A-1003074) in de periode 2034-2036, maakt het op dat moment mogelijk om alle klanten op de huidige wachtlijst te faciliteren in deelnet Halsteren. Daarmee eindigt de congestieperiode in deelnet Halsteren naar verwachting tussen 2034-2036.

Inhoudsopgave

Samenvatting	1
<i>Geheel Noord-Brabant</i>	2
<i>Deelnet Noordoost-Brabant</i>	2
<i>Deelnet Tilburg</i>	2
<i>Deelnet Eindhoven</i>	3
<i>Deelnet Geertruidenberg</i>	3
<i>Deelnet Halsteren</i>	3
1. Inleiding	7
1.1 Leeswijzer	7
1.2 Het elektriciteitsnet van Noord-Brabant	7
1.3 Peildata en gegevensbronnen voor dit onderzoek	8
1.4 Visuele samenvatting	9
2. Transportcapaciteit per deelnet	10
2.1 Geheel Noord-Brabant	10
2.1.1 <i>Aanwezige Transportcapaciteit</i>	10
2.1.2 <i>Benodigde transportcapaciteit</i>	11
2.1.3 <i>Gevraagde transportcapaciteit</i>	11
2.1.4 <i>Beschikbaar regelbaar vermogen en technische grens</i>	11
2.1.5 <i>Belasting op kritieke assets</i>	13
2.1.6 <i>Benodigd regelbaar vermogen</i>	15
2.1.7 <i>Getransporteerde megawattuur</i>	16
2.1.8 <i>Geschatte kosten van congestiemanagement</i>	17
2.1.9 <i>Conclusie</i>	17
2.2 Deelnet Tilburg	19
2.2.1 <i>Aanwezige Transportcapaciteit</i>	19
2.2.2 <i>Benodigde transportcapaciteit</i>	19
2.2.3 <i>Gevraagde transportcapaciteit</i>	19
2.2.4 <i>Beschikbaar regelbaar vermogen en technische grens</i>	21
2.2.5 <i>Benodigd regelbaar vermogen</i>	22
2.2.6 <i>Getransporteerde megawattuur</i>	23
2.2.7 <i>Geschatte kosten van congestiemanagement</i>	23
2.2.8 <i>Conclusie</i>	24
2.3 Deelnet Noordoost-Brabant	25
2.3.1 <i>Aanwezige Transportcapaciteit</i>	25
2.3.2 <i>Benodigde transportcapaciteit</i>	25
2.3.3 <i>Gevraagde transportcapaciteit</i>	26
2.3.4 <i>Conclusie</i>	27
2.4 Deelnet Eindhoven	28

2.4.1 Aanwezige Transportcapaciteit	28
2.4.2 Benodigde transportcapaciteit	29
2.4.3 Gevraagde transportcapaciteit	29
2.4.4 Conclusie	30
2.5 Deelnet Halsteren	31
2.5.1 Aanwezige Transportcapaciteit	31
2.5.2 Benodigde transportcapaciteit	31
2.5.3 Gevraagde transportcapaciteit	32
2.5.4 Conclusie	33
2.6 Deelnet Geertruidenberg	34
2.6.1 Aanwezige Transportcapaciteit	34
2.6.2 Benodigde transportcapaciteit	35
2.6.3 Gevraagde transportcapaciteit	35
2.6.4 Conclusie	36
2.7 Ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven	37
2.7.1 Aanwezige Transportcapaciteit	37
2.7.2 Benodigde transportcapaciteit	38
2.7.3 Gevraagde transportcapaciteit	38
2.7.4 Beschikbaar regelbaar vermogen en technische grens	39
2.7.5 Belasting op kritieke assets	39
2.7.6 Benodigd regelbaar vermogen	40
2.7.7 Getransporteerde megawattuur	42
2.7.8 Geschatte kosten van congestiemanagement	42
2.7.9 Conclusie	43
3. Aanvullende analyses	44
3.1 Vergelijking met het vorige onderzoek	44
3.2 Financiële grens	44
3.3 Kortsluitvastheid	45
3.4 Additionele technische maatregelen	45
3.5 Deelnameverplichting	46
4. Marktanalyse: toelichting op proces en cijfermatige onderbouwing	47
4.1 Marktbenadering	47
4.2 Contractvormen	47
4.3 Opvolging en aanvullend marktonderzoek	47
5. Algehele conclusie	49
6. Bijlages en methodes	51
6.1 Overzicht 150 kV-stations	51

6.2 Methodologie en uitgangspunten	52
6.2.1 Opbouw onderzoek	52
6.2.2 Inputdata en uitgangspunten om te komen tot de benodigde transportcapaciteit, exclusief de wachtlijst	53
6.2.3 Netmodel en gehanteerde ontwerpcriteria	53
6.2.4 Onzekerheden	54
6.3 Overzicht gebruikte definities	55
6.4 Uitleg figuren	56
6.4.1 Transportcapaciteit	56
6.4.2 Vermogensstroom	57
6.4.3 Heatmap	58
6.5 Vermogensstromen op kritieke assets	59
6.5.1 380/150 kV-transformator Geertruidenberg	59
6.5.2 150 kV-verbinding Helmond Oost – Helmond Zuid	62
6.5.3 150 kV-verbinding Geertruidenberg – Waalwijk	64
6.5.4 150 kV-verbinding Tilburg Noord – Tilburg Zuid	66

1. Inleiding

Op 9 september 2022 heeft TenneT het congestierapport [Noord-Brabant afname \(met referentie PU-AMT-22-309\)](#) uitgebracht. Het voorliggende document is een herijking van het onderzoek dat in 2022 is uitgevoerd. TenneT streeft na 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 Netcode¹ en richt zich op het 150 kV-net dat door TenneT wordt beheerd. Onderliggende distributienetten van Enexis en gesloten distributiesystemen zijn niet in beschouwing genomen.

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

1.1 Leeswijzer

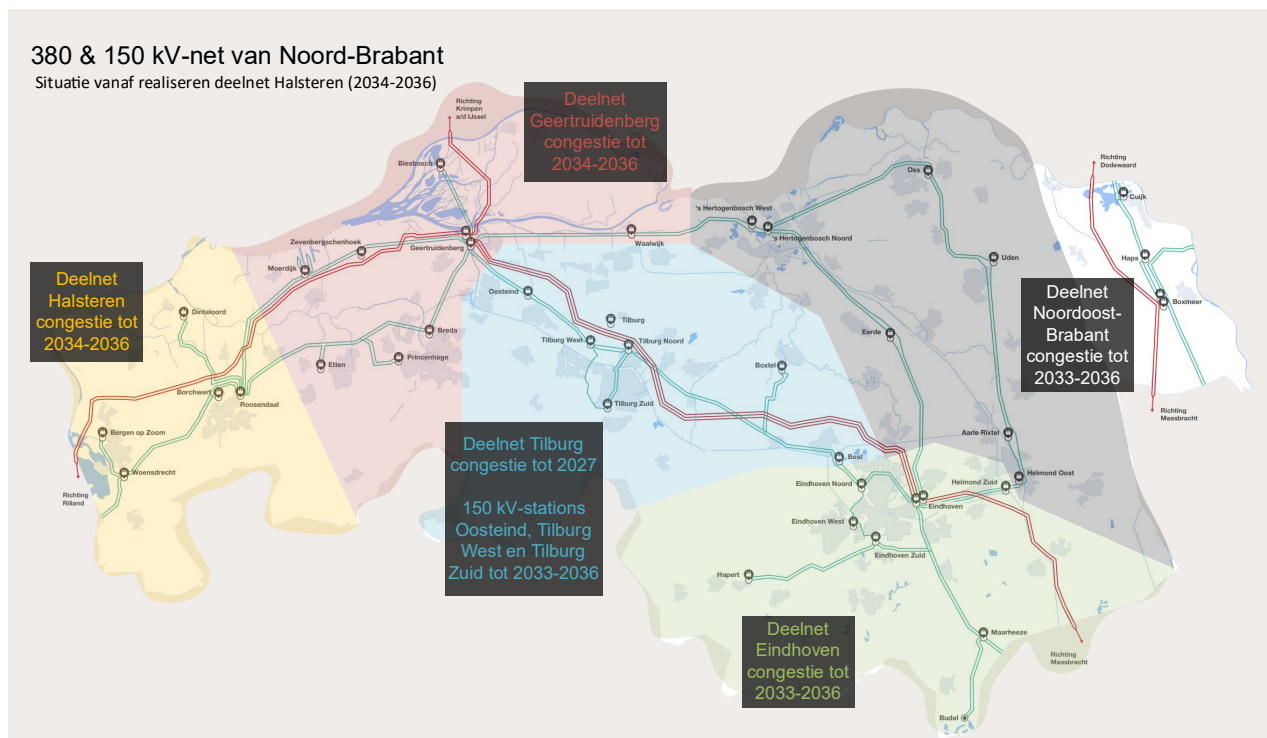
Hoofdstuk 1 biedt een korte inleiding in het congestiegebied en gehanteerde inputdata. In hoofdstuk 2 volgt een detailanalyse naar de transportcapaciteit per deelnet. Voor Noord-Brabant betreft dit deelgebieden Geertruidenberg, Tilburg, Halsteren, Eindhoven en Noordoost-Brabant. Aanvullende analyses, waaronder vergelijking met voorgaande rapport en financiële analyse staan in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 geeft inzicht in de uitgevoerde marktanalyse. De conclusie op hoofdlijnen wordt gegeven in hoofdstuk 5. Hoofdstuk 6 bevat alle bijlage, inclusief de methode en interpretatie van de figuren.

1.2 Het elektriciteitsnet van Noord-Brabant

Het 380 kV- en 150 kV-net van Noord-Brabant met toekomstige deelnettenstructuur is in figuur 1.2.1 weergegeven. Vanaf 2027 zal Noord-Brabant opgesplitst worden in meerdere deelnetten, de zogeheten pocketvorming. Deze deelnetten zijn in figuur 1.2.1 visueel weergegeven, de 150 kV-stations per deelnet staan in hoofdstuk 6.1. Algemene informatie en de reden voor het vormen van de deelnetten staat op de website van TenneT.²

¹ De Netcode 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 Netcode Elektriciteit is te raadplegen via de website van de [overheid](#).

² Meer informatie omtrent deelnetten is te raadplegen via de website van [TenneT](#).



Figuur 1.2.1: Het elektriciteitsnetwerk van Noord-Brabant weergegeven voor de situatie vanaf de ingebruikname van deelnet Halsteren tussen 2034-2036.

1.3 Peildata en gegevensbronnen voor dit onderzoek

Verschillende databronnen vormen de basis van dit onderzoek. De volgende peildata zijn daarbij gebruikt. Voor meer informatie over de methodologie en uitgangspunten zie hoofdstuk 6.2.

Tabel 1.3.1: De gegevensbronnen van de verschillende inputdata

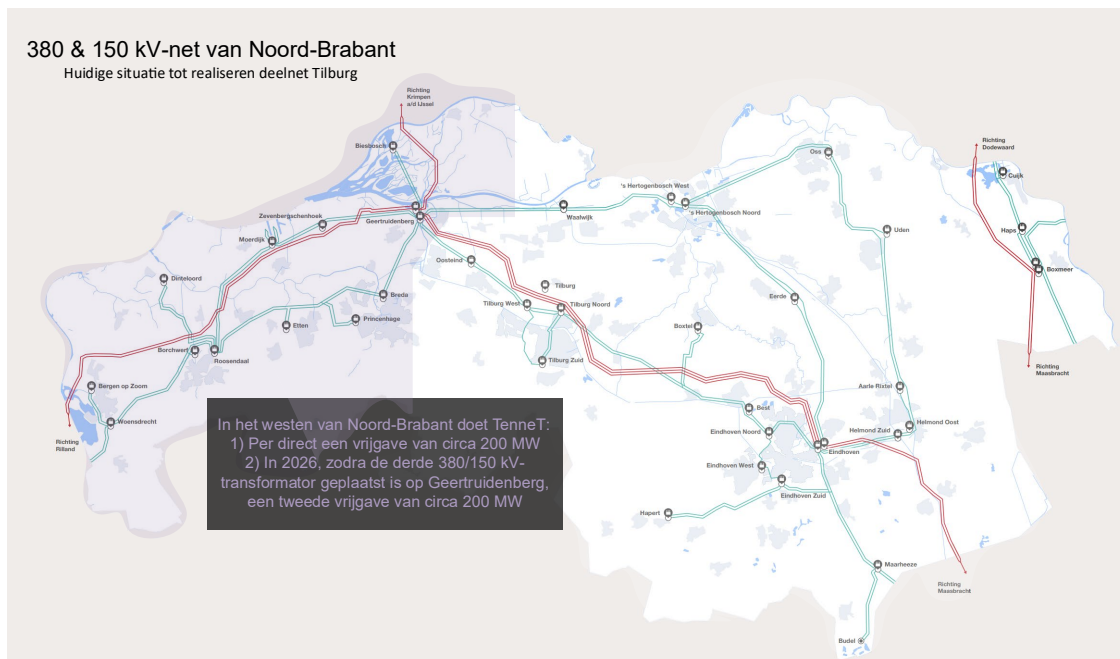
Gegevensbron	Peildatum
Wachtlst Enexis	Augustus 2025
Wachtlst TenneT	September 2025
Inbedrijfsname data	Oktober 2025
Regelbaar vermogen	Juli 2025
Uitwisselingsprofielen Enexis	Juni 2025
Klantdata TenneT	September 2025

Voor de bepaling van de vermogensstromen op het 150 kV-net, is het van belang een juiste inschatting te hebben van de onderliggende (regionale) klantbehoefte en direct aangesloten klanten op het 150 kV-net. De regionale netbeheerder Enexis levert uitwisselingsprofielen aan gebaseerd op:

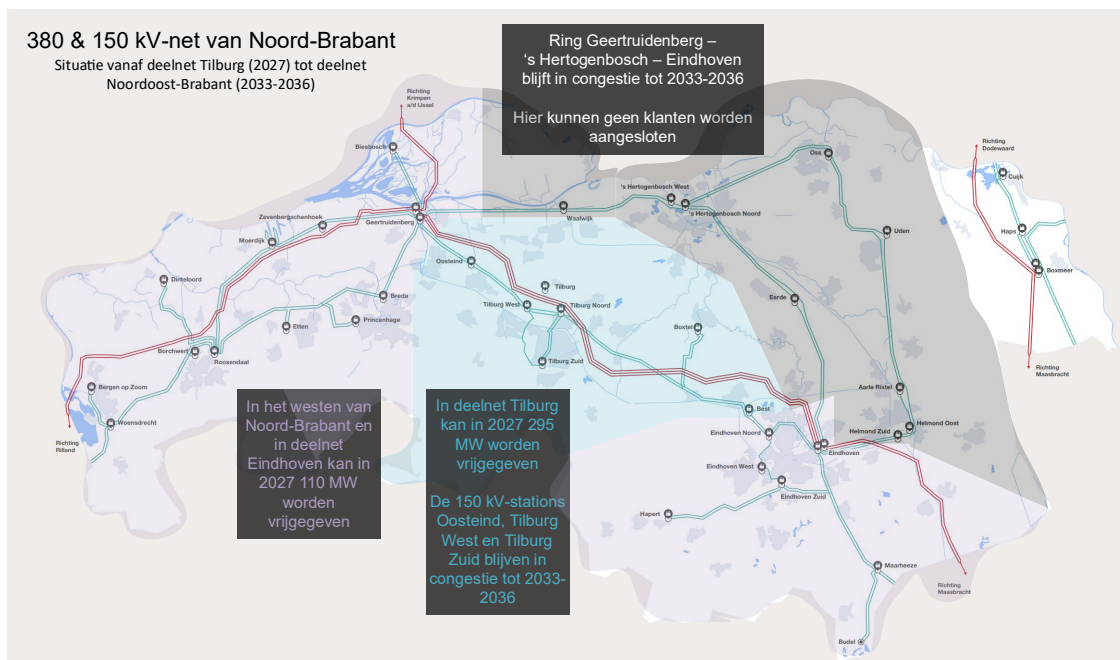
- De meetgegevens van het meest recente volledige jaar ten tijde van dit onderzoek, in dit geval 2024.
- De aansluitingen (met bijbehorende transportcapaciteit) die reeds in aanleg zijn of in opdracht waren gegeven voor de vooraankondiging.
- De door Enexis ingeschatte autonome groei.

1.4 Visuele samenvatting

Zoals in de samenvatting is beschreven, doet TenneT de komende drie jaar verschillende vrijgave. Hieronder zijn deze gevisualiseerd voor de huidige situatie tot en met 2026 en tussen 2027 en 2032. Hierna zullen de deelnetten de congestie mitigeren zoals weergegeven in figuur 1.2.1.



Figuur 1.2.2 Visuele samenvatting voor de situatie nu tot en met 2026.



Figuur 1.2.2 Visuele samenvatting voor de situatie tussen 2027 en 2033-2036

2. Transportcapaciteit per deelnet

2.1 Geheel Noord-Brabant

2.1.1 Aanwezige Transportcapaciteit

De aanwezige transportcapaciteit in Noord-Brabant bedraagt momenteel 1910 MW en wordt uitgebreid volgens tabel 2.1.1 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) in 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. De netcongestie zal naar huidig inzicht in zijn geheel worden verholpen tussen 2033 en 2036, met het realiseren van de deelnetten Noordoost-Brabant (hoofdstuk 2.3), Eindhoven (hoofdstuk 2.4), Halsteren (hoofdstuk 2.5) 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.

Tabel 2.1.1: Overzicht capaciteitsuitbreidingen congestiecruciale projecten Noord-Brabant.

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 ³
2026	Onderdeel van A-1000572	Tilburg Noord 150 kV vervangen station	Randvoorwaardelijk realiseren deelnet Tilburg	
2026	A-1003167	Tilburg Noord-Best 150 kV aanpassingen stations	Randvoorwaardelijk realiseren deelnet Tilburg	
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 (realiseren 380 kV-station Tilburg en daarmee deelnet Tilburg)	Transportcapaciteit komt in deelnet Tilburg (zie hoofdstuk 2.2)	
2027	A-1000910	Advanced Power Flow Controllers	Niet eenduidig te bepalen ⁴	
2028	A-1003072	Waalwijk 150 kV plaatsen dwarsregeltransformatoren	Niet eenduidig te bepalen ⁴	
2030-2031	A-1003120 & A-1003004	Halsteren 380/150 kV realiseren station	Randvoorwaardelijk realiseren deelnet Halsteren	
2033-2036	A-1003075	Wijchen 380/150 kV realiseren station en Wijchen-Oss 150 kV realiseren verbinding (realiseren deelnet Noordoost-Brabant en Eindhoven)	Transportcapaciteit komt in deelnet Noordoost-Brabant (zie hoofdstuk 2.3)	
2033-2036	A-1000247	Wijchen-Oss 150 kV realiseren verbinding (realiseren deelnet Noordoost-Brabant en Eindhoven)	Randvoorwaardelijk realiseren deelnet Noordoost-Brabant en Eindhoven	
2034-2036	A-1003074	Woensdrecht-Halsteren-Dinteloord 150 kV realiseren verbinding (realiseren deelnet Halsteren en Geertruidenberg)	Transportcapaciteit komt in deelnet Halsteren (zie hoofdstuk 2.5)	

De projecten die een deelgebied realiseren, zorgen voor meer transportcapaciteit in dat specifieke deelgebied.

³ 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.

⁴ 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.

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-net van Noord-Brabant. Met het realiseren van de deelnetten zal de benodigde transportcapaciteit in het 150 kV-net van Noord-Brabant opgesplitst worden, omdat de deelnetten niet meer gevoed worden vanuit het algemene 150 kV-net van Noord-Brabant, maar vanuit hun eigen 380 kV-station. Dit resulteert in een verlaging van de benodigde en gevraagde transportcapaciteit, zoals te zien in figuur 2.1.1 in 2027 (deelnet Tilburg).

2.1.2 Benodigde transportcapaciteit

De benodigde transportcapaciteit is de capaciteit die nodig is om de huidig aangesloten op het 150 kV-net van elektriciteit te blijven voorzien. Deze is opgebouwd uit de metingen van 2024 en een prognose voor de autonome groei. Volgens deze prognose, is de verduurzaming van huizen de grootste groeifactor van de benodigde transportcapaciteit. De volledige uitsplitsing van de benodigde transportcapaciteit is weergegeven in figuur 2.1.1 en tabel 2.1.2. In hoofdstuk 6.4.1 is meer informatie te vinden over hoe deze figuur te interpreteren.

2.1.3 Gevraagde transportcapaciteit

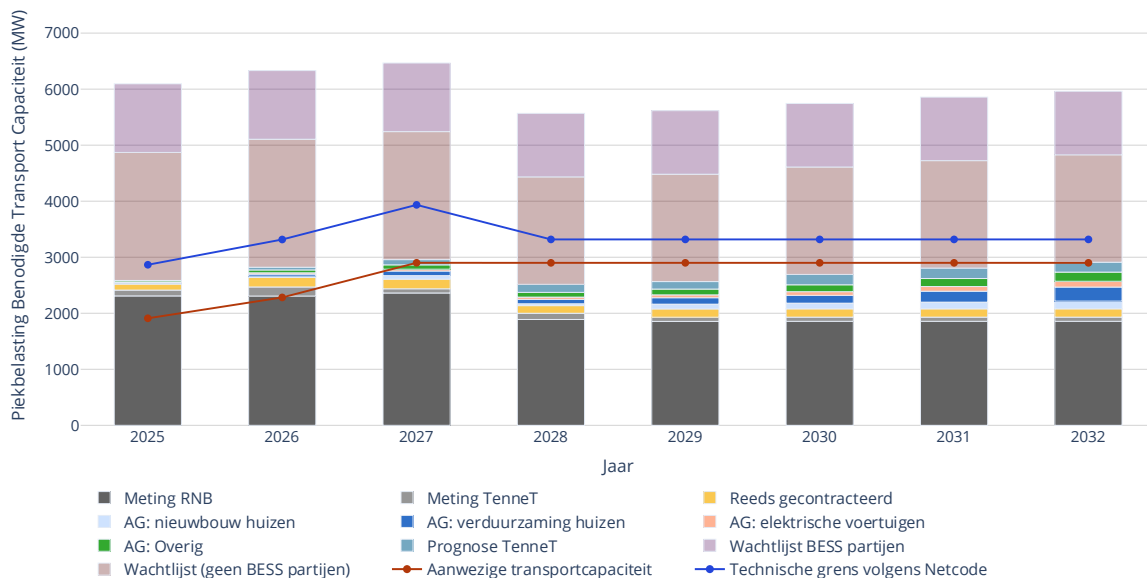
De gevraagde transportcapaciteit, oftewel de transportcapaciteit die nodig is om zowel de benodigde transportcapaciteit als ook het vermogen op de wachtlijst te faciliteren, is visueel weergegeven in figuur 2.1.1 en tabel 2.1.2. De gevraagde transportcapaciteit bestaat, naast de benodigde transportcapaciteit, uit capaciteit voor BESS, 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. De netbelasting van partijen op de wachtlijst is berekend met zowel hun specifieke vermogensprofiel als hun ingroeipad, voor zover deze gegevens bekend zijn. Wanneer deze gegevens niet bekend zijn, worden aanvragen in de berekening verwerkt met een constant vermogensprofiel, waarbij 24 uur per dag de volledige capaciteit wordt gevraagd. In werkelijkheid zal de netbelasting vrijwel altijd lager uitvallen dan de gevraagde transportcapaciteit die hier gerapporteerd wordt, omdat partijen niet 24 uur per dag 100% van hun capaciteit nodig hebben.

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 Netcode.⁵ 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 2.1.3 en figuur 2.1.1 voor een uitsplitsing van de technische grens en het regelbaar vermogen per netbeheerder.

⁵ Volgens artikel 9.31 van de netcode: [wetten.nl - Regeling - Netcode elektriciteit - BWBR0037940](https://wetten.nl/Regeling-Netcode%20elektriciteit-BWBR0037940)

Transportcapaciteit voor Noord-Brabant



Figuur 2.1.1: Overzicht van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, alsmede de technische grens volgens de Netcode. De benodigde transportcapaciteit is uitgesplitst in verschillende factoren van de autonome groei.

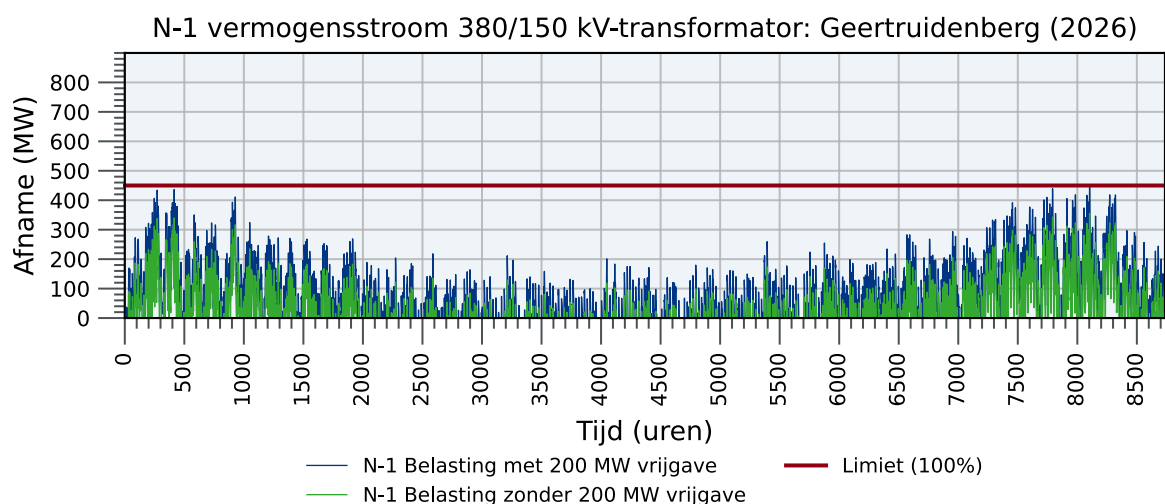
Tabel 2.1.2: Aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, waar mogelijk uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting. Alle eenheden zijn in MW. AG = Autonome groei. BESS = Battery Energy Storage System. De gevraagde transportcapaciteit is de optelsom van het aangevraagde vermogen. De uitsplitsing (bijvoorbeeld wachtlijst BESS) en totalen (gevraagde transportcapaciteit) worden afzonderlijk afgerond, daarom kan er een discrepantie ontstaan bij het optellen.

Jaartal	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Aanwezige Transportcapaciteit	1910	2282	2900	2900	2900	2900	2900	2900
Technische grens volgens de netcode	2865	3316	3934	3318	3318	3318	3318	3318
Regelbaar vermogen Enexis	0	0	0	0	0	0	0	0
Regelbaar vermogen TenneT	1034	1034	1034	418	418	418	418	418
Benodigde transportcapaciteit	2606	2833	2559	2682	2759	2877	2995	2990
Meting Enexis	2278	2275	1926	1932	1934	1935	1935	1856
Meting TenneT	158	208	175	175	175	175	175	175
Reeds gecontracteerd	106	172	158	157	157	157	157	148
AG: nieuwbouw huizen	12	20	54	71	88	105	124	138
AG: verduurzaming huizen	19	36	70	94	120	145	203	250
AG: elektrische voertuigen	9	24	28	40	54	69	88	104
AG: Overig	25	50	64	86	107	128	149	163
Prognose TenneT	0	49	85	126	126	164	165	156
Gevraagde transportcapaciteit	6645	6872	6226	6349	6426	6544	6662	6570
Wachtlijst BESS partijen	1669	1669	1582	1582	1582	1582	1582	1578
Wachtlijst (geen BESS partijen)	2369	2369	2084	2084	2084	2084	2084	2002

2.1.5 Belasting op kritieke assets

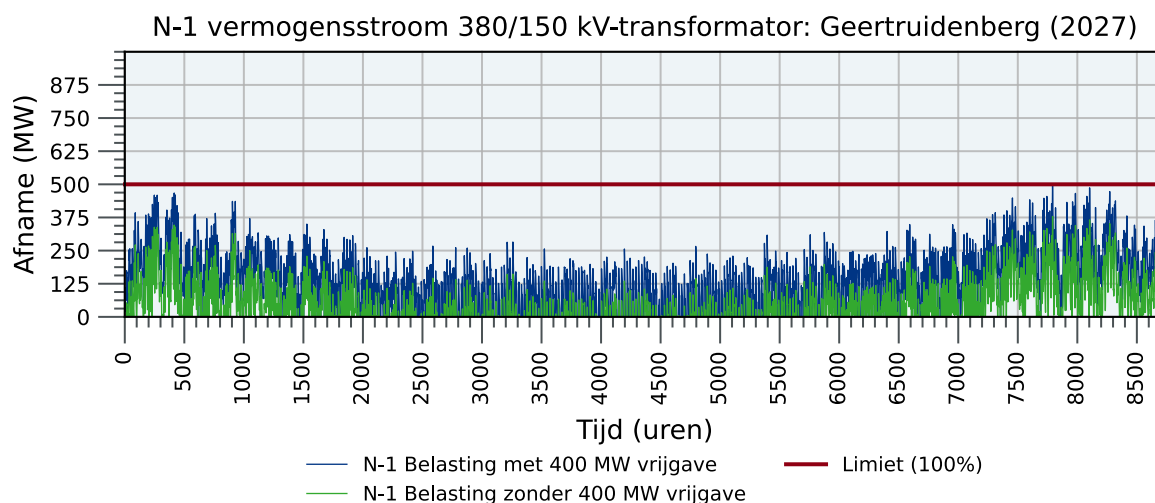
In Geertruidenberg raakt een 380/150 kV-transformator als eerste overbelast en is daarmee de kritieke asset. Hieronder zijn de vermogensstromen over de kritieke asset weergegeven, inclusief het gebruik van regelbaar vermogen. Dat betekent dat als de asset 100% belast wordt, de door de netcode gestelde technische grens bereikt is.

In figuur 2.1.2 is de vermogensstroom weergegeven voor 2026, met inzet van congestiediensten, voordat de derde 380/150 kV-transformator geplaatst en operationeel is. Uit de analyse van de benodigde en aanwezige transportcapaciteit, alsmede de analyse van de vermogensstroom over de kritieke asset, blijkt dat er ruimte is om 200 MW aan te sluiten in het westen van Noord-Brabant. Dit vanwege lagere inschatting van de benodigde transportcapaciteit van huidige aangesloten en een lagere inschatting van de autonome groei.



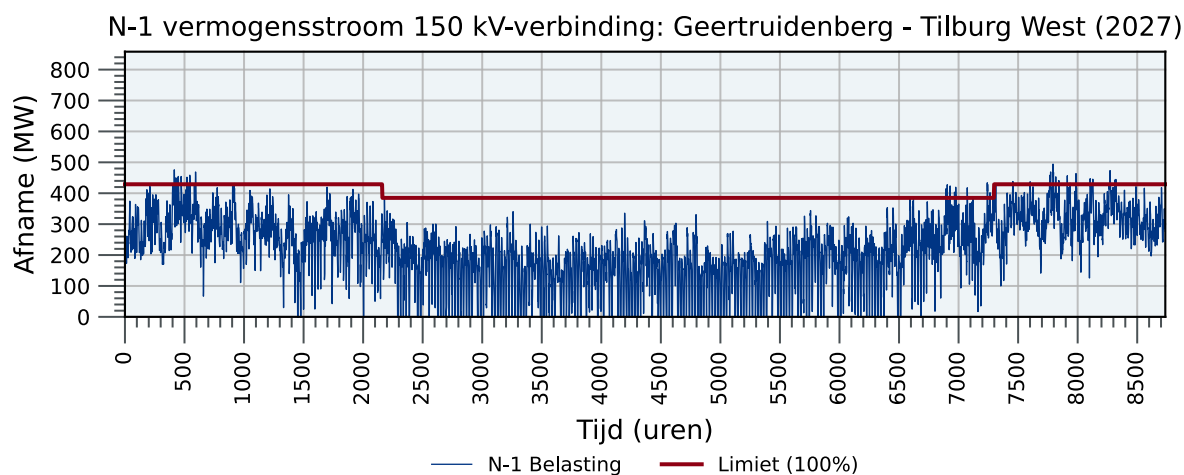
Figuur 2.1.2: De vermogensstroom over de 380/150 kV-transformator op Geertruidenberg in de situatie zonder derde 380/150 kV-transformator. In bovenstaande grafiek zijn alle beschikbare congestiediensten ingezet. Uit de groene vermogensstroom blijkt dat er nog ruimte is om 200 MW aan klanten op de wachtlijst te faciliteren. Het resultaat daarvan wordt weergegeven in het blauw.

In figuur 2.1.3 is de situatie weergegeven waarin de derde 380/150 kV-transformator operationeel is, maar de vierde 380/150 kV-transformator en deelnet Tilburg nog niet geplaatst en operationeel zijn. Hieruit blijkt dat in deze periode, bovenop de per direct aan te sluiten 200 MW, additioneel nog 200 MW kan worden aangesloten. Daarmee komt het totaal aan extra ruimte na de plaatsing van de derde transformator op 400 MW.



Figuur 2.1.3: De vermogensstroom over de 380/150 kV-transformator op Geertruidenberg in de situatie met 3^e 380/150 kV-transformator, maar zonder 4^e 380/150 kV-transformator. In bovenstaande grafiek zijn alle beschikbare congestiediensten ingezet. Uit de groene vermogensstroom blijkt dat er nog ruimte is om 200 MW aan klanten op de wachtlijst te faciliteren. Het resultaat daarvan wordt weergegeven in het blauw.

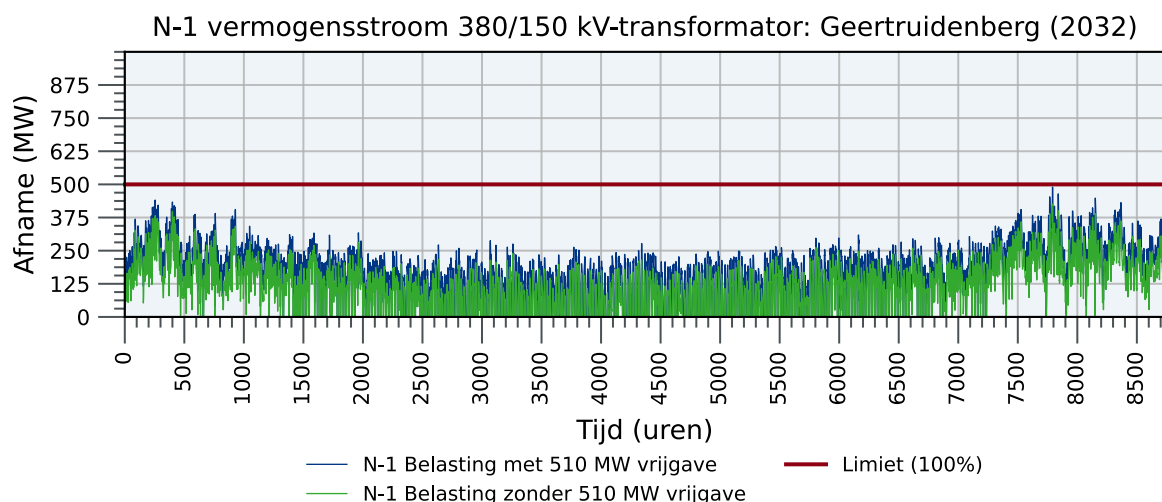
In figuur 2.1.4 is de vermogensstroom weergegeven over de 150 kV-verbinding tussen de 150 kV-stations Geertruidenberg en Tilburg West nog voor de realisatie van deelnet Tilburg. Voor deze verbinding worden in 2027 meerdere overschrijdingen voorzien. Dit als gevolg van hoge invoeding in het westen in combinatie met veel afname in het oosten o.a. vanwege de grote conventionele productie-eenheden welke gesitueerd zijn in het westen van Noord-Brabant. Hierdoor is het niet mogelijk om additioneel vermogen aan te sluiten in het oosten van Noord-Brabant, totdat deelnet Tilburg is gerealiseerd. Vandaar dat de initiële 400 MW alleen aangesloten kan worden in het westen van Noord-Brabant.⁶



Figuur 2.1.4: De vermogensstroom over de 150 kV-verbinding tussen 150 kV-stations Geertruidenberg en Tilburg West.

⁶ De 150 kV-stations in het Westen van Noord-Brabant zijn; Bergen op zoom, Woensdrecht, Roosendaal, Dinteloord, Moerdijk, Etten, Princenhage, Breda, Geertruidenberg en Biesbosch

In figuur 2.1.5 is de situatie weergegeven waarin zowel de vierde 380/150 kV-transformator op station Geertruidenberg, als deelnet Tilburg is gerealiseerd, maar deelnet Noordoost-Brabant nog niet is gerealiseerd. Hieruit blijkt dat in deze periode, bovenop de eerder gevonden 400 MW, additioneel nog 110 MW kan worden aangesloten, in totaal dus 510 MW. De belasting over alle jaren is weergegeven in hoofdstuk 6.5.1.



Figuur 2.1.5: De vermogensstroom over de 380/150 kV-transformator op Geertruidenberg in de situatie met 4^e 380/150 kV-transformator, maar zonder deelnet Noordoost-Brabant. In bovenstaande grafiek zijn alle beschikbare congestiediensten ingezet.

2.1.6 Benodigd regelbaar vermogen

Hieronder maakt TenneT inzichtelijk hoeveel regelbaar vermogen nodig is om de klanten te faciliteren zoals hierboven omschreven. Om extra klanten van de wachtlijst aan te sluiten is nog extra regelbaar vermogen noodzakelijk.

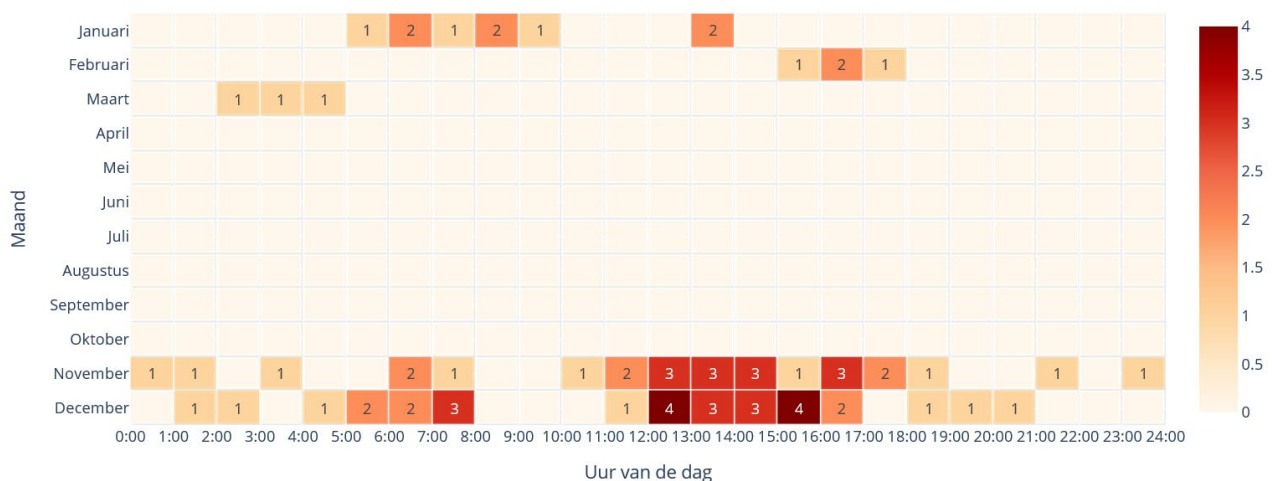
In tabel 2.1.3 is de benodigde hoeveelheid regelbaar vermogen (in MW) en regelbare elektrische energie (in MWh) weergegeven. Deze getallen zijn een inschatting, gebaseerd op 100% effectief regelbaar vermogen. In de werkelijkheid zal niet al het gevonden regelbaar vermogen 100% effectief zijn, bijvoorbeeld 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 extra klanten aan te sluiten zal daarom hoger uitvallen.

In figuur 2.1.6 is een heatmap weergegeven van de uren waarop regelbaar vermogen nodig is in de periode tussen 2027 en 2032. Voor een uitleg over hoe deze heatmaps te interpreteren zie hoofdstuk 6.4.3. Uit figuur 2.1.6 blijkt dat het regelbaar vermogen vooral nodig is in de winter tussen 13:00 en 17:00 uur.

Tabel 2.1.3: Overzicht van benodigde regelbaar vermogen. Deze getallen zijn berekend zonder de inzet van al beschikbare congestiemanagement diensten. Deze hoeveelheid regelbaar vermogen is nodig om de benodigde transportcapaciteit te faciliteren en additioneel een deel van de wachtlijst. Hiermee worden dus nog niet alle klanten van de wachtlijst ingepast.

Jaartal	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Minimaal benodigd regelbaar vermogen in MW	161	315	173	66	21	67	86	127	72	10	0
Minimaal aantal uren per jaar dat regelbaar vermogen nodig	184	1682	207	9	3	28	56	73	37	3	0
Minimaal benodigd regelbare energie in MWh	7941	99861	14059	641	132	2119	4276	6015	2619	47	0
De maanden waarop de flexibiliteit voornamelijk nodig is	Jan, Feb, Nov, Dec										
De dagen waarop de flexibiliteit voornamelijk nodig is	Maandag tot vrijdag										
De uren van de dag dat de flexibiliteit voornamelijk nodig is	tussen 13:00 en 17:00										

Heatmap (aantal overschrijdingen)



Figuur 2.1.6: Indicatie van het gezocht regelbaar vermogen om de klanten te faciliteren zoals omschreven in hoofdstuk 2.1. Voor een uitleg over de interpretatie van het figuur zie 6.4.3.

2.1.7 Getransporteerde megawattuur

In onderstaande tabel is de hoeveelheid elektrische energie (in MWh) weergegeven die het elektriciteitsnet in Noord-Brabant kan transporteren zonder de inzet van congestiemanagement. Dit getal geeft een indruk van de capaciteit van Noord-Brabant. 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 elektriciteitsnet.

Tabel 2.1.5: 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.

Jaartal	2025	2026	2027	2028	2029
Getransporteerde MWh	4.955.459	5.850.040	4.256.871	4.287.684	4.287.037

Tabel 2.1.5: vervolg

Jaartal	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Getransporteerde MWh	5.043.165	5.284.299	5.314.923	5.089.292	3.666.942	2.450.555

2.1.8 Geschatte kosten van congestiemanagement

TenneT maakt een inschatting van de verwachte kosten voor congestiemanagement, zie tabel 2.1.6. Deze schatting is gebaseerd op de geschatte hoeveelheid overschrijdingen zonder toepassing van congestiemanagement (MWh), de verwachte kosten per MWh regelbaar vermogen en een factor voor de efficiëntie van inkoop en inzet voor regelbaar vermogen. De geschatte kosten voor Noord-Brabant en later in de tijd deelnet Geertruidenberg bedragen €24,72 miljoen. 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 3.2 voor de analyse van de financiële grens.

Tabel 2.1.6: Geschatte kosten congestiemanagement.

Jaartal	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Geschatte hoeveelheid overschrijdingen zonder congestiemanagement (in MWh)	7941	99.861	14.059	641	132	2.119	4.276	6.015	2619	47	0
Bedrag per jaar (in miljoenen euro's)	1,59	19,96	2,81	0,13	0,03	0,42	0,85	1,20	0,52	0,01	0
Totaal van alle jaren (in miljoenen euro's)	24,72										

2.1.9 Conclusie

Uit de analyse van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit alsmede de hoeveelheid aanwezig regelbaar vermogen, blijkt dat de volledige benodigde transportcapaciteit gefaciliteerd kan worden met daarnaast ook een deel van de wachtlijst. Het is op dit moment mogelijk om op het 150 kV-net van TenneT 200 MW aan transportcapaciteit vrij te geven ten behoeve van klanten op de wachtlijst in het westen van Noord-Brabant. Dit komt doordat zowel TenneT als Enexis de autonome groei lager inschatten dan in het vorige onderzoek en de lagere benodigde transportcapaciteit van huidige aangeslotenen. TenneT en Enexis zullen in contact treden met klanten op de wachtlijst die kunnen worden aangesloten.

Uit verdere analyse blijkt dat er additioneel nog 200 MW kan worden vrijgegeven na inbedrijfname van de derde 380/150 kV-transformator op station Geertruidenberg 2026. Uit de analyse van het regelbaar vermogen blijkt dat om de gehele netcongestie in Noord-Brabant op te lossen in 2026 de hoeveelheid effectief benodigd regelbaar vermogen 1886 MW is. Inclusief BESS zou dit 3556 MW aan regelbaar vermogen zijn, waarbij geldt dat BESS zelf beschikken over regelbaar vermogen.

Ook blijkt dat na de realisatie van 380 kV-station Tilburg in combinatie met de nog te plaatsen vierde 380/150 kV-transformator op Geertruidenberg (A-1002678) in 2027 additioneel nog 110 MW kan worden vrijgegeven in Noord-Brabant. In totaal wordt daarmee over de komende 3 jaar, 510 MW vermogen aangesloten in Noord-Brabant, plus 295 MW in deelnet Tilburg (zie Hoofdstuk 2.2).

2.2 Deelnet Tilburg

2.2.1 Aanwezige Transportcapaciteit

De aanwezige transportcapaciteit in deelnet Tilburg bedraagt vanaf realisatie in 2027 1000 MW en wordt uitgebreid volgens tabel 2.2.1 naar 1500 MW tussen 2032 en 2035 met het plaatsen van een vierde 380/150 kV-transformator (A-1000328) op 380-kV station Tilburg. In de periode 2033-2036 wordt de 150 kV-verbinding Tilburg Noord – Tilburg Zuid (A-1000329) verzwakt. Doordat de oplossingsrichting voor het verzwaken van de 150 kV-verbinding Tilburg Noord – Tilburg Zuid nog in onderzoek is, kan de toename van dit project in de aanwezige transportcapaciteit nog niet worden gekwantificeerd. De ontwikkeling van de aanwezige transportcapaciteit is weergegeven in figuur 2.2.1 en tabel 2.2.1 & 2.2.2.

Tabel 2.2.1: Overzicht capaciteitsuitbreidingen congestiecruciale projecten deelnet Tilburg.

Jaar	Projectnummer	Projectnaam	Aanwezige transportcapaciteit voor uitbreiding	Aanwezige transportcapaciteit na uitbreiding
2026	Onderdeel van A-1000572	Tilburg Noord 150 kV vervangen station	Randvoorwaardelijk realiseren deelnet Tilburg	
2026	A-1003167	Tilburg Noord-Best 150 kV aanpassingen stations	Randvoorwaardelijk realiseren deelnet Tilburg	
2027	A-1002678	Rilland-Tilburg 380 kV realiseren verbinding ZW380 (onderdeel realiseren 380 kV-station Tilburg en daarmee deelnet Tilburg)	n.v.t	1000
2032-2035	A-1000328	Tilburg 380 kV plaatsen vierde transformator	1000	1500
2033-2036	A-1000329	Tilburg Noord-Tilburg Zuid 150 kV realiseren verbinding	110	n.t.b. (project in studiefase)

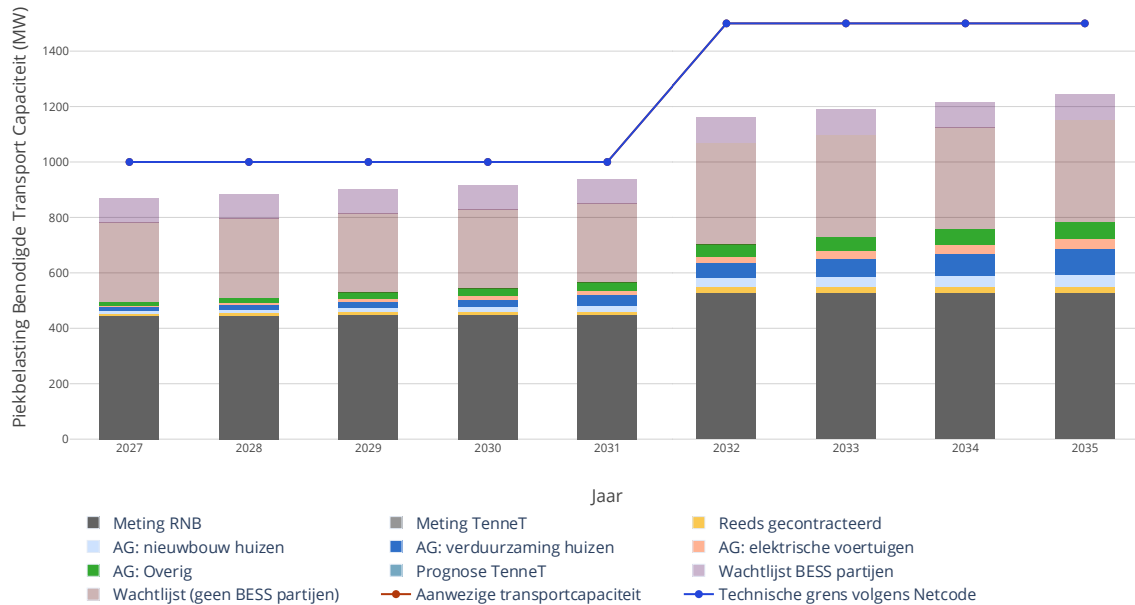
2.2.2 Benodigde transportcapaciteit

De benodigde transportcapaciteit is de capaciteit die nodig is om de huidige aangesloten op het net van elektriciteit te blijven voorzien. Deze is opgebouwd uit de metingen van 2024 en een prognose voor de autonome groei. Volgens deze prognose, is de verduurzaming van huizen de grootste factor voor de groei van de benodigde transportcapaciteit. De volledige uitsplitsing van de benodigde transportcapaciteit is weergegeven in figuur 2.2.1 en tabel 2.2.2. In hoofdstuk 6.4.1 is meer informatie te vinden over hoe deze figuur te interpreteren.

2.2.3 Gevraagde transportcapaciteit

De gevraagde transportcapaciteit, oftewel de transportcapaciteit die nodig is om zowel de benodigde transportcapaciteit als ook 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 BESS, 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. De netbelasting van partijen op de wachtlijst is berekend met zowel hun specifieke vermogensprofiel als hun ingroeipad, voor zover deze gegevens bekend zijn. Wanneer deze gegevens niet bekend zijn, worden aanvragen in de berekening verwerkt met een constant vermogensprofiel, waarbij 24 uur per dag de volledige capaciteit wordt gevraagd. In werkelijkheid zal de netbelasting vrijwel altijd lager uitvallen dan de gevraagde transportcapaciteit die hier gerapporteerd wordt, omdat partijen niet 24 uur per dag 100% van hun capaciteit nodig hebben.

Transportcapaciteit voor deelnet: Tilburg



Figuur 2.2.1: Overzicht van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, alsmede de technische grens volgens de Netcode. De benodigde transportcapaciteit is uitgesplitst in verschillende factoren van de autonome groei.

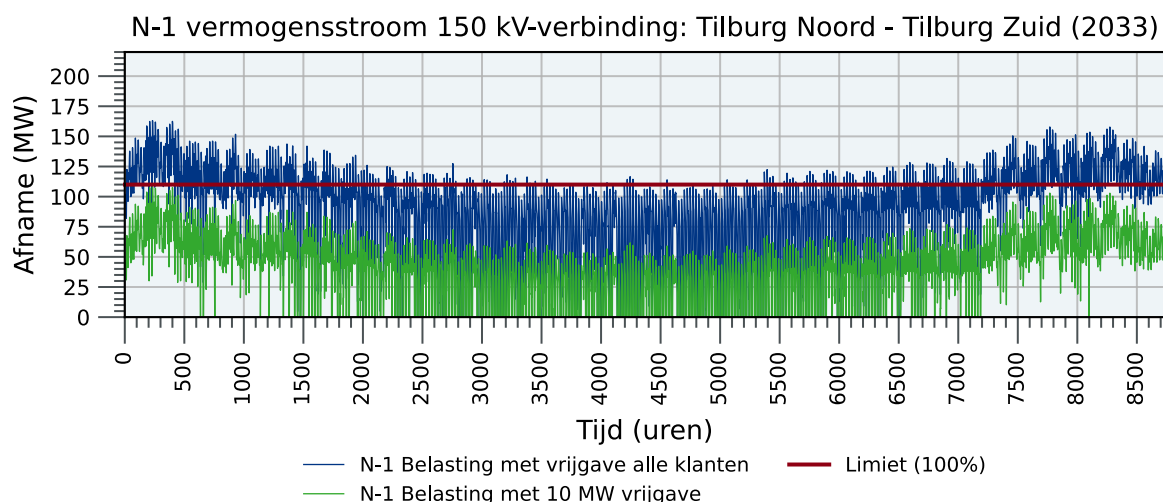
Tabel 2.2.2: Aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, waar mogelijk uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting. Alle eenheden zijn in MW. AG = Autonome groei. De gevraagde transportcapaciteit is de optelsom van het aangevraagde GTV. De uitsplitsing (bijvoorbeeld wachtlijst BESS) en totalen (gevraagde transportcapaciteit) worden afzonderlijk afgerond, daarom kan er een discrepantie ontstaan bij het optellen.

Jaartal	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Aanwezige Transportcapaciteit	1000	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500
Technische Grens volgens netcode	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	496	510	528	543	565	702	730	757	784
Meting Enexis	444	444	448	448	448	529	529	529	529
Meting TenneT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reeds gecontracteerd	10	10	10	10	10	21	21	21	21
AG: nieuwbouw huizen	11	14	17	20	25	31	36	40	45
AG: verduurzaming huizen	13	17	22	26	36	54	66	78	91
AG: elektrische voertuigen	5	7	9	11	14	24	29	33	38
AG: Overig	13	18	23	28	32	44	50	55	61
Prognose TenneT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gevraagde transportcapaciteit	868	882	900	915	937	1161	1189	1216	1243
Wachtlijst BESS partijen	87	87	87	87	87	91	91	91	91
Wachtlijst (geen BESS partijen)	285	285	285	285	285	368	368	368	368

2.2.4 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 Netcode.⁷ 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 2.2.3 en figuur 2.2.1 voor een uitsplitsing van de technische grens en het regelbaar vermogen per netbeheerder.

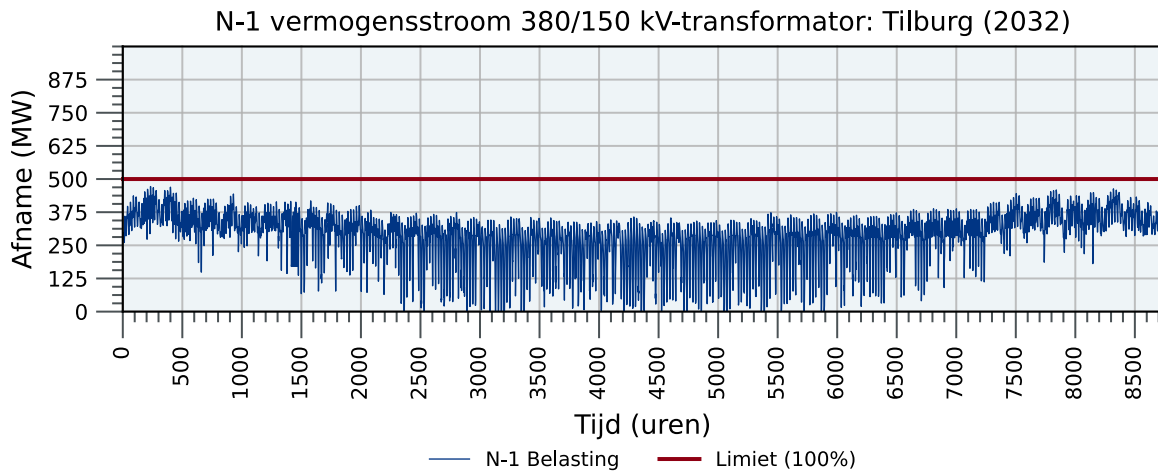
Op termijn verwacht TenneT congestie op de 150 kV-verbinding Tilburg Noord – Tilburg Zuid. Hieronder is de verwachte vermogensstroom op deze verbinding weergegeven voor het kritieke jaar 2033 nog voordat deze verbinding verzwakt is (A-1000329). De blauwe lijn geeft de situatie weer waarin alle klanten op de stations Tilburg Zuid, Tilburg West en Oosteind worden aangesloten. Vanwege deze overschrijding, zullen deze stations in congestie blijven tot de verzwaring van deze verbinding. De groene lijn geeft de situatie weer waarin 10 MW aan klanten is aangesloten van partijen op de wachtlijst. Voor de andere jaren zie 6.5.4.



Figuur 2.2.2: De vermogensstroom over de 150 kV-verbinding tussen Tilburg Noord en Tilburg Zuid in 2033, zonder de verzwaring van deze verbinding. In het blauw de situatie als alle klanten zouden worden aangesloten en in het groen de situatie als 10 MW aan klanten worden aangesloten.

Op de overige 150 kV-stations in deelnet Tilburg geldt dat er vanaf 2027 geen sprake meer is van congestie op het 150 kV-net van TenneT. Zoals weergegeven in figuur 2.2.3 wordt er geen overschrijdingen op de 380/150 kV-transformatoren verwacht als alle klanten worden aangesloten.

⁷ Volgens artikel 9.31 van de netcode: [wetten.nl - Regeling - Netcode elektriciteit - BWBR0037940](https://wetten.nl/Regeling-Netcode%20elektriciteit-BWBR0037940)



Figuur 2.2.3: De vermogensstroom over de 380/150 kV-transformator in Tilburg als alle klanten worden aangesloten. De vermogensstroom is weergegeven in de situatie in 2032, zonder de geplande vierde 380/150 kV-transformator.

2.2.5 Benodigd regelbaar vermogen

Hieronder maakt TenneT inzichtelijk hoeveel regelbaar vermogen gezocht wordt om alle klanten op de wachtlijst te faciliteren voor de 150 kV-station Tilburg Zuid, Tilburg West en Oosteind. Voor de leveringszekerheid, of het borgen van de benodigde transportcapaciteit, is er geen regelbaar vermogen nodig.

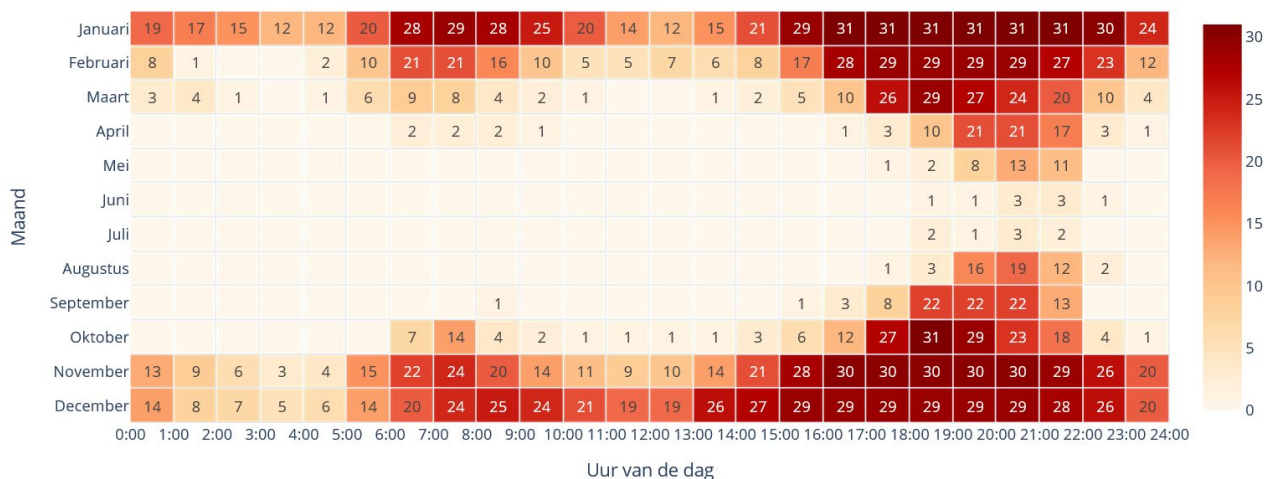
In tabel 2.2.3 is de benodigde hoeveelheid regelbaar vermogen (in MW) en regelbare elektrische energie (in MWh) weergegeven. Deze getallen zijn een inschatting, gebaseerd op 100% effectief regelbaar vermogen. In de werkelijkheid zal niet al het gevonden regelbaar vermogen 100% effectief zijn, bijvoorbeeld 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 extra klanten aan te sluiten zal daarom hoger uitvallen.

Tabel 2.2.3: Overzicht van gezochte regelbaar vermogen. De getallen zijn berekend zonder de inzet van al beschikbare congestiemanagement diensten. Deze hoeveelheid regelbaar vermogen is nodig om alle klanten op de wachtlijst in Tilburg Zuid in te passen.

Jaartal	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Minimaal benodigd regelbaar vermogen in MW	0	0	16	19	0	2	6	53
Minimaal aantal uren per jaar dat regelbaar vermogen nodig	0	0	318	413	0	8	29	2.517
Minimaal benodigd regelbare energie in MWh	0	0	1.498	2.189	0	5	73	37.158
De maanden waarop regelbaar vermogen voornamelijk nodig is	tussen Augustus en Maart							
De dagen waarop regelbaar vermogen voornamelijk nodig is	Maandag tot vrijdag							
De uren van de dag waarop regelbaar vermogen voornamelijk nodig is	Gehele dag							

In figuur 2.2.4 is een heatmap weergegeven van de uren waarop regelbaar vermogen nodig is om het verwachte knelpunt op de 150 kV-verbinding Tilburg Noord –Tilburg Zuid te mitigeren. Voor een uitleg hoe deze te interpreteren zie 6.4.3. Uit figuur 2.2.4 blijkt dat het regelbaar vermogen de hele dag nodig is, en vooral tussen Oktober en Maart.

Heatmap (aantal overschrijdingen)



Figuur 2.2.4: Indicatie van het gezocht regelbaar vermogen om klanten in Tilburg Zuid te kunnen faciliteren. Voor een uitleg over de interpretatie van het figuur zie 6.4.3.

2.2.6 Getransporteerde megawattuur

In onderstaande tabel is de hoeveelheid elektrische energie (in MWh) weergegeven die wel getransporteerd kan worden over de verbinding Tilburg Noord – Tilburg Zuid, zonder de inzet van congestiemanagement. Dit getal geeft een indruk van de capaciteit van Noord-Brabant. 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 elektriciteitsnet.

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.

Jaartal	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Getransporteerde MWh	650.580	655.240	525.708	535.854	545.583	747.890	753.679

2.2.7 Geschatte kosten van congestiemanagement

TenneT maakt een inschatting van de verwachte kosten voor congestiemanagement, om alle klanten op in deelnet Tilburg aan te sluiten, zie tabel 2.2.5. Deze schatting is gebaseerd op de geschatte hoeveelheid overschrijdingen zonder toepassing van congestiemanagement (MWh), de verwachte kosten per MWh regelbaar vermogen en een factor voor de efficiëntie van inkoop voor regelbaar vermogen. De geschatte kosten voor deelnet Tilburg, specifiek Tilburg Zuid bedragen €11,7 miljoen. 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 3.2 voor de analyse van de financiële grens.

Tabel 2.2.5: Geschatte kosten congestiemanagement.

Jaartal	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Geschatte hoeveelheid overschrijdingen zonder congestiemanagement in MWh	0	0	1.498	2.189	0.0	5	73	37.158	0
Bedrag per jaar in miljoenen euro's	0	0	0,43	0,63	0	0	0,02	10,62	0
Totaal van alle jaren in miljoenen euro's	11,7								

2.2.8 Conclusie

Uit de analyse van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, blijkt dat de gevraagde transportcapaciteit op 150 kV-stations Tilburg Noord, Best en Boxtel gefaciliteerd kan worden na realisatie van het 380 kV-station Tilburg (A-1002678) in 2027. Hiermee is het dus mogelijk om alle klanten op de wachtlijst te faciliteren op het 150 kV-net van TenneT en eindigt de congestieperiode voor deze 150 kV-stations in 2027. TenneT en Enexis zullen tijdig in contact treden met klanten op de wachtlijst die kunnen worden aangesloten. Met de realisatie van de vierde 380/150 kV-transformator verwacht TenneT toekomstige congestie te voorkomen.

Wel verwacht TenneT congestie op de 150 kV-verbinding Tilburg Noord – Tilburg Zuid. Hier kan wel de volledige benodigde maar niet de gehele gevraagde transportcapaciteit gefaciliteerd worden. Uit de analyse van de vermogensstroom over de verbinding blijkt dat er vanaf de ingebruikname van deelnet Tilburg in 2027 op 150 kV-station Tilburg Zuid, Tilburg West en Oosteind 10 MW aanvullend kan worden aangesloten. De eerstvolgende netuitbreiding die vervolgens voor extra transportcapaciteit gaat zorgen is de verzwaring van deze verbinding (A-1000329) tussen 2033-2036. Vanaf dat moment kan de gehele wachtlijst gefaciliteerd worden en daarmee eindigt de congestieperiode op station Tilburg Zuid, Tilburg West en Oosteind tussen 2033-2036. Om verwachte congestie op 150 kV-station Tilburg Zuid te mitigeren is minstens 53 MW aan regelbaar vermogen benodigd.

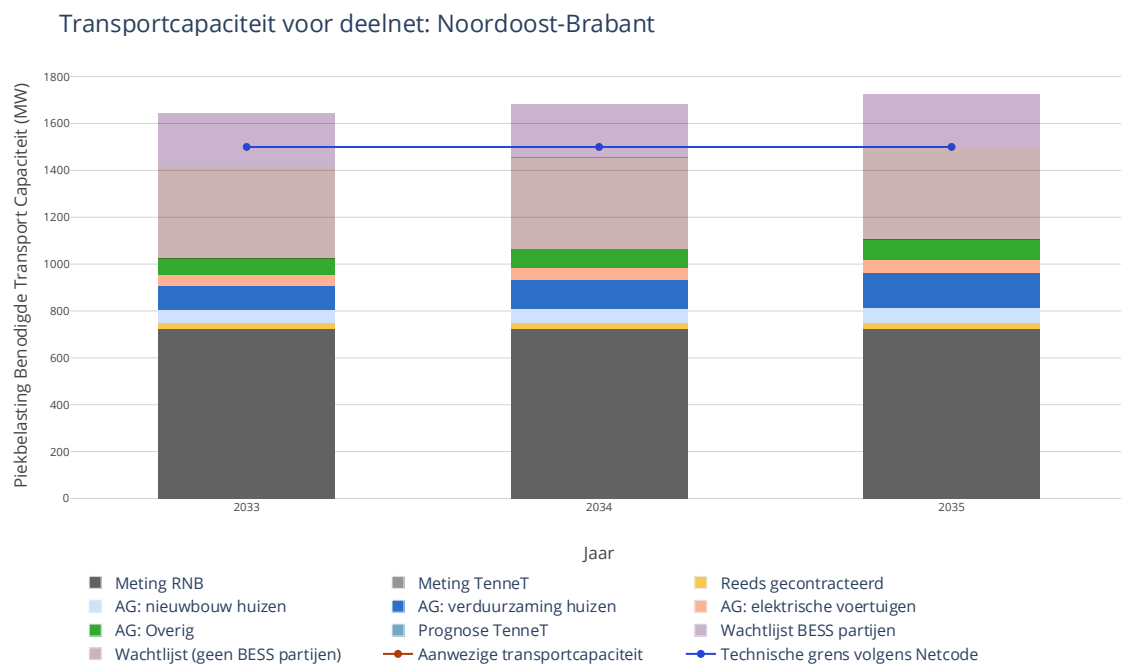
2.3 Deelnet Noordoost-Brabant

2.3.1 Aanwezige Transportcapaciteit

De aanwezige transportcapaciteit in deelnet Noordoost-Brabant bedraagt 1500 MW vanaf 2033-2036. De realisatie van 380/150 kV-station Wijchen (A-1003075) en de 150 kV verbinding Wijchen – Oss (A-1000247) zorgen voor additionele transportcapaciteit en zijn randvoorwaardelijk om deelnet Noordoost-Brabant te kunnen realiseren. De ontwikkeling van de aanwezige transportcapaciteit is weergegeven in figuur 2.3.1 en tabel 2.3.1 & 2.3.2.

Tabel 2.3.1: Overzicht capaciteitsuitbreidingen congestiecruciale projecten deelnet Noordoost-Brabant.

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



Figuur 2.3.1: Overzicht van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, alsmede de technische grens volgens de Netcode. De benodigde transportcapaciteit is uitgesplitst in verschillende factoren van de autonome groei.

2.3.2 Benodigde transportcapaciteit

De benodigde transportcapaciteit is de capaciteit die nodig is om de huidige aangesloten op het net van elektriciteit te blijven voorzien. Deze is opgebouwd uit de metingen van 2024 en een prognose voor de autonome groei. Volgens deze prognose, is de verduurzaming van huizen de grootste factor voor de groei van de benodigde transportcapaciteit. De volledige uitsplitsing van de benodigde transportcapaciteit staat in figuur 2.3.1 en tabel 2.3.2. In hoofdstuk 6.4.1 is meer informatie te vinden over hoe deze figuur te interpreteren.

2.3.3 Gevraagde transportcapaciteit

De gevraagde transportcapaciteit, oftewel de transportcapaciteit die nodig is om zowel de benodigde transportcapaciteit als ook 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 BESS, 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. De netbelasting van partijen op de wachtlijst is berekend met zowel hun specifieke vermogensprofiel als hun ingroeipad, voor zover deze gegevens bekend zijn. Wanneer deze gegevens niet bekend zijn, worden aanvragen in de berekening verwerkt met een constant vermogensprofiel, waarbij 24 uur per dag de volledige capaciteit wordt gevraagd. In werkelijkheid zal de netbelasting vrijwel altijd lager uitvallen dan de gevraagde transportcapaciteit die hier gerapporteerd wordt, omdat partijen niet 24 uur per dag 100% van hun capaciteit nodig hebben.

De gevraagde transportcapaciteit van 1725 MW in 2035 is hoger dan de aanwezige transportcapaciteit van 1500 MW. Het is niet aannemelijk dat alle wachtlijstpartijen, waaronder 228 MW aan BESS-partijen, tegelijkertijd zullen afnemen. Veel waarschijnlijker is dat de BESS-partijen zullen invoeden op een congestiekritiek uur voor afname, al dan niet via congestiemanagementdiensten. Daarom verwacht TenneT op basis van de huidige wachtlijst geen congestie in deelnet Noordoost-Brabant vanaf 2035.

Tabel 2.3.2: Aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, waar mogelijk uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting. Alle eenheden zijn in MW. AG = Autonome groei. De gevraagde transportcapaciteit is de optelsom van het aangevraagde GTV. De uitsplitsing (bijvoorbeeld wachtlijst BESS) en totalen (gevraagde transportcapaciteit) worden afzonderlijk afgerond, daarom kan er een discrepantie ontstaan bij het optellen.

Jaartal	2033	2034	2035
Aanwezige Transportcapaciteit	1500	1500	1500
Technische Grens volgens netcode	1500	1500	1500
Regelbaar vermogen Enexis	0	0	0
Regelbaar vermogen TenneT	0	0	0
Benodigde transportcapaciteit	1023	1064	1105
Meting Enexis	724	724	724
Meting TenneT	0	0	0
Reeds gecontracteerd	26	26	26
AG: nieuwbouw huizen	52	59	65
AG: verduurzaming huizen	106	126	145
AG: elektrische voertuigen	44	52	59
AG: Overig	70	78	86
Prognose TenneT	0	0	0
Gevraagde transportcapaciteit	1643	1684	1725
Wachtlijst BESS partijen	228	228	228
Wachtlijst (geen BESS partijen)	392	392	392

2.3.4 Conclusie

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

2.4 Deelnet Eindhoven

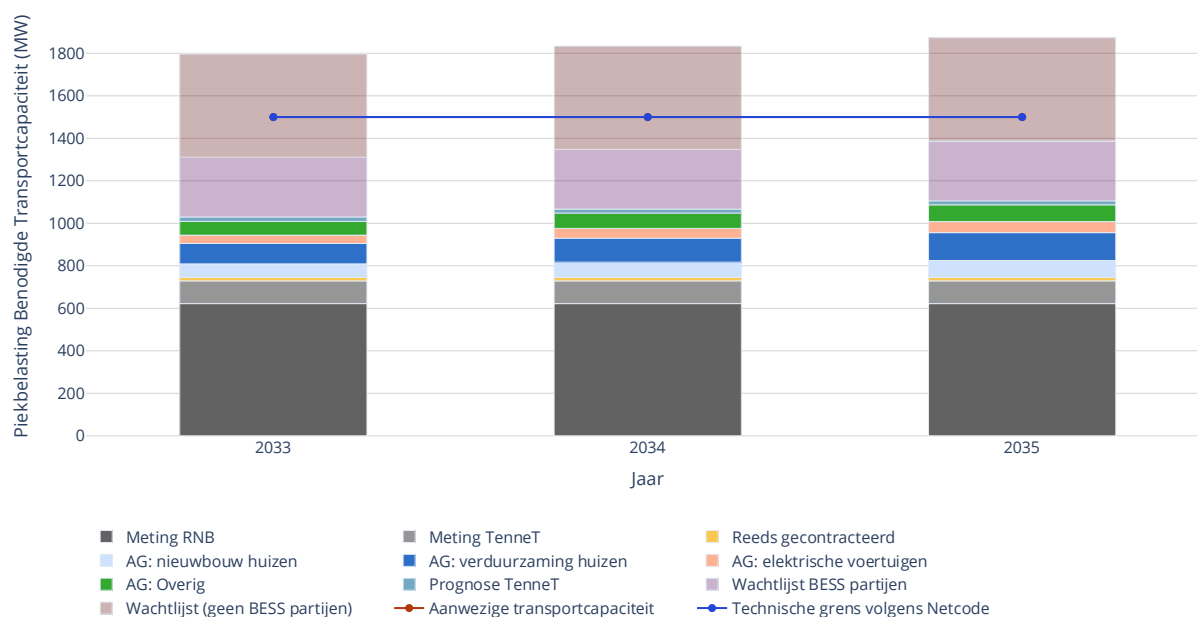
2.4.1 Aanwezige Transportcapaciteit

De aanwezige transportcapaciteit in deelnet Eindhoven bedraagt 1500 MW vanaf 2033-2036. De voorlopig belangrijkste uitbreiding die voor additionele transportcapaciteit gaat zorgen is de realisatie van 380/150 kV-station Wijchen (A-1003075) en de 150 kV-verbinding Wijchen – Oss (A-1000247). Hiermee kan deelnet Eindhoven worden gerealiseerd. Met het geplande 380/150 kV-station Metropool Regio Eindhoven zal tussen 2040 en 2044 deelnet Eindhoven opgesplitst worden in twee deelnetten. Hiermee komt op dat moment additioneel 1500 MW transportcapaciteit beschikbaar. De ontwikkeling van de aanwezige transportcapaciteit is weergegeven in figuur 2.4.1 en tabel 2.4.1 & 2.4.2.

Tabel 2.4.1: Overzicht capaciteitsuitbreidingen congestiecruciale projecten deelnet Eindhoven.

Jaar	Projectnummer	Projectnaam	Aanwezige transportcapaciteit voor uitbreiding	Aanwezige transportcapaciteit na uitbreiding
2033-2036	A-1003075	Wijchen 380/150 kV realiseren station (realiseren deelnet Noordoost-Brabant en Eindhoven)	n.v.t.	1500 MW
2033-2036	A-1000247	Wijchen-Oss 150 kV realiseren verbinding (realiseren deelnet Noordoost-Brabant en Eindhoven)		
2040-2044	A-1001060	Metropoolregio Eindhoven 380/150 kV realiseren (realiseren deelnet Metropool Regio Eindhoven)	1500 MW	3000 MW
2040-2043	A-1001062	Heeze 150 kV realiseren station	Randvoorwaardelijk realiseren deelnet Metropool Regio Eindhoven	
2040-2043	A-1001063	Metropoolregio Eindhoven-Helmond Zuid 150 kV realiseren verbinding	Randvoorwaardelijk realiseren deelnet Metropool Regio Eindhoven	
2040-2043	A-1001064	Metropoolregio Eindhoven-Heeze 150 kV realiseren verbinding	Randvoorwaardelijk realiseren deelnet Metropool Regio Eindhoven	

Transportcapaciteit voor deelnet: Eindhoven



Figuur 2.4.1: Overzicht van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, alsmede de technische grens volgens de Netcode. De benodigde transportcapaciteit is uitgesplitst in verschillende factoren van de autonome groei.

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. Deze is opgebouwd uit de metingen van 2024 en een prognose voor de autonome groei. Volgens deze prognose, is de verduurzaming van huizen de grootste factor voor de groei van de benodigde transportcapaciteit. De volledige uitsplitsing van de benodigde transportcapaciteit staat in figuur 2.4.1 en tabel 2.4.2. In hoofdstuk 6.4.1 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 ook het vermogen op de wachtlijst te faciliteren, is visueel weergegeven in figuur 2.4.1 en tabel 2.4.2. De gevraagde transportcapaciteit bestaat, naast de benodigde transportcapaciteit, uit capaciteit voor BESS, 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. De netbelasting van partijen op de wachtlijst is berekend met zowel hun specifieke vermogensprofiel als hun ingroeipad, voor zover deze gegevens bekend zijn. Wanneer deze gegevens niet bekend zijn, worden aanvragen in de berekening verwerkt met een constant vermogensprofiel, waarbij 24 uur per dag de volledige capaciteit wordt gevraagd. In werkelijkheid zal de netbelasting vrijwel altijd lager uitvallen dan de gevraagde transportcapaciteit die hier gerapporteerd wordt, omdat partijen niet 24 uur per dag 100% van hun capaciteit nodig hebben.

De gevraagde transportcapaciteit van 1872 MW is in 2035 hoger dan de aanwezige transportcapaciteit van 1500 MW. Het is niet aannemelijk dat alle wachtlijstpartijen, waaronder 281 MW aan BESS-partijen, tegelijkertijd zullen afnemen. Veel waarschijnlijker is dat de BESS-partijen zullen invoeden op een congestiekritiek uur voor afname, dan wel niet zullen afnemen via congestiemanagementdiensten. Daarom verwacht TenneT, volgens de huidige inzichten, geen congestie in deelnet Eindhoven in 2035.

Tabel 2.4.2; aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, waar mogelijk uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting. Alle eenheden zijn in MW. AG = Autonome groei. De gevraagde transportcapaciteit is de optelsom van het aangevraagde GTV. In werkelijkheid zal dit lager uitvallen, omdat partijen niet 24 uur per dag 100% van hun capaciteit nodig hebben. De uitsplitsing (bijvoorbeeld wachtlijst BESS) en totalen (gevraagde transportcapaciteit) worden afzonderlijk afgerond, daarom kan er een discrepantie ontstaan bij het optellen.

Jaartal	2033	2034	2035
Aanwezige Transportcapaciteit	1500	1500	1500
Technische grens volgens de Netcode	1500	1500	1500
Regelbaar vermogen Enexis	0	0	0
Regelbaar vermogen TenneT	0	0	0
Benodigde transportcapaciteit	1029	1066	1104
Meting Enexis	622	622	622
Meting TenneT	107	107	107
Reeds gecontracteerd	16	16	16
AG: nieuwbouw huizen	64	72	80
AG: verduurzaming huizen	96	113	131
AG: elektrische voertuigen	39	46	52
AG: Overig	65	72	79
Prognose TenneT	21	19	19
Gevraagde transportcapaciteit	1797	1834	1872
Wachtlijst BESS partijen	281	281	281
Wachtlijst (geen BESS partijen)	486	486	486

2.4.4 Conclusie

Uit de analyse van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, blijkt dat de gehele gevraagde transportcapaciteit gefaciliteerd kan worden vanaf 2033-2036. Dit onder voorwaarde van de realisatie 380/150 kV-station Wijchen (A-1003075) en de 150 kV-verbinding Wijchen - Oss tussen 2033-2036 (A-1000247). Hiermee is het mogelijk om alle klanten op de wachtlijst te faciliteren en eindigt de congestieperiode in deelnet Eindhoven in 2033-2036.

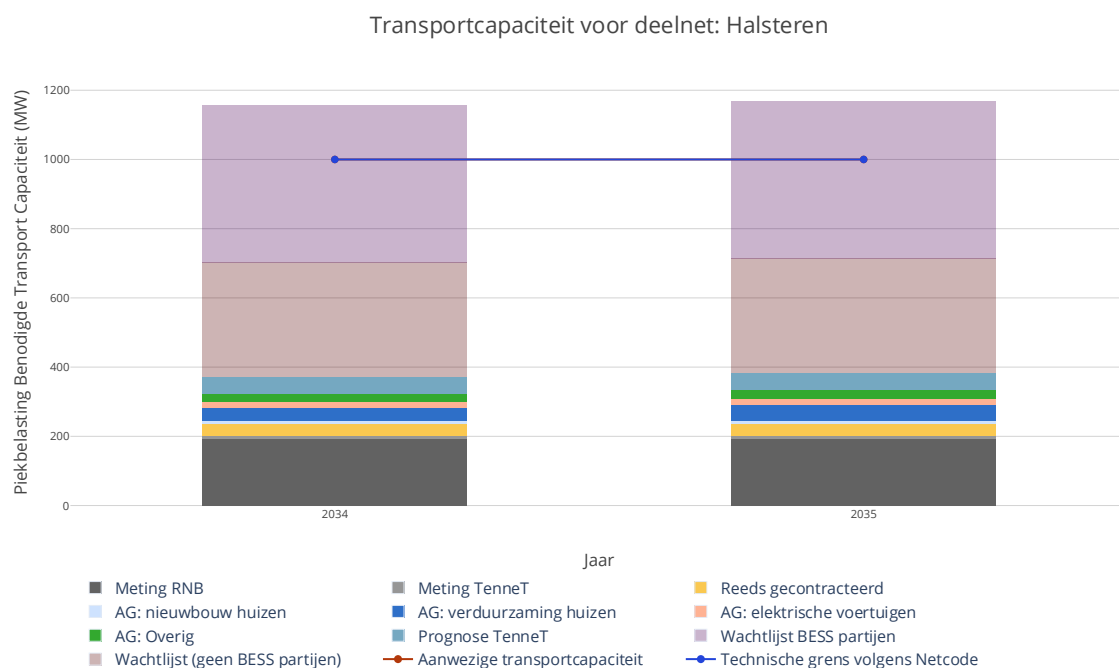
2.5 Deelnet Halsteren

2.5.1 Aanwezige Transportcapaciteit

De aanwezige transportcapaciteit in deelnet Halsteren bedraagt 1000 MW vanaf 2034-2036. De voorlopig belangrijkste uitbreiding die voor additioneel transportcapaciteit gaat zorgen is de 150 kV-verbinding Woensdrecht – Halsteren – Dinteloord (A-1003074) in 2034-2036. Hiermee wordt deelnet Halsteren gerealiseerd. De ontwikkeling van de aanwezige transportcapaciteit is weergegeven in figuur 2.5.1 en tabel 2.5.1 & 2.5.2.

Tabel 2.5.1: Overzicht capaciteitsuitbreidingen congestiecruciale projecten deelnet Halsteren.

Jaar	Projectnummer	Projectnaam	Aanwezige transportcapaciteit voor uitbreiding	Aanwezige transportcapaciteit na uitbreiding
2030-2031	A-1003120, A-1003004	Halsteren 380/150 kV realiseren station	Randvoorwaardelijk realiseren deelnet Halsteren	
2033-2036	A-1003074	Realiseren verbinding Halsteren-Woensdrecht (realiseren deelnet Halsteren)	n.v.t.	1000 MW



Figuur 2.5.1: overzicht van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, alsmede de technische grens volgens de Netcode. De benodigde transportcapaciteit is uitgesplitst in verschillende factoren van de autonome groei.

2.5.2 Benodigde transportcapaciteit

De benodigde transportcapaciteit is de capaciteit die nodig is om de huidig aangeslotenen op het net van elektriciteit te blijven voorzien. Deze is opgebouwd uit de metingen van 2024 en een prognose voor de autonome groei. Volgens deze prognose, is de verduurzaming van huizen de grootste factor voor de groei van de benodigde transportcapaciteit. De volledige uitsplitsing van de benodigde transportcapaciteit staat in figuur 2.5.1 en tabel 2.5.2. In hoofdstuk 6.4.1 is meer informatie te vinden over hoe deze figuur te interpreteren.

2.5.3 Gevraagde transportcapaciteit

De gevraagde transportcapaciteit, oftewel de transportcapaciteit die nodig is om zowel de benodigde transportcapaciteit als ook het vermogen op de wachtlijst te faciliteren, is visueel weergegeven in figuur 2.5.1 en tabel 2.5.2. De gevraagde transportcapaciteit bestaat, naast de benodigde transportcapaciteit, uit capaciteit voor BESS, 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. De netbelasting van partijen op de wachtlijst is berekend met zowel hun specifieke vermogensprofiel als hun ingroeipad, voor zover deze gegevens bekend zijn. Wanneer deze gegevens niet bekend zijn, worden aanvragen in de berekening verwerkt met een constant vermogensprofiel, waarbij 24 uur per dag de volledige capaciteit wordt gevraagd. In werkelijkheid zal de netbelasting vrijwel altijd lager uitvallen dan de gevraagde transportcapaciteit die hier gerapporteerd wordt, omdat partijen niet 24 uur per dag 100% van hun capaciteit nodig hebben.

De gevraagde transportcapaciteit van 1169 MW is in 2035 hoger dan de aanwezige transportcapaciteit van 1000 MW. Het is niet aannemelijk dat de BESS-partijen alle tegelijkertijd zullen afnemen. Veel waarschijnlijker is dat de BESS-partijen zullen invoeden op een congestiekritiek uur voor afname, dan wel niet zullen afnemen via congestiemanagementdiensten. Daarom verwacht TenneT, volgens de huidige inzichten, geen congestie in deelnet Halsteren in 2035. Alle klanten op de huidige wachtlijst in deelnet Halsteren kunnen worden aangesloten met de geplande uitbreidingen in tabel 2.5.1.

Tabel 2.5.2; aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, waar mogelijk uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting. Alle eenheden zijn in MW. AG = Autonome groei. De gevraagde transportcapaciteit is de optelsom van het aangevraagde GTV. De uitsplitsing (bijvoorbeeld wachtlijst BESS) en totalen (gevraagde transportcapaciteit) worden afzonderlijk afgerond, daarom kan er een discrepantie ontstaan bij het optellen.

Jaartal	2034	2035
Aanwezige Transportcapaciteit	1000	1000
Technische grens volgens de netcode	1000	1000
Regelbaar vermogen Enexis	0	0
Regelbaar vermogen TenneT	0	0
Benodigde transportcapaciteit	372	383
Meting Enexis	192	192
Meting TenneT	11	11
Reeds gecontracteerd	33	33
AG: nieuwbouw huizen	7	8
AG: verduurzaming huizen	40	47
AG: elektrische voertuigen	15	17
AG: Overig	23	26
Prognose TenneT	49	49
Gevraagde transportcapaciteit	1158	1169
Wachtlijst BESS partijen	455	455
Wachtlijst (geen BESS partijen)	330	330

2.5.4 Conclusie

Uit de analyse van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, blijkt dat de gehele gevraagde transportcapaciteit gefaciliteerd kan worden vanaf 2034-2036. Dit onder voorwaarde van de realisatie van 380/150 kV-station Halsteren (A-1003120/A-1003004) en de 150 kV-verbinding Woensdrecht – Halsteren – Dinteloord (A-1003074). Met de realisatie van deelnet Halsteren in 2034-2036 is het mogelijk om alle klanten op de huidige wachtlijst te faciliteren. Daarmee eindigt op in het 150 kV-net van TenneT de congestieperiode in deelnet Halsteren in 2034-2036.

2.6 Deelnet Geertruidenberg

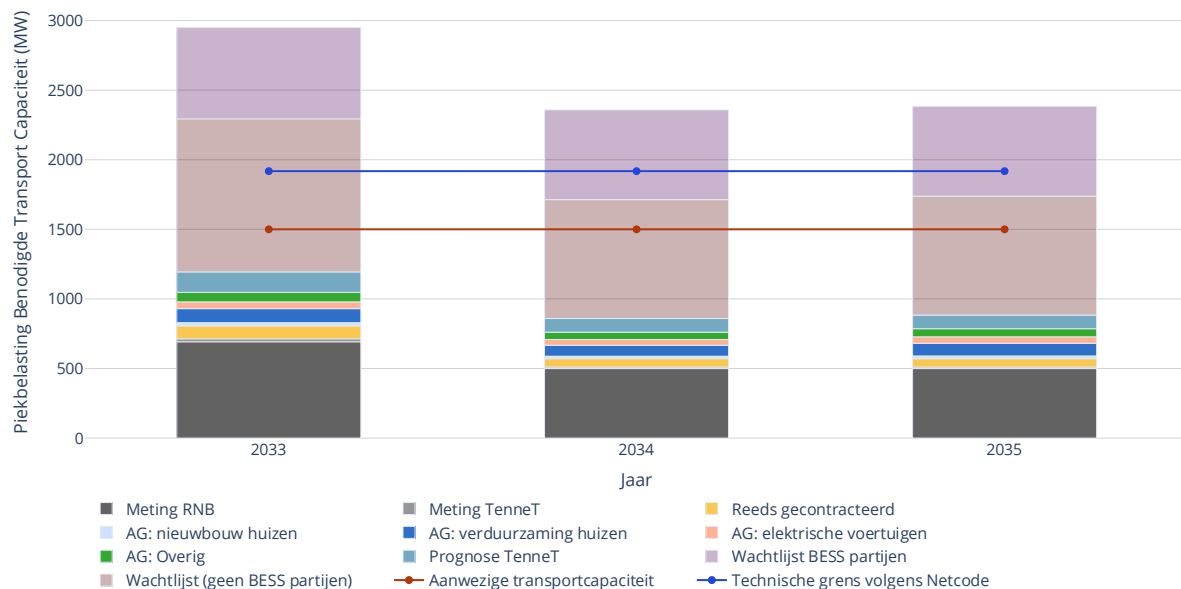
2.6.1 Aanwezige Transportcapaciteit

De aanwezige transportcapaciteit in deelnet Geertruidenberg bedraagt 1500 MW vanaf 2033-2036. De voorlopig belangrijkste uitbreiding die voor additioneel transportcapaciteit gaat zorgen is het 380/150 kV-station Wijchen (A-1003075) en de 150 kV verbinding Wijchen – Oss (A-1000247). Hiermee ontstaat deelnet Geertruidenberg. Op dat moment valt deelnet Halsteren nog onder deelnet Geertruidenberg. Deelnet Halsteren splitst zich af met de realisatie van de 150 kV-verbinding Woensdrecht – Halsteren – Dinteloord (A-1003074) in 2034-2036. De ontwikkeling van de aanwezige transportcapaciteit is weergegeven in figuur 2.6.1 en tabel 2.6.1 & 2.6.2.

Tabel 2.6.1: Overzicht capaciteitsuitbreidingen congestiecruciale projecten deelnet Geertruidenberg.

Jaar	Projectnummer	Projectnaam	Aanwezige transportcapaciteit voor uitbreiding	Aanwezige transportcapaciteit na uitbreiding
2033-2036	A-1003075	Wijchen 380/150 kV realiseren station (realiseren deelnet Noordooost-Brabant en Geertruidenberg)	n.v.t.	1500 MW
2033-2036	A-1000247	Wijchen-Oss 150 kV realiseren verbinding (realiseren deelnet Noordooost-Brabant en Geertruidenberg)		
2030-2031	A-1003120, A-1003004	Halsteren 380/150 kV realiseren station	Randvoorwaardelijk realiseren deelnet Halsteren	
2033-2036	A-1003074	Realiseren verbinding Halsteren-Woensdrecht (realiseren deelnet Halsteren)	n.v.t.	2033-2036

Transportcapaciteit voor deelnet: Geertruidenberg



Figuur 2.6.1: overzicht van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, alsmede de technische grens volgens de Netcode. De benodigde transportcapaciteit is uitgesplitst in verschillende factoren van de autonome groei.

2.6.2 Benodigde transportcapaciteit

De benodigde transportcapaciteit is de capaciteit die nodig is om de huidig aangesloten op het net van elektriciteit te blijven voorzien. Deze is opgebouwd uit de metingen van 2024 en een prognose voor de autonome groei. Volgens deze prognose, is de verduurzaming van huizen de grootste factor voor de groei van de benodigde transportcapaciteit. De volledige uitsplitsing van de benodigde transportcapaciteit staat in figuur 2.6.1 en tabel 2.6.2. In hoofdstuk 6.4.1 is meer informatie te vinden over hoe deze figuur te interpreteren.

2.6.3 Gevraagde transportcapaciteit

De gevraagde transportcapaciteit, oftewel de transportcapaciteit die nodig is om zowel de benodigde transportcapaciteit als ook het vermogen op de wachtlijst te faciliteren, is visueel weergegeven in figuur 2.6.1 en tabel 2.6.2. De gevraagde transportcapaciteit bestaat, naast de benodigde transportcapaciteit, uit capaciteit voor BESS, 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. De netbelasting van partijen op de wachtlijst is berekend met zowel hun specifieke vermogensprofiel als hun ingroeipad, voor zover deze gegevens bekend zijn. Wanneer deze gegevens niet bekend zijn, worden aanvragen in de berekening verwerkt met een constant vermogensprofiel, waarbij 24 uur per dag de volledige capaciteit wordt gevraagd. In werkelijkheid zal de netbelasting vrijwel altijd lager uitvallen dan de gevraagde transportcapaciteit die hier gerapporteerd wordt, omdat partijen niet 24 uur per dag 100% van hun capaciteit nodig hebben.

De gevraagde transportcapaciteit van 2383 MW is in 2035 hoger dan de combinatie van aanwezige transportcapaciteit en regelbaar vermogen (1918 MW). Het is niet aannemelijk dat alle BESS-partijen gelijktijdig zullen afnemen. Veel waarschijnlijker is dat de BESS-partijen zullen invoeden op een congestiekritiek uur voor afname, dan wel niet zullen afnemen via congestiemanagementdiensten. Daarom verwacht TenneT, volgens de huidige inzichten, geen congestie in deelnet Geertruidenberg in 2035. Alle klanten op de huidige wachtlijst in deelnet Geertruidenberg kunnen worden aangesloten met de geplande uitbreidingen in tabel 2.6.1.

Tabel 2.6.2; aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, waar mogelijk uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting. Alle eenheden zijn in MW. AG = Autonome groei. De gevraagde transportcapaciteit is de optelsom van het aangevraagde GTV. De uitsplitsing (bijvoorbeeld wachtlijst BESS) en totalen (gevraagde transportcapaciteit) worden afzonderlijk afgerond, daarom kan er een discrepantie ontstaan bij het optellen.

Jaartal	2033	2034	2035
Aanwezige Transportcapaciteit	1500	1500	1500
Technische grens volgens netcode	1918	1918	1918
Regelbaar vermogen Enexis	0	0	0
Regelbaar vermogen TenneT	418	418	418
Benodigde transportcapaciteit	1194	859	884
Meting Enexis	692	500	500
Meting TenneT	93	60	60
Reeds gecontracteerd	23	18	20
AG: nieuwbouw huizen	101	79	91
AG: verduurzaming huizen	49	41	47
AG: elektrische voertuigen	68	53	58
AG: Overig	147	98	98
Prognose TenneT	22	11	11
Gevraagde transportcapaciteit	2949	2358	2383
Wachtlijst BESS partijen	655	645	645
Wachtlijst (geen BESS partijen)	1100	855	855

2.6.4 Conclusie

Uit de analyse van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, blijkt dat de gehele gevraagde transportcapaciteit gefaciliteerd kan worden vanaf 2034-2036. Dit onder voorwaarde van de realisatie van 380/150 kV-station Halsteren (A-1003120/A-1003004) en de 150 kV-verbinding Woensdrecht – Halsteren – Dinteloord (A-1003074). Met de realisatie van deelnet Halsteren in 2034-2036 is het mogelijk om alle klanten op de huidige wachtlijst te faciliteren in deelnet Geertruidenberg. Daarmee eindigt op in het 150 kV-net van TenneT de congestieperiode in deelnet Geertruidenberg in 2034-2036.

2.7 Ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven

Ondanks dat er de komende 3 jaar 805 MW aan transportcapaciteit beschikbaar komt in het 150 kV-net van Noord-Brabant om klanten 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-zuid, Oss, Uden, Aarle-Rixtel, Helmond-Oost, Helmond-Zuid en Eerde.

2.7.1 Aanwezige Transportcapaciteit

De aanwezige transportcapaciteit in de ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven bedraagt nu 849 MW en wordt uitgebreid volgens tabel 2.7.1 naar 1500 MW in 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 belangrijkste uitbreidingen die congestie voor de langere termijn tegengaan zijn de realisatie van 380/150 kV-station Wijchen (A-1003075) en de 150 kV-kabelverbinding Wijchen – Oss (A-1000247) in 2033. Hiermee kan deelnet Noordoost-Brabant worden gerealiseerd. De ontwikkeling van de aanwezige transportcapaciteit is weergegeven in figuur 2.7.1 en tabel 2.7.1 & 2.7.2.

Tabel 2.7.1: Overzicht capaciteitsuitbreidingen congestiecruciale projecten in de ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch - Eindhoven.

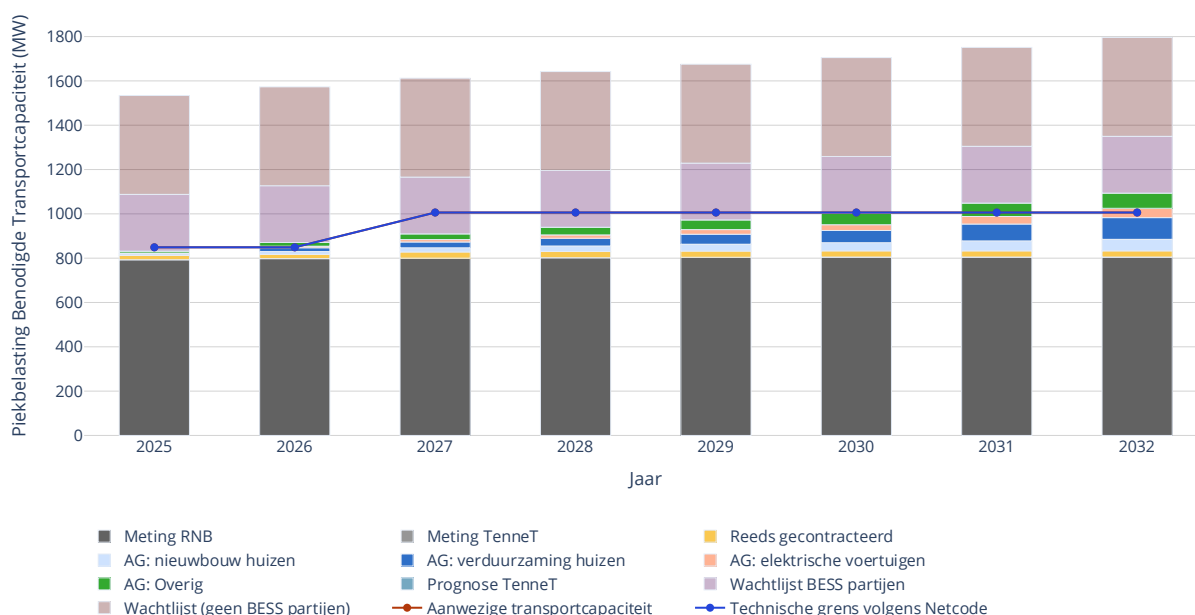
Jaar	Projectnummer	Projectomschrijving	Aanwezige transportcapaciteit voor uitbreiding	Aanwezige transportcapaciteit na uitbreiding
2027	A-1000431	Helmond Zuid 150 kV vervangen primair	849 MW	1006 MW
2027	A-1000461	Eindhoven Oost 150 kV vervangen primair		
2027	A-1000910	Advanced Power Flow Controllers (Waalwijk)	Per uur verschillend ⁸	
2028	A-1003072	Waalwijk 150 kV plaatsen dwarsregeltransformatoren	Per uur verschillend ⁹	
2033-2036	A-1003075	Wijchen 380/150 kV realiseren station (realiseren deelnet Noordoost-Brabant)	1006	1500
2033-2036	A-1000247	Wijchen-Oss 150 kV realiseren verbinding (realiseren deelnet Noordoost-Brabant)		

⁸ Zowel de Advanced Power Flow Controllers als de dwarsregeltransformatoren sturen de vermogensstromen in het 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.

2.7.2 Benodigde transportcapaciteit

De benodigde transportcapaciteit is de capaciteit die nodig is om de huidig aangesloten en op het net van elektriciteit te blijven voorzien. Deze is opgebouwd uit de metingen van 2024 en een prognose voor de autonome groei. Volgens deze prognose, is de verduurzaming van huizen de grootste factor voor de groei van de benodigde transportcapaciteit. De volledige uitsplitsing van de benodigde transportcapaciteit staat in figuur 2.7.1 en tabel 2.7.2. In hoofdstuk 6.4.1 is meer informatie te vinden over hoe deze figuur te interpreteren.

Transportcapaciteit voor de ring: Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven



Figuur 2.7.1: Overzicht van de aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, alsmede de technische grens volgens de Netcode. De benodigde transportcapaciteit is uitgesplitst in verschillende factoren van de autonome groei.

2.7.3 Gevraagde transportcapaciteit

De gevraagde transportcapaciteit, oftewel de transportcapaciteit die nodig is om zowel de benodigde transportcapaciteit als ook het vermogen op de wachtlijst te faciliteren, is visueel weergegeven in figuur 2.7.1 en tabel 2.7.2. De gevraagde transportcapaciteit bestaat, naast de benodigde transportcapaciteit, uit capaciteit voor BESS, 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. De netbelasting van partijen op de wachtlijst is berekend met zowel hun specifieke vermogensprofiel als hun ingroeipad, voor zover deze gegevens bekend zijn. Wanneer deze gegevens niet bekend zijn, worden aanvragen in de berekening verwerkt met een constant vermogensprofiel, waarbij 24 uur per dag de volledige capaciteit wordt gevraagd. In werkelijkheid zal de netbelasting vrijwel altijd lager uitvallen dan de gevraagde transportcapaciteit die hier gerapporteerd wordt, omdat partijen niet 24 uur per dag 100% van hun capaciteit nodig hebben.

2.7.4 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 Netcode.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 2.7.3 en figuur 2.7.1 voor een uitsplitsing van de technische grens en het regelbaar vermogen per netbeheerder.

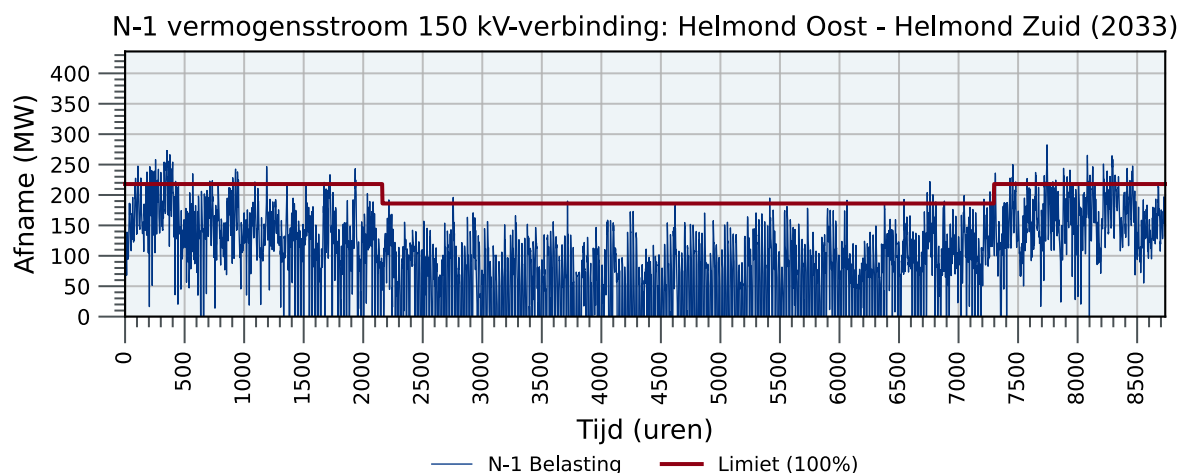
Tabel 2.7.2: Aanwezige, benodigde en gevraagde transportcapaciteit, waar mogelijk uitgesplitst tijdens de hoogste piekbelasting. Alle eenheden zijn in MW. AG = Autonome groei. De gevraagde transportcapaciteit is de optelsom van het aangevraagde GTV. De uitsplitsing (bijvoorbeeld wachtlijst BESS) en totalen (gevraagde transportcapaciteit) worden afzonderlijk afgerond, daarom kan er een discrepantie ontstaan bij het optellen.

Jaartal	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Aanwezige Transportcapaciteit	849	849	1006	1006	1006	1006	1006	1006
Technische Grens volgens de netcode	849	849	1006	1006	1006	1006	1006	1006
Regelbaar vermogen Enexis	0	0	0	0	0	0	0	0
Regelbaar vermogen TenneT	0	0	0	0	0	0	0	0
Benodigde transportcapaciteit	831	871	910	941	972	1004	1049	1094
Meting Enexis	793	798	800	802	804	805	805	805
Meting TenneT	0	0	0	0	0	0	0	0
Reeds gecontracteerd	19	19	28	28	28	28	28	28
AG: nieuwbouw huizen	3	13	19	25	31	37	45	52
AG: verduurzaming huizen	5	17	26	35	45	55	76	98
AG: elektrische voertuigen	3	7	11	15	21	26	34	42
AG: Overig	9	17	26	35	44	52	61	69
Prognose TenneT	0	0	0	0	0	0	0	0
Gevraagde transportcapaciteit	1533	1573	1612	1643	1674	1706	1751	1796
Wachtlijst BESS partijen	256	256	256	256	256	256	256	256
Wachtlijst (geen BESS partijen)	446	446	446	446	446	446	446	446

2.7.5 Belasting op kritieke assets

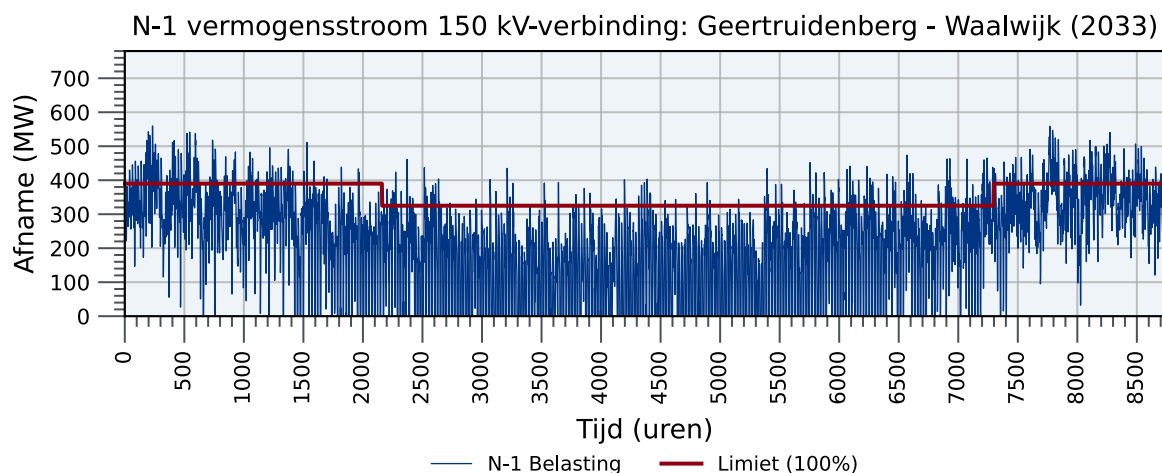
In de ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven is de 150 kV-verbinding Helmond Oost -Helmond Zuid het dominante knelpunt. De vermogensstroom op deze asset is hieronder weergegeven voor het kritieke jaar 2033, voordat deelnet Noordoost-Brabant is gerealiseerd. Deze belasting is het gevolg van de benodigde transportcapaciteit, vanwege dit knelpunt kunnen hier geen klanten worden aangesloten. Voor de andere jaren zie 6.5.2. Advanced Power Flow Controllers / dwarsregeltransformatoren in Waalwijk bieden verlichting, maar kunnen de knelpunten niet volledig mitigeren.

⁹ Volgens artikel 9.31 van de netcode: [wetten.nl - Regeling - Netcode elektriciteit - BWBR0037940](https://wetten.nl/Regeling-Netcode%20elektriciteit-BWBR0037940)



Figuur 2.7.2: De vermogensstroom over de 150 kV-verbinding tussen Helmond Oost en Helmond Zuid in 2033, voordat deelnet Noordoost-Brabant in bedrijf is.

Daarnaast verwacht TenneT overschrijdingen op de 150 kV-verbinding Geertruidenberg – Waalwijk, zoals weergegeven in figuur 2.7.3. De vermogensstroom op deze asset is hieronder weergegeven voor het kritieke jaar 2033 nog voordat deelnet Noordoost-Brabant is gerealiseerd. Ook hier kunnen Advanced Power Flow Controllers / dwarsregeltransformatoren verlichting bieden, maar kunnen de knelpunten niet volledig worden gemitigeerd. Voor de vermogensstroom in de andere jaren zie 6.5.3.



Figuur 2.7.3: De vermogensstroom over de 150 kV-verbinding tussen Helmond Oost en Helmond Zuid in 2033, voordat deelnet Noordoost-Brabant in bedrijf is.

2.7.6 Benodigd regelbaar vermogen

Hieronder maakt TenneT inzichtelijk hoeveel regelbaar vermogen gezocht wordt om de benodigde transportcapaciteit te faciliteren. Dit is zonder de inpassing van klanten, om klanten aan te sluiten is nog extra regelbaar vermogen noodzakelijk.

In tabel 2.2.3 is de benodigde hoeveelheid regelbaar vermogen (in MW) en regelbare elektrische energie (in

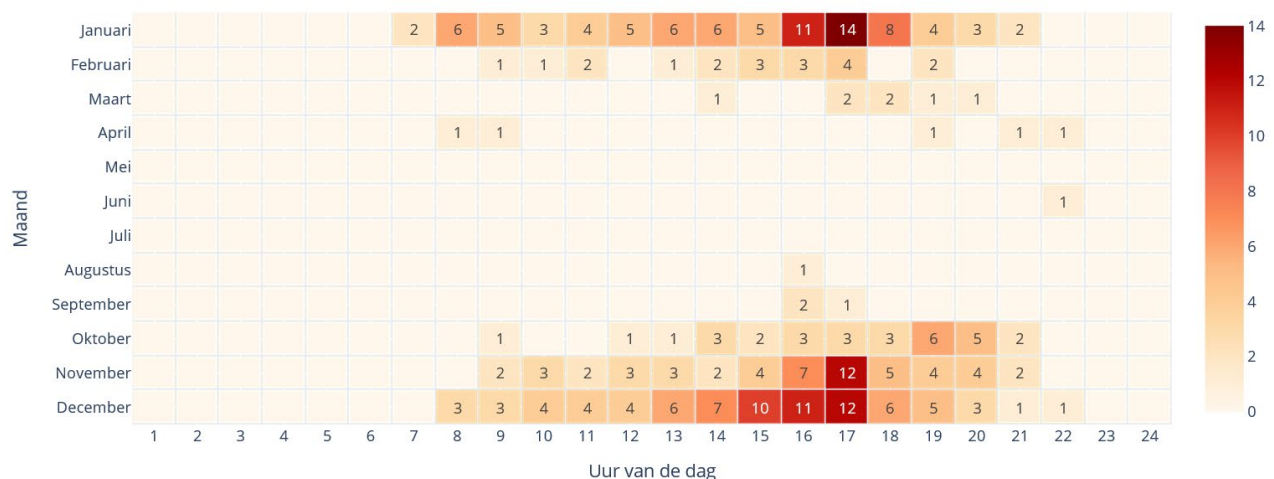
MWh) weergegeven. Deze getallen zijn een inschatting, gebaseerd op 100% effectief regelbaar vermogen. In de werkelijkheid zal niet al het gevonden regelbaar vermogen 100% effectief zijn, bijvoorbeeld omdat het regelbaar vermogen geografisch verder afligt van het knelpunt, of niet op het juiste tijdstip inzetbaar is. De daadwerkelijke hoeveelheid regelbaar vermogen die gecontracteerd moet worden om extra klanten aan te sluiten zal daarom hoger uitvallen.

Tabel 2.7.3: Overzicht van gezochte regelbaar vermogen. Deze getallen zijn berekend zonder de inzet van al beschikbare congestiemanagement diensten. Deze hoeveelheid regelbaar vermogen is nodig om de benodigde transportcapaciteit te faciliteren, hiermee worden nog geen klanten van de wachtlijst ingepast.

Jaartal	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Minimaal benodigd regelbaar vermogen in MW	0	0	0	73	55	105	135	112	133
Minimaal aantal uren per jaar dat regelbaar vermogen nodig	0	0	0	66	50	388	572	639	806
Minimaal benodigd regelbare energie in MWh	0	0	0	1118	617	8573	16208	15278	23808
De maanden waarop de flexibiliteit voornamelijk nodig is	gehele jaar, vooral september tot maart								
De dagen waarop de flexibiliteit voornamelijk nodig is	alle dagen								
De uren van de dag dat de flexibiliteit voornamelijk nodig is	tussen acht uur 's ochtends en negen uur 's avonds								

In figuur 2.7.4 is een heatmap weergegeven van de uren waarop regelbaar vermogen nodig is in 2032 voor de 150 kV-verbinding tussen Helmond Oost en Helmond Zuid. Voor een uitleg hoe deze te interpreteren zie 6.4.3. Uit figuur 2.7.4 blijkt dat het regelbaar vermogen vooral nodig is overdag tussen Oktober en Maart.

Heatmap (aantal overschrijdingen)



Figuur 2.7.4: Indicatie van het gezochte regelbaar vermogen om de benodigde transportcapaciteit te faciliteren. Voor een uitleg over de interpretatie van het figuur zie 6.4.3.

In figuur 2.7.5 is een heatmap weergegeven van de uren waarop regelbaar vermogen nodig is in 2032 voor de 150 kV-verbinding tussen Geertruidenberg en Waalwijk. Uit figuur 2.7.5 blijkt dat op deze verbinding het regelbaar vermogen het hele jaar nodig is, vooral in de ochtend (tussen 8:00 en 10:00) en avond (tussen 16:00 en 21:00).

Heatmap (aantal overschrijdingen)



Figuur 2.7.5: dit figuur toont de tijdstippen voor het gezochte regelbaar vermogen om de benodigde transportcapaciteit te faciliteren. Voor een uitleg over de interpretatie van het figuur zie 6.4.3.

2.7.7 Getransporteerde megawattuur

In onderstaande tabel is de hoeveelheid elektrische energie (in MWh) weergegeven die wel getransporteerd kan worden over de 150-kV verbindingen Geertruidenberg – Waalwijk en Helmond Oost – Helmond Zuid, zonder de inzet van congestiemanagement. Dit getal geeft een indruk van de capaciteit van Noord-Brabant. 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 elektriciteitsnet.

Tabel 2.7.4: 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.

Jaartal	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Getransporteerde MWh	2.730.225	2.799.120	2.858.088	3.175.858	3.209.360	3.245.404	3.395.956	3.406.386	3.558.323	1.145.752	1.182.979

2.7.8 Geschatte kosten van congestiemanagement

TenneT maakt een inschatting van de verwachte kosten voor congestiemanagement, zie Tabel 2.7.5. Deze schatting is gebaseerd op de geschatte hoeveelheid overschrijdingen zonder toepassing van congestiemanagement (MWh), de verwachte kosten per MWh regelbaar vermogen en een factor voor de efficiëntie van inkoop voor regelbaar vermogen. De geschatte kosten voor de ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch – Eindhoven bedragen €18,75 miljoen. 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 3.2 voor de analyse van de financiële grens.

Tabel 2.7.5: geschatte kosten congestiemanagement.

Jaartal	2025 tot 2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Geschatte hoeveelheid overschrijdingen zonder congestiemanagement in (MWh)	0	1.118	617	8.573	16.208	15.278	23.808
Bedrag per jaar in miljoenen euro's	0	0,32	0,18	2,45	4,63	4,37	6,81
Totaal van alle jaren in miljoenen euro's	18,75						

2.7.9 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 wordt congestie verwacht totdat het 150 kV-net uitgebreid wordt met 380/150 kV-station Wijchen (A-1003075) en de 150 kV-verbinding Wijchen – Oss (A-1000247) in 2033-2036. TenneT zal in overleg met betrokken stakeholders in het gebied verschillende maatregelen treffen om het tekort aan transportcapaciteit te minimaliseren en de benodigde transportcapaciteit zo veel als mogelijk te kunnen faciliteren.

3. Aanvullende analyses

3.1 Vergelijking met het vorige onderzoek

Ten opzichte van het vorige congestieonderzoek van 9 september 2022: [Noord-Brabant afdeling \(met kenmerk PU-AMT-22-309\)](#) heeft TenneT een vergelijking gemaakt met het huidige onderzoek. De getallen over transportcapaciteit voor Brabant als geheel zijn gebaseerd op 2026 vanuit beide onderzoeken.

De aanwezige transportcapaciteit tussen dit en het vorige onderzoek verschilt aanzienlijk. Voornamelijk komt dit omdat de vierde 380/150 kV-transformator in Geertruidenberg verwacht wordt in 2027, waar het vorige rapport nog uitging van 2026.

Tabel 3.1.1: Vergelijking tussen het vorige en huidige rapport

	Vorige Rapport	Huidig Rapport					
Gebied	Brabant als geheel	Brabant als geheel	Deelnet Geertruidenberg	Deelnet Tilburg	Deelnet Noordoost-Brabant	Deelnet Eindhoven	Deelnet Halsteren
Laatste congestiejaar	2026	n.v.t.	2034	2027	2033	2033	2034
Aanwezige transportcapaciteit	2.718	2.282					
Beschikbare regelbaar vermogen TenneT	1.043 ¹⁰	1.034					
Beschikbare regelbaar vermogen Enexis		0					
Benodigde transportcapaciteit	3.106	2.833					
Gevraagde transportcapaciteit inclusief BESS partijen	3.488	6.872					

3.2 Financiële grens

Bij het toepassen van congestiemanagement is de netbeheerder 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 €264 miljoen.

Tabel 3.2.1: Berekening financiële grens

Jaartal	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Aanwezige Transportcapaciteit	1910	2282	3900	3900	3900	3900	3900	2900	1500	1500
Aantal uren per jaar	8760									
Bedrag per MWh	€ 1.02									
Bedrag per jaar in miljoenen euro's	17.07	20.39	34.85	34.85	34.85	34.85	34.85	25.91	13.40	13.40
Totaal van alle jaren	264.42									

¹⁰ Het regelbaar vermogen van Enexis en TenneT is bij elkaar opgeteld in het congestierapport van 2022.

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

Tabel 3.2.2: Berekening totale congestiemanagement kosten

Deelgebied	Totale kosten congestiemanagement
Geheel Noord-Brabant	€ 24.700.000,-
Deelnet Tilburg	€ 11.700.000,-
Ring Geertruidenberg – 's Hertogenbosch - Eindhoven	€18.800.000,-
Totaal	€55.200.000,-

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 congestiemanagementdiensten.

3.3 Kortsluitvastheid

Een kortsluiting op het hoogspanningsnet kan risicovol zijn voor zowel de omgeving als apparatuur. TenneT bouwt het hoogspanningsnet 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 de congestiemaatregelen invloed kunnen hebben op de kortsluitvastheid, wordt voor elk (deel)gebied gekeken of met de congestiemaatregelen de kortsluitvastheid voldoende blijft.

Naast de technische grens is ook geanalyseerd of de toepassing van congestiemanagement zou leiden tot overschrijdingen van het toegestane kortsluitvermogen. 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 zijn de volgende technische maatregelen genomen:

- 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.

3.5 Deelnameverplichting

Volgens de netcode zijn alle partijen met een gecontracteerd transport vermogen boven de 60 MW verplicht congestiemanagementdiensten aan te bieden.¹¹ Indien noodzakelijk mogen netbeheerders de grens voor deze zogeheten deelnameverplichting verlagen.¹² Op dit moment is de situatie niet dusdanig dat TenneT een verlaging van deze verplichting moet inzetten. De deelnameverplichting blijft vooralsnog 60 MW.

¹¹ [§ 9.1 Netcode elektriciteit lid 3; deelnameverplichting](#)

¹² [§ 9.1 Netcode elektriciteit lid 4; grens voor deelnameverplichting](#)

4. Marktanalyse: toelichting op proces en cijfermatige onderbouwing

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

4.1 Marktbenadering

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

1. *Benadering van aangesloten van de regionale netbeheerder*
Enexis en TenneT hebben samen de aangesloten op het regionale net benaderd over de mogelijkheid om flexibiliteit aan te bieden.
2. *Benadering van aangesloten van de landelijke netbeheerder (TenneT-aangesloten)*
Netgebruikers die rechtstreeks op het hoogspanningsnet zijn aangesloten 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 Netbeheerders bieden de volgende contractvormen aan voor het aanbieden van flexibiliteit:

- Capaciteitsturend 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.
- Capaciteitsturend contract (CSC) op afroep: Een contract waarbij de netgebruiker op verzoek van de netbeheerder tijdelijk minder transportcapaciteit gebruikt of juist tijdelijk vermogen invoedt. 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 (i.c. binnen de dag) tijdelijk meer of minder stroom te verbruiken of op te wekken om overschrijdingen te voorkomen.

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.

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

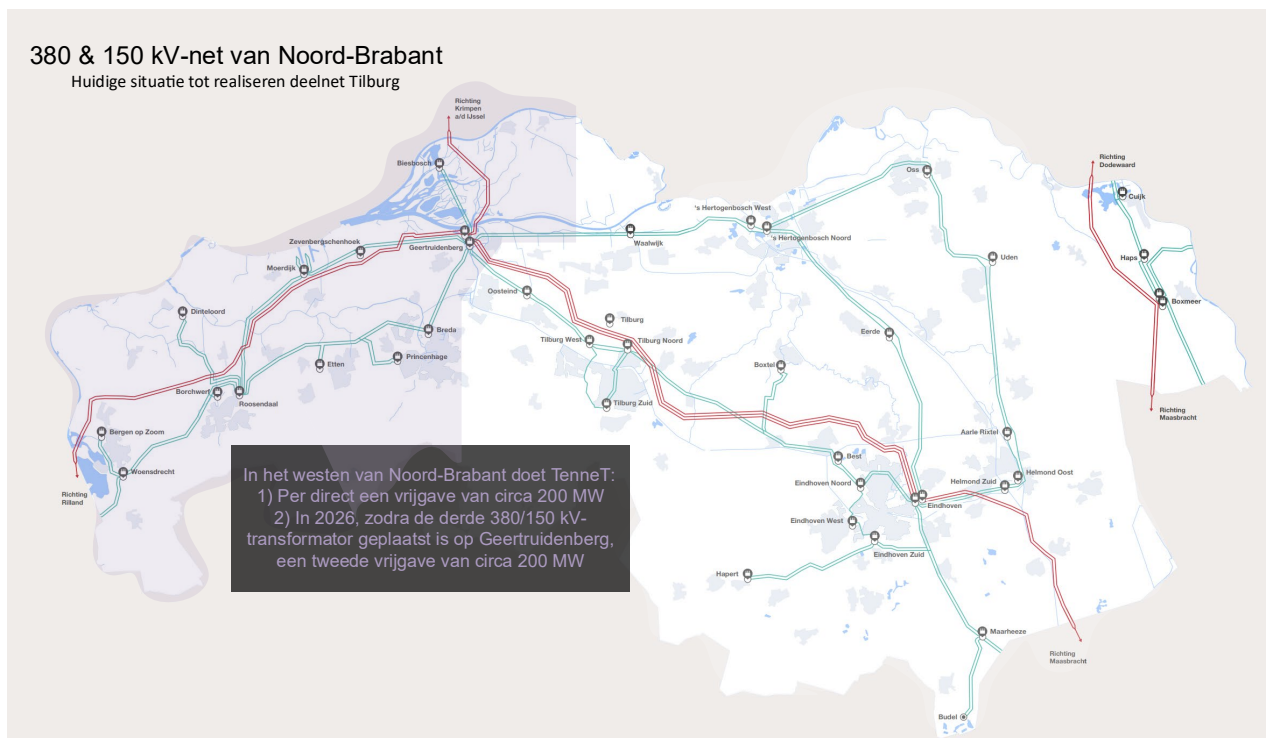
Meer informatie omtrent de verschillende contractvormen ten behoeve van congestiemanagement vindt u op Partners in Energie.¹⁴

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 aangesloten bij de regionale netbeheerder, neem dan contact op met uw regionale netbeheerder.

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

5. Algehele conclusie

Uit deze herijking is duidelijk geworden dat in de komende drie jaar 805 MW kan worden vrijgegeven. Dat gebeurt in drie stappen. Allereerst kan er op dit moment, in het 150 kV-net van TenneT, circa 200 MW aan transportcapaciteit vrij worden gegeven voor de wachtlIJst in het westen van Noord-Brabant. Na deze initiële vrijgave, kan in hetzelfde gebied weer 200 MW worden vrijgegeven met de ingebruikname van de derde 380/150 kV-transformator in station Geertruidenberg (onderdeel van A-1003073) in 2026.

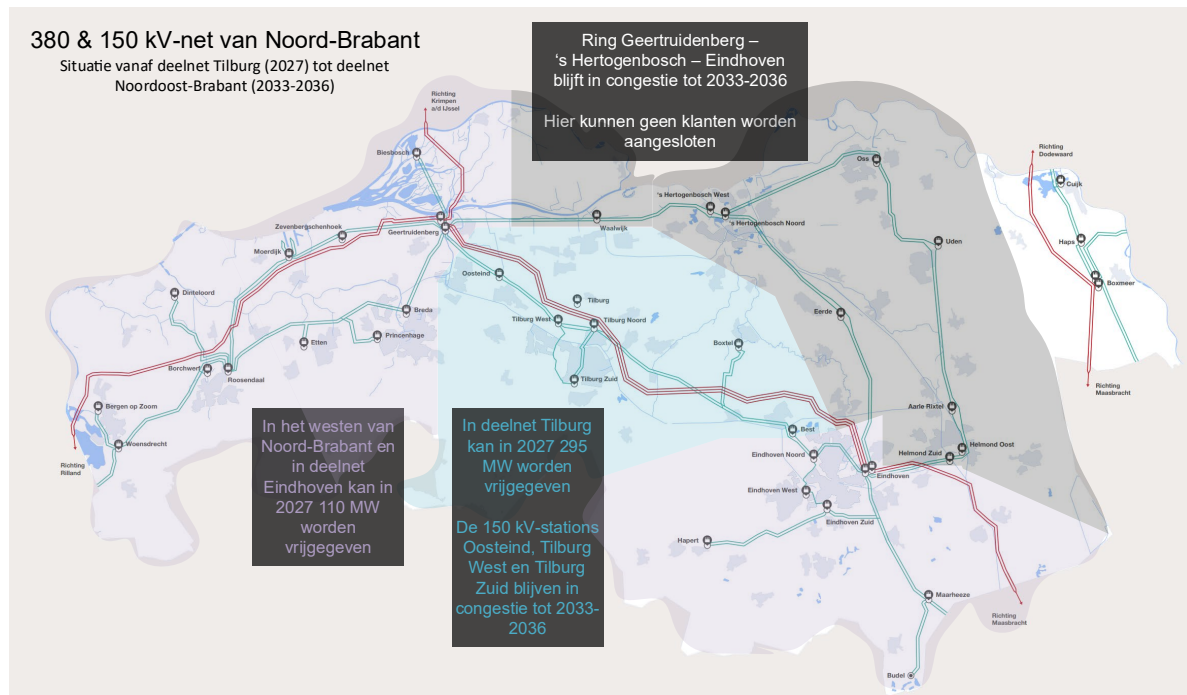


Figuur 5.1: De vrijgave nu en in 2026.

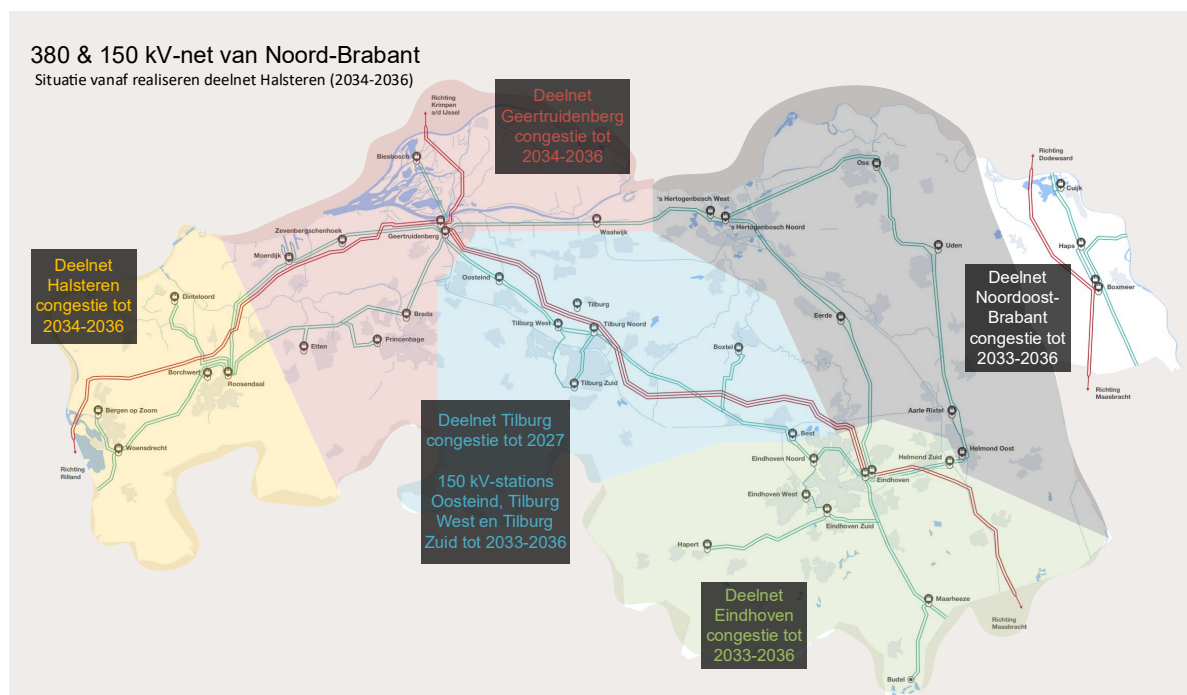
Vervolgens kan wederom transportcapaciteit vrijgegeven worden met de ingebruikname van de vierde 380/150 kV-transformator in station Geertruidenberg (A-1003073) in combinatie met de realisatie van 380 kV-station Tilburg (A-1002678), beiden in 2027. Hiermee wordt deelnet Tilburg gerealiseerd. Zodra deze netuitbreidingen gereed zijn, kan wederom circa 110 MW aan transportcapaciteit vrijgegeven worden in het westen van Noord-Brabant, alsmede deelnet Eindhoven. Daar bovenop kan in het dan gerealiseerde deelnet Tilburg 295 MW worden vrijgegeven, zoals weergegeven in figuur 5.2.

Helaas blijkt uit de analyse ook dat het niet mogelijk om partijen aan te sluiten op 150 kV-stations in de ring Geertruidenberg – 's-Hertogenbosch – Eindhoven. Dit wordt veroorzaakt door netcongestie op de 150 kV-verbindingen Geertruidenberg – Waalwijk en Helmond Oost – Helmond Zuid. Hier kan niet de volledige benodigde transportcapaciteit worden gefaciliteerd in 2032. Hierdoor wordt congestie verwacht totdat het 150 kV-net is uitgebreid met 380/150 kV-station Wijchen (A-1003075) en de 150 kV-verbinding Wijchen – Oss (A-1000247) in 2033-2036. TenneT zal in overleg met betrokken stakeholders in het gebied verschillende maatregelen treffen om het tekort aan transportcapaciteit te minimaliseren en de benodigde transportcapaciteit zo veel als mogelijk te kunnen faciliteren.

De congestie zal volledig gemitigeerd worden met de inbedrijfname van de verschillende deelnetten. Deze situatie is weergegeven in figuur 5.3. De conclusie per deelnet is beschreven in hoofdstuk 2.



Figuur 5.2: De vrijgave tussen 2027 en 2032. Hierna zal gefaseerd de deelnetten in gebruik worden genomen.



Figuur 5.3: Het einde van de congestieperiodes per deelnet.

6. Bijlages en methodes

6.1 Overzicht 150 kV-stations

Tabel 6.1: De aanwezige 150 kV-hoogspanningsstations in Noord-Brabant, per gebied.

Deelnet	Kleur 1.2.1	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
Westen van Noord-Brabant	n.v.t.	Bergen op Zoom, Woensdrecht, Roosendaal, Dinteloord, Moerdijk, Etten, Princenhage, Breda, Geertruidenberg en Biesbosch				
De ring Geertruidenberg – 's-Hertogenbosch – Eindhoven	n.v.t.	Waalwijk, 's-Hertogenbosch-Noord, 's-Hertogenbosch-zuid, Oss, Uden, Aarle-Rixtel, Helmond-Oost, Helmond-Zuid en Eerde.				

6.2 Methodologie en uitgangspunten

In deze bijlage worden de gehanteerde uitgangspunten toegelicht.

6.2.1 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 netbeheerder(s) zijn afgerond en de door regionale netbeheerder(s) ingeschatte autonome groei voor (klein)verbruik is gerealiseerd. Aanvullende aanvragen voor aansluiting en transport (de zogenoemde 'wachtrij') 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 uurlijkse 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 Netcode vastgestelde limiet aan de omvang van congestiemanagement die door netbeheerders uitgevoerd moet worden. Conform de Netcode hoeven netbeheerders 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 Netcode. 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.

Aan de verplichting voor netbeheerders 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 elektriciteitsnet 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 elektriciteitsnet, en is er geanalyseerd of er overige technische maatregelen noodzakelijk zijn om congestiemanagement veilig uit te kunnen voeren.

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

6.2.3 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.¹⁵ 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 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

¹⁵ Zie Elektriciteitswet 1998, artikel 16, vierde lid en het Besluit investeringsplan en kwaliteit elektriciteit en gas.

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 aangesloten afgegeld kunnen worden.

6.2.4 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 aangesloten de transportcapaciteit gebruiken bij aangevraagde groei in gecontracteerd transportvermogen;
2. De snelheid waarmee regionaal netbeheerder(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 elektriciteitsnet van regionaal netbeheerder(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.

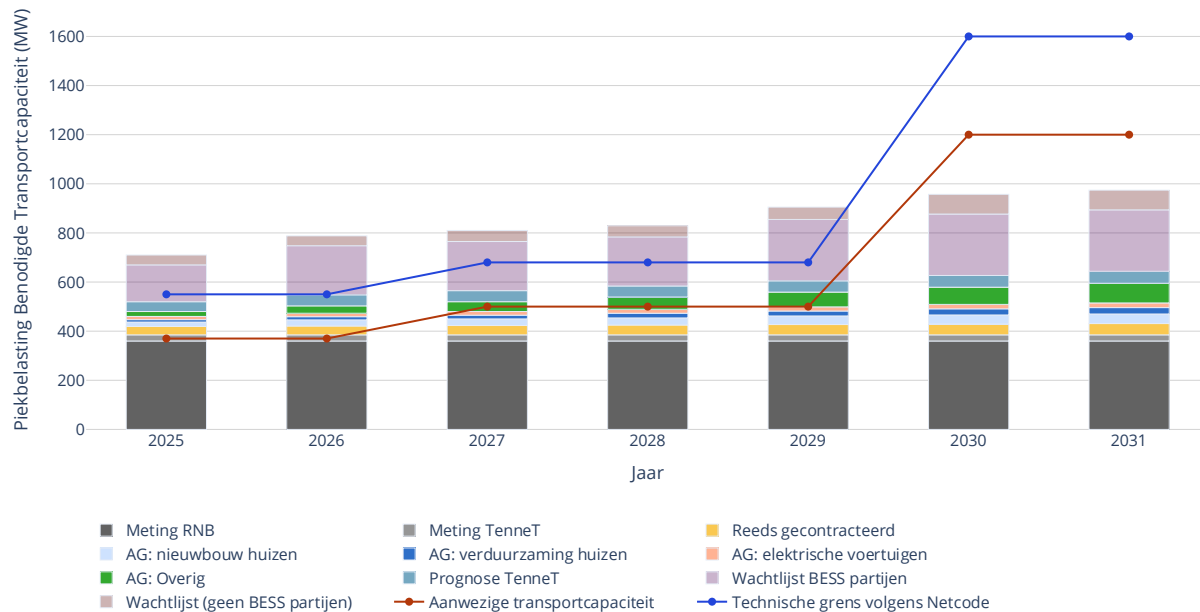
6.3 Overzicht gebruikte definities

Hieronder volgen de gehanteerde definities zoals gebruikt in dit rapport. De eerste definities volgen uit de [Begrippencode Elektriciteit](#).

Begrip	Definitie Netcode / 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 aangeslotenen in een (deel)net te voldoen, als bedoeld in artikel 2.3 van de Regeling investeringsplan en kwaliteit elektriciteit en gas.
Regelbaar vermogen voor afname-congestie	Vermogen dat overeenkomstig artikel 9.31, eerste lid, van de Netcode elektriciteit voor inzet beschikbaar is;
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 elektriciteitsnet.

6.4 Uitleg figuren

6.4.1 Transportcapaciteit



Figuur 6.4.1. Een voorbeeld van een transportcapaciteit grafiek. Deze grafiek bevat niet de specifieke data gebruikt in dit rapport.

In figuur 6.4.1 “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).

6.4.1.1 Aanwezige transportcapaciteit en technische grens volgens de Netcode

De aanwezige transportcapaciteit is de hoeveelheid megawatt (MW) die het regionale hoogspanningsnet (150 kV) kan transporteren en wordt in rood weergegeven. Additioneel is er regelbaar vermogen beschikbaar, wat helpt bij het faciliteren van extra vermogen. In de Netcode 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.

6.4.1.2 Benodigde transportcapaciteit

De benodigde transportcapaciteit is de transportcapaciteit die nodig is om aan de vraag naar transport van

alle gecontracteerde aangeslotenen in een (deel)net te voldoen. Deze is bepaald op basis van de metingen van de huidig aangeslotenen bij TenneT en de RNB('s), en een inschatting van hun groei. De groeiverwachting van aangeslotenen wordt aangeduid als 'prognose TenneT' voor TenneT-klanten en als 'autonome groei' voor RNB-klanten. 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 netbeheerders waarin autonome groei niet altijd uitgesplitst kan worden in categorieën. Indien deze uitsplitsing wel beschikbaar is, zijn de volgende categorieën zichtbaar:

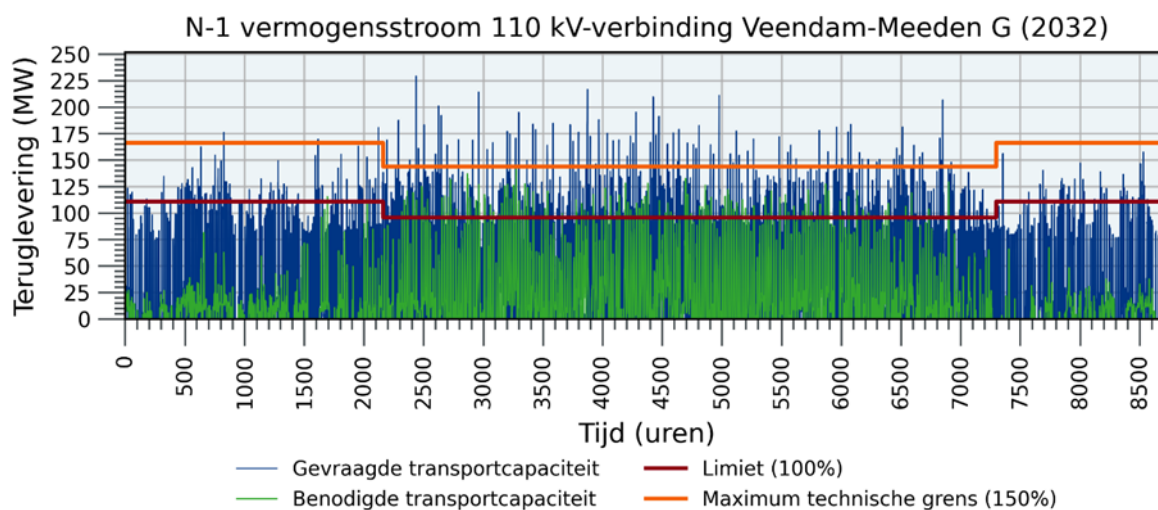
- AG: Nieuwe Huizen. Benodigd vermogen voor nieuwbouw, waarbij rekening is gehouden met het elektriciteitsprofiel van moderne woningen (i.e. warmtepomp, zonnepanelen, etc.)
- AG: verduurzaming van huizen. Benodigd vermogen voor het verduurzamen van bestaande woningen. Hierbij kan o.a. gedacht worden 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".

6.4.1.3 Gevraagde transportcapaciteit

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

6.4.2 Vermogensstroom

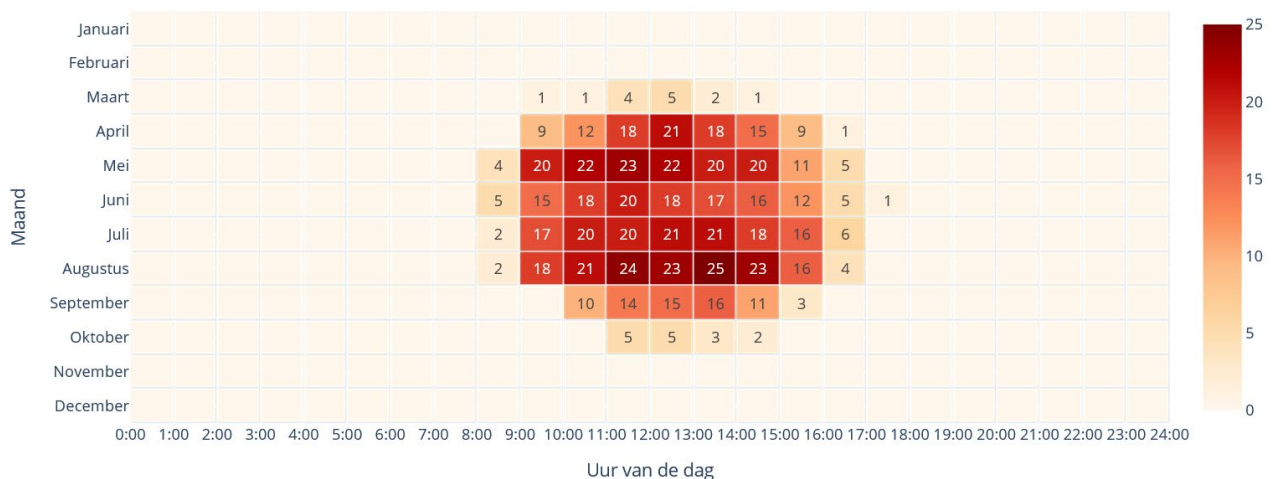


Figuur 6.4.2 Een voorbeeld van een vermogensstroom grafiek. Deze grafiek bevat niet de specifieke data gebruikt in dit rapport.

In het figuur 6.4.2 “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 Netcode 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.

6.4.3 Heatmap

Heatmap (aantal overschrijdingen)



Figuur 6.4.3. Een voorbeeld van een vermogensstroom grafiek. Deze grafiek bevat niet de specifieke data gebruikt in dit rapport.

In figuur 6.4.3 “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.

6.5 Vermogensstromen op kritieke assets

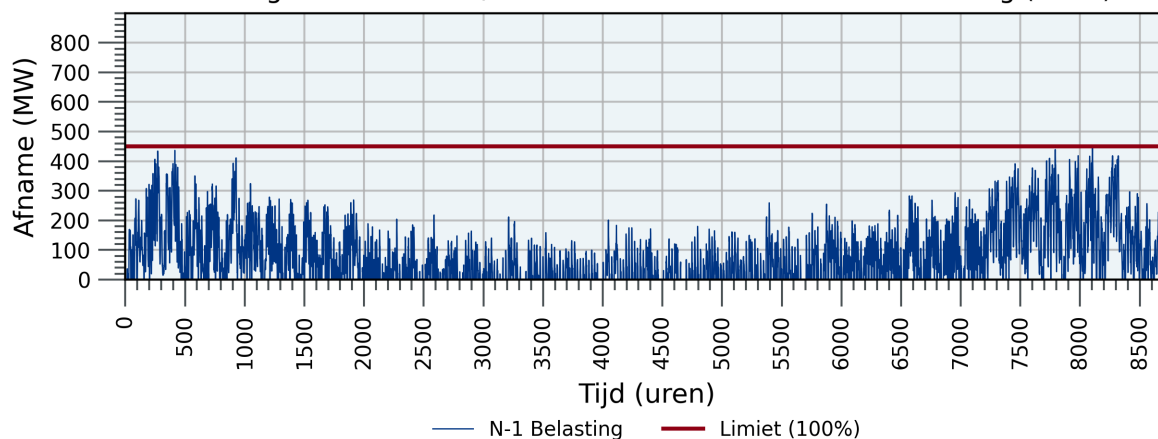
Onderstaande grafieken laten de belastingontwikkeling op diverse kritieke assets (verbindingen en/of koppeltransformatoren) in Noord-Brabant zien. Deze assets zijn:

- 380/150 kV-transformator Geertruidenberg
- 150 kV-verbinding Helmond Oost – Helmond Zuid
- 150 kV-verbinding Geertruidenberg – Waalwijk
- 150 kV-verbinding Tilburg Noord – Tilburg Zuid

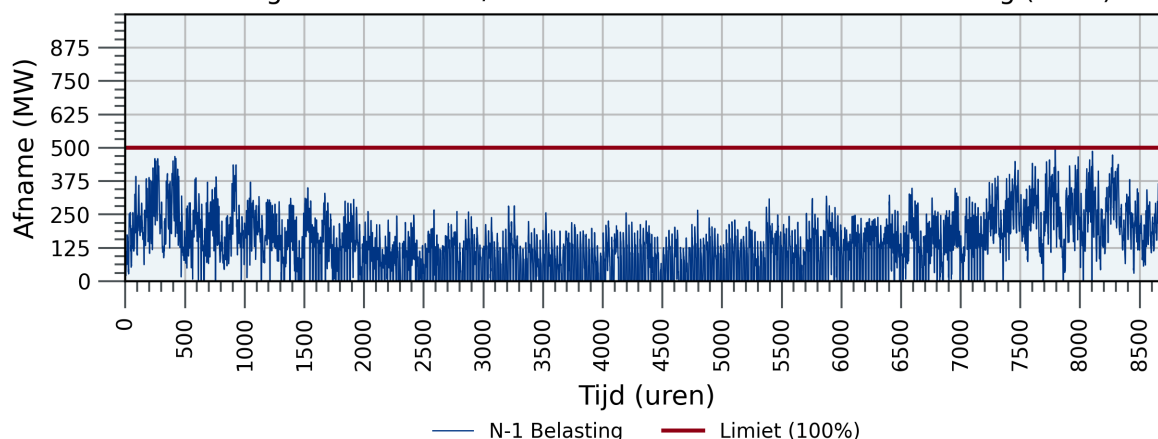
De weergegeven vermogensstromen zijn de verwachte vermogensstromen inclusief regelbaar vermogen en klantinpassing zoals omschreven in hoofdstuk 2. Alle vermogensstromen zijn voor de N-1 situatie weergegeven.

6.5.1 380/150 kV-transformator Geertruidenberg

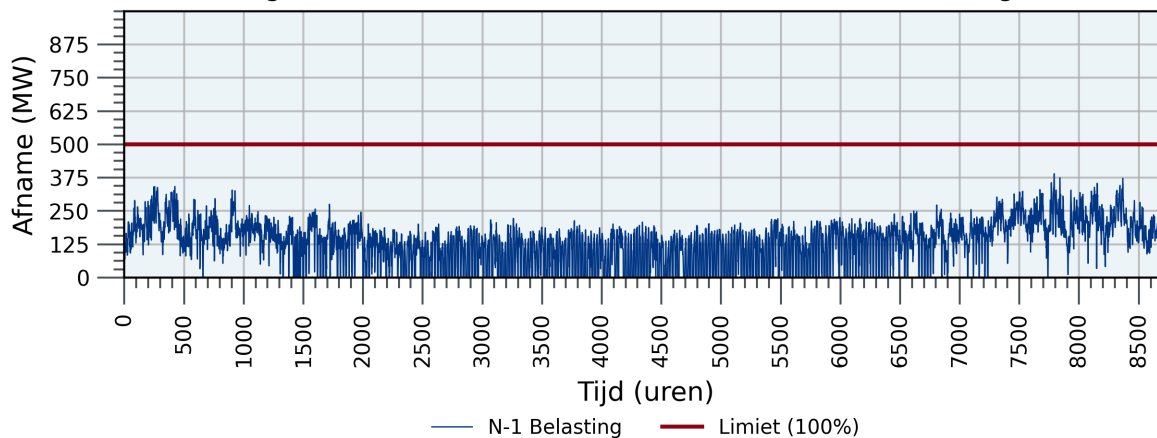
Vermogensstroom 380/150 kV-transformator: Geertruidenberg (2026)



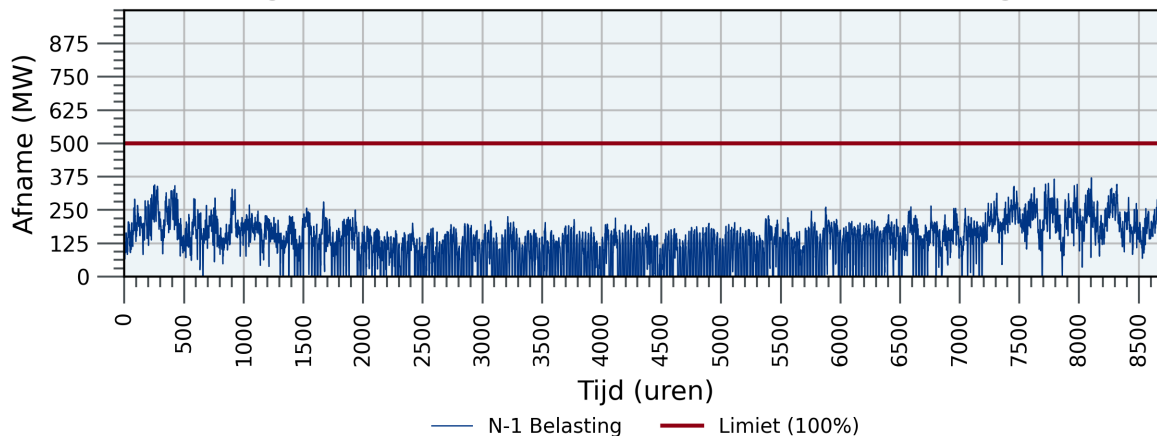
Vermogensstroom 380/150 kV-transformator: Geertruidenberg (2027)



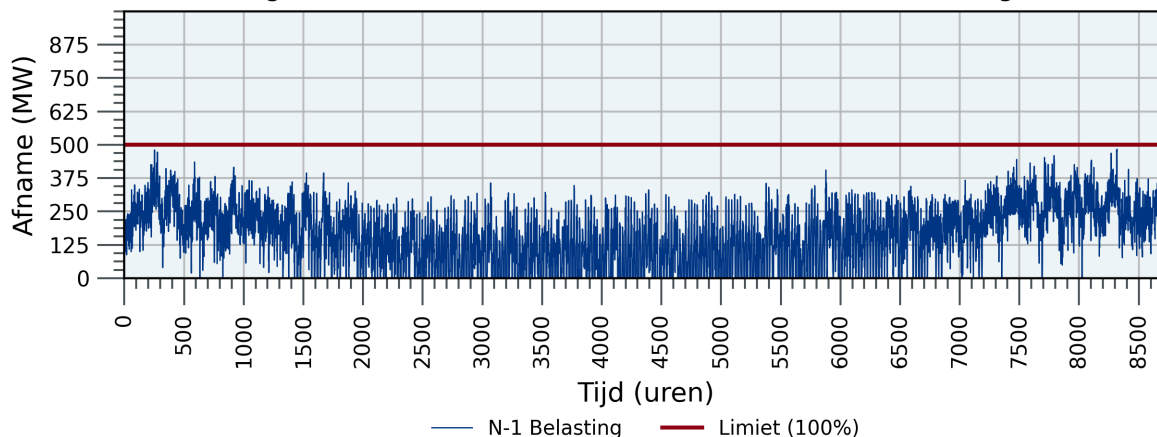
Vermogensstroom 380/150 kV-transformatoren: Geertruidenberg (2028)



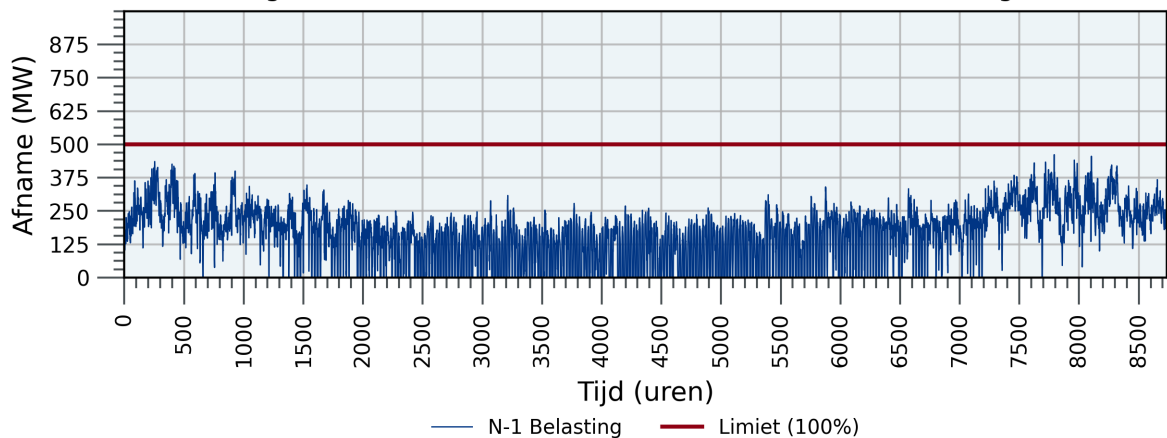
Vermogensstroom 380/150 kV-transformatoren: Geertruidenberg (2029)



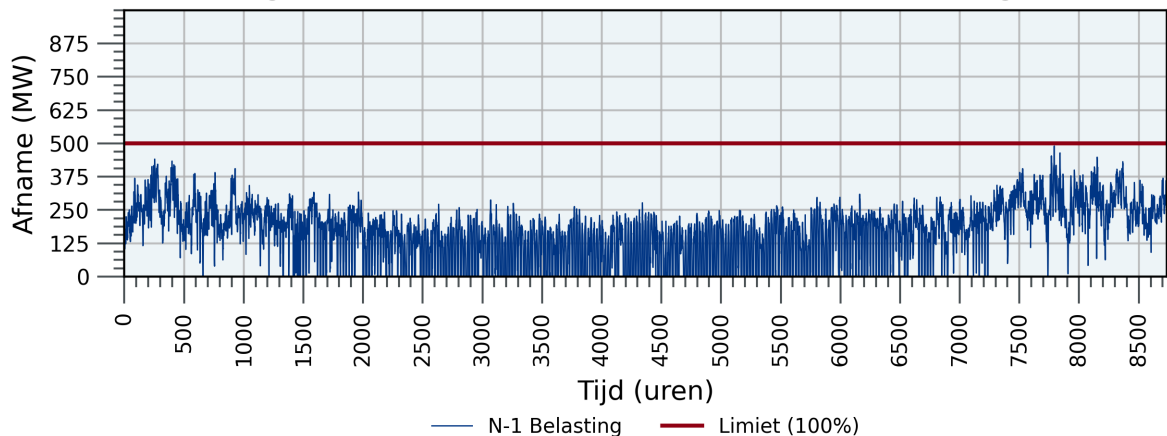
Vermogensstroom 380/150 kV-transformatoren: Geertruidenberg (2030)



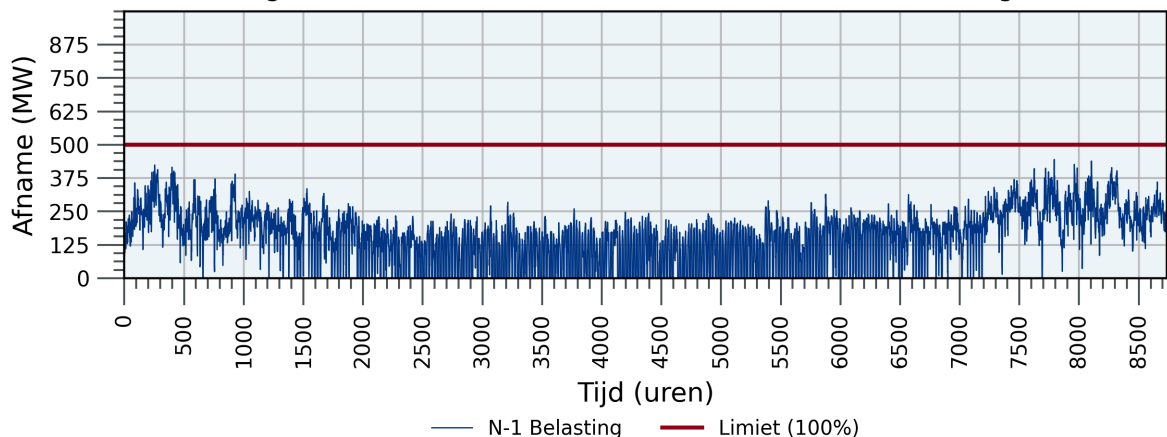
Vermogensstroom 380/150 kV-transformatoren: Geertruidenberg (2031)



Vermogensstroom 380/150 kV-transformatoren: Geertruidenberg (2032)

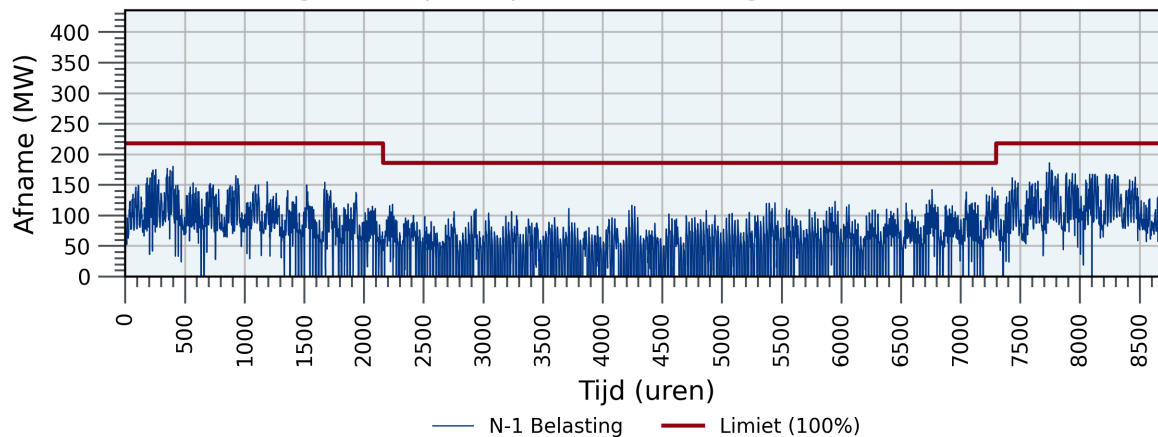


Vermogensstroom 380/150 kV-transformatoren: Geertruidenberg (2033)

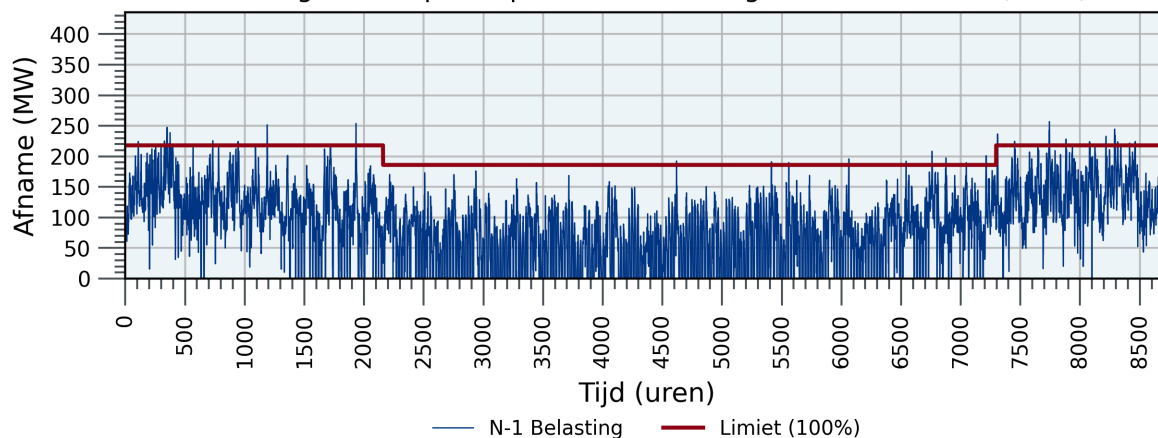


6.5.2 150 kV-verbinding Helmond Oost – Helmond Zuid

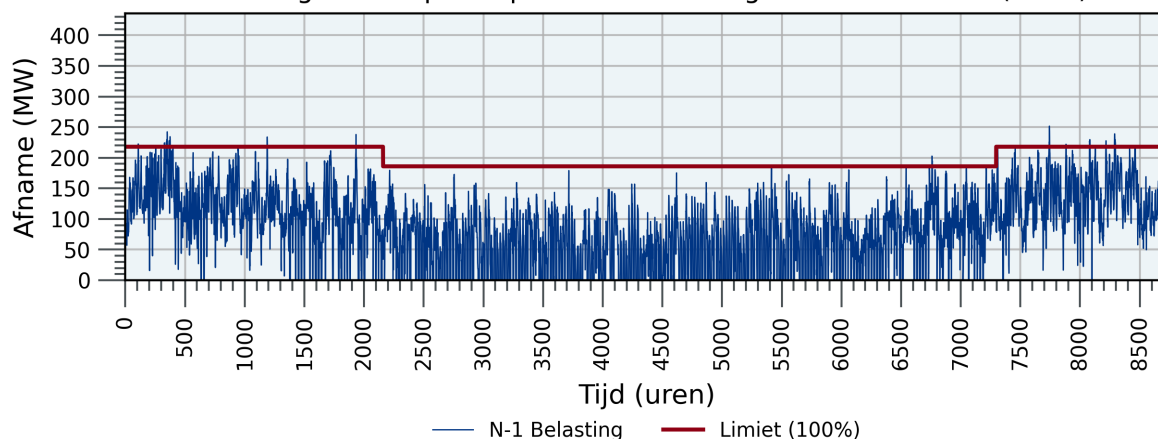
Benodigde transportcapaciteit verbinding: HMO-HMZ150 Z (2029)



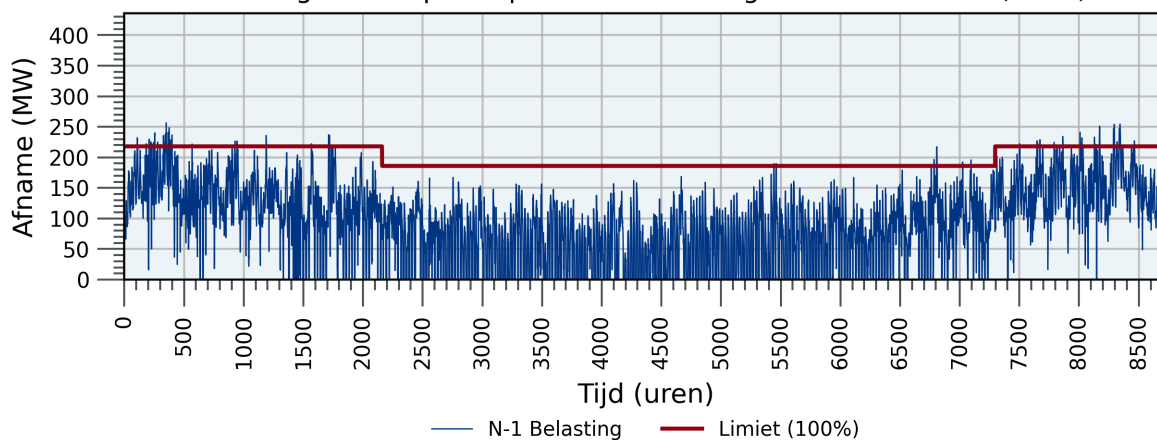
Benodigde transportcapaciteit verbinding: HMO-HMZ150 Z (2030)



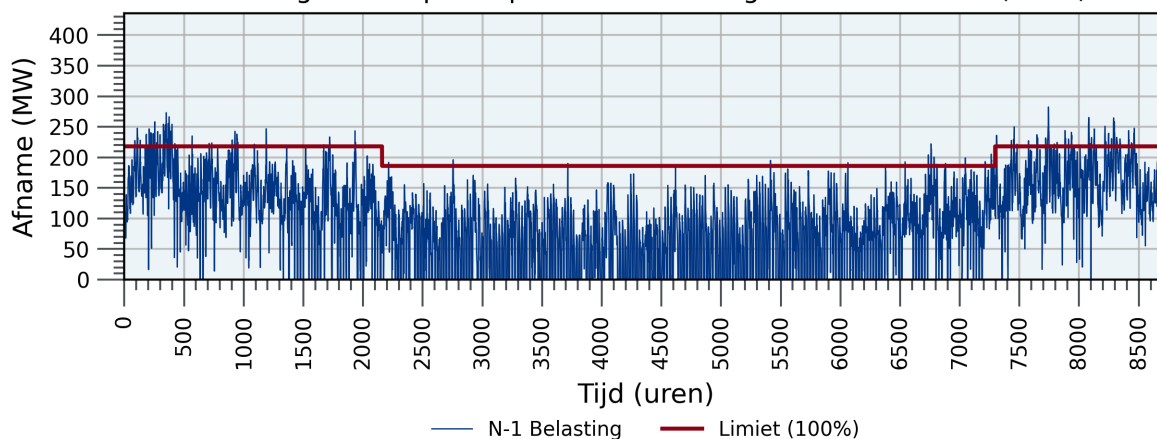
Benodigde transportcapaciteit verbinding: HMO-HMZ150 Z (2031)



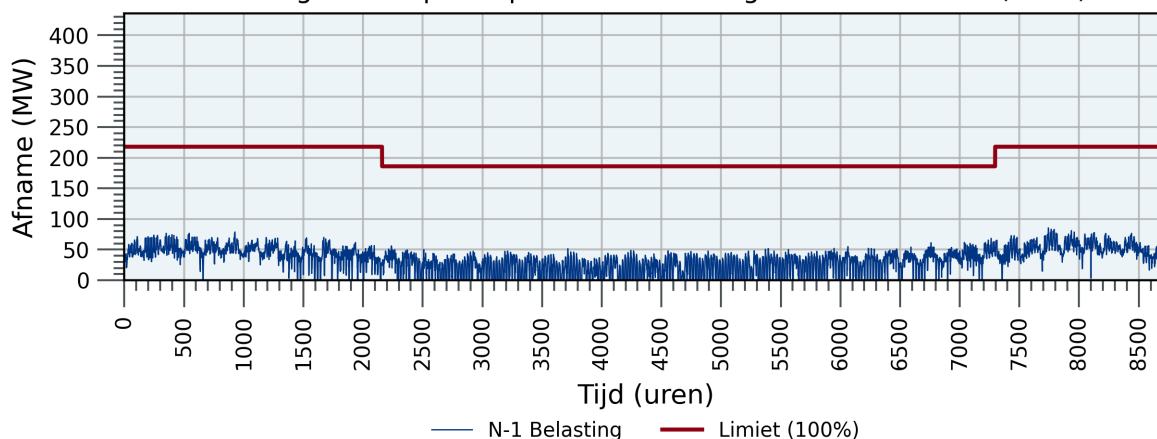
Benodigde transportcapaciteit verbinding: HMO-HMZ150 Z (2032)



Benodigde transportcapaciteit verbinding: HMO-HMZ150 Z (2033)

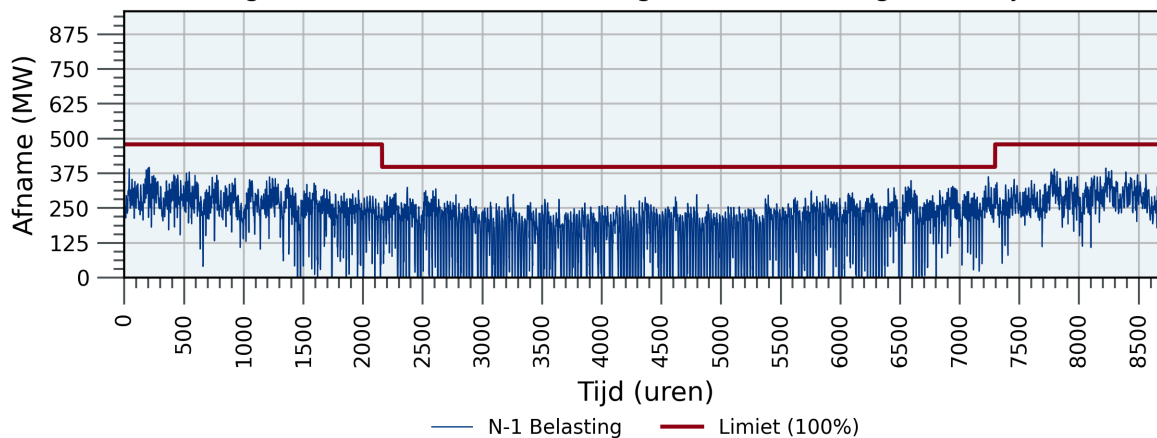


Benodigde transportcapaciteit verbinding: HMO-HMZ150 Z (2034)

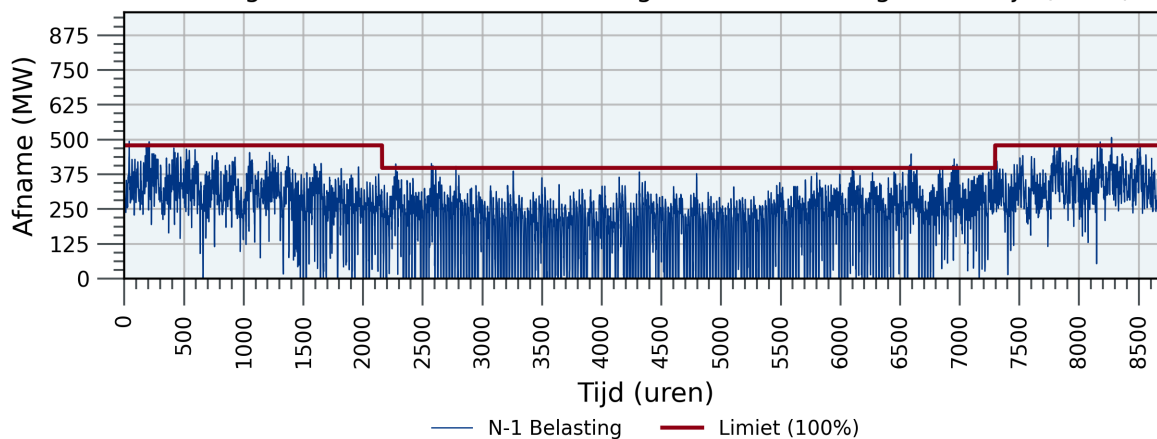


6.5.3 150 kV-verbinding Geertruidenberg – Waalwijk

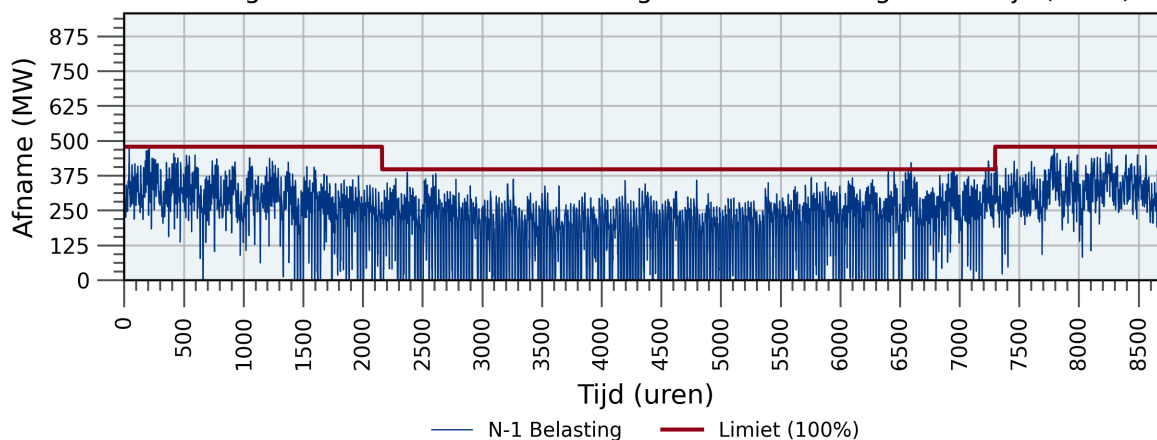
Vermogensstroom 150 kV-verbinding: Geertruidenberg - Waalwijk (2027)



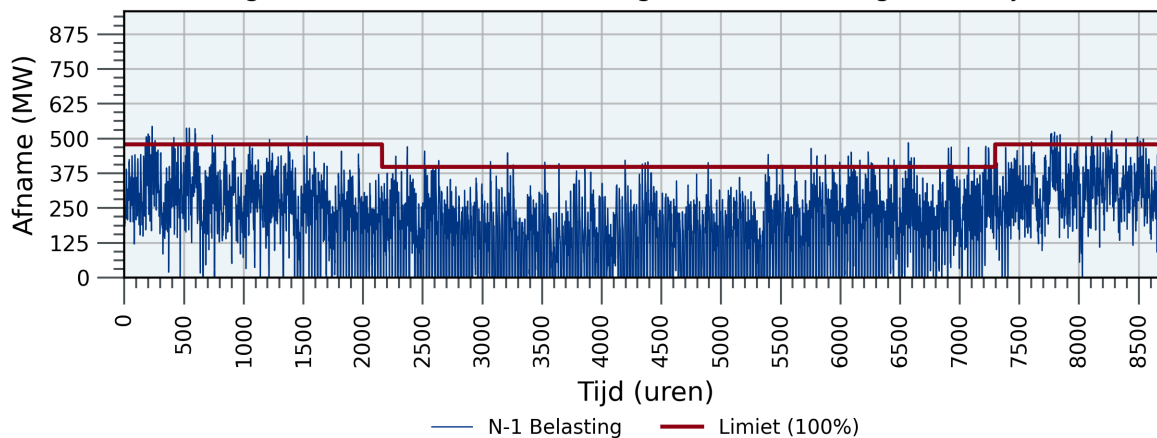
Vermogensstroom 150 kV-verbinding: Geertruidenberg - Waalwijk (2028)



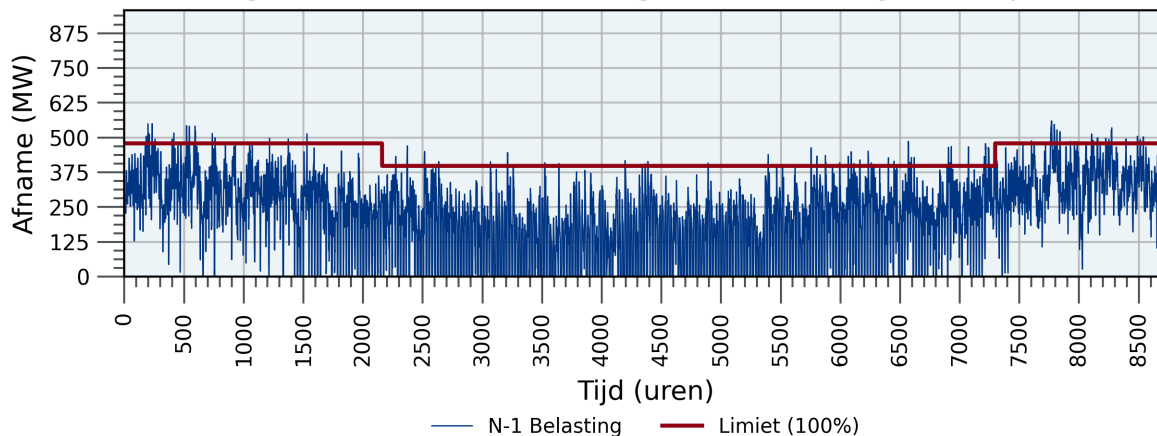
Vermogensstroom 150 kV-verbinding: Geertruidenberg - Waalwijk (2029)



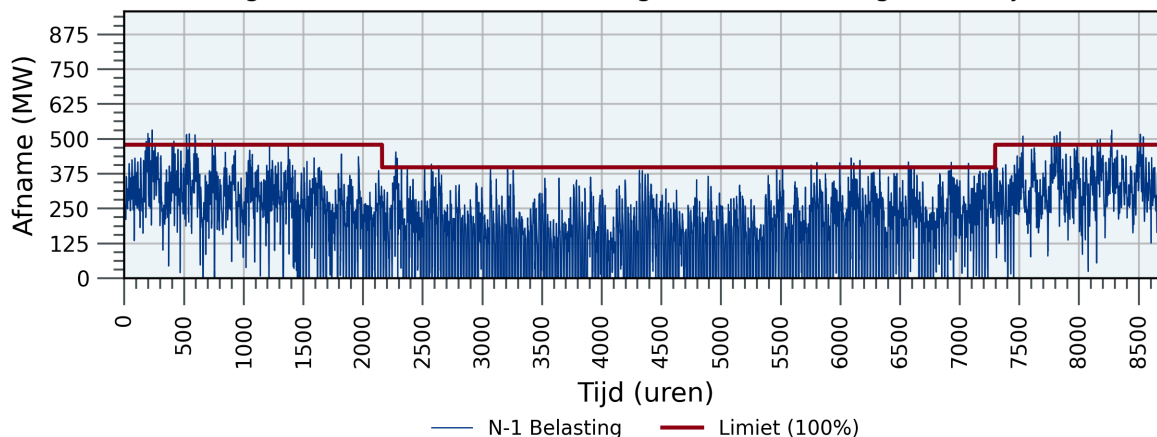
Vermogensstroom 150 kV-verbinding: Geertruidenberg - Waalwijk (2030)



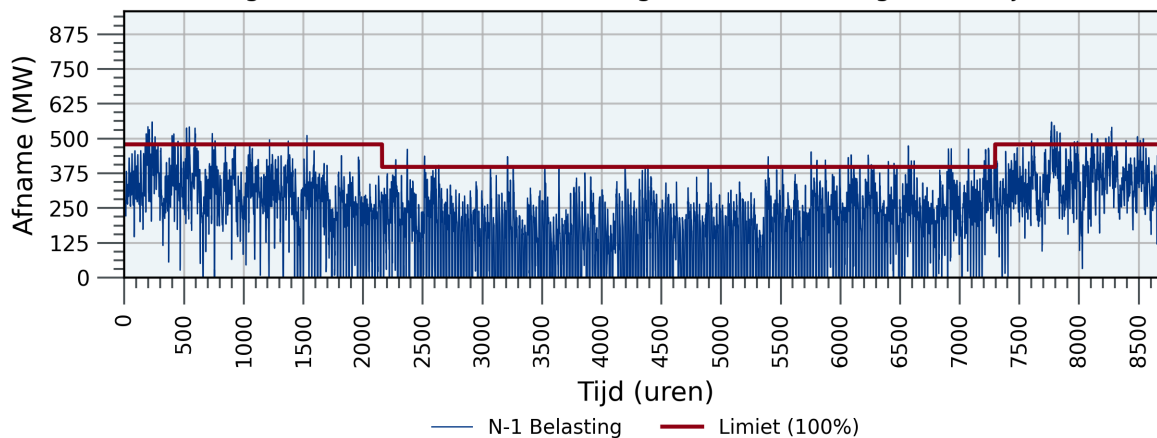
Vermogensstroom 150 kV-verbinding: Geertruidenberg - Waalwijk (2031)



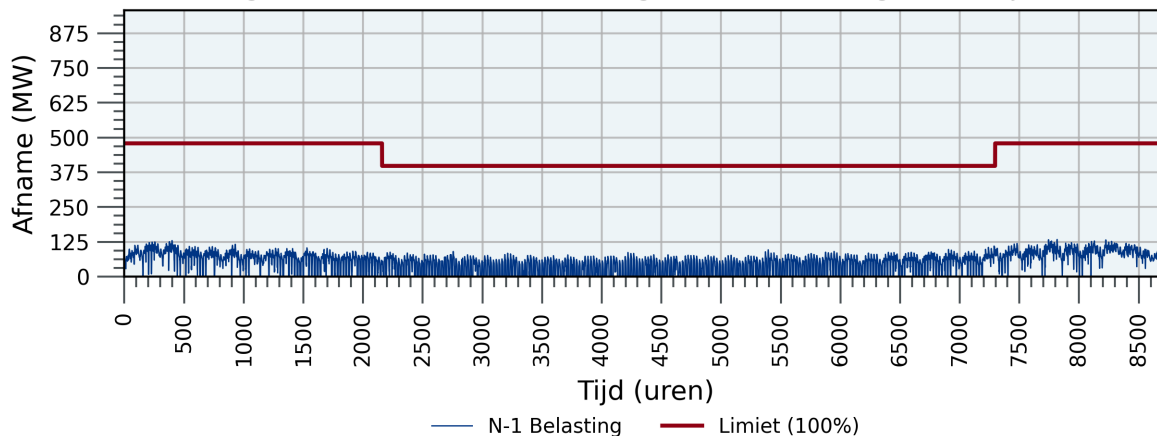
Vermogensstroom 150 kV-verbinding: Geertruidenberg - Waalwijk (2032)



Vermogensstroom 150 kV-verbinding: Geertruidenberg - Waalwijk (2033)

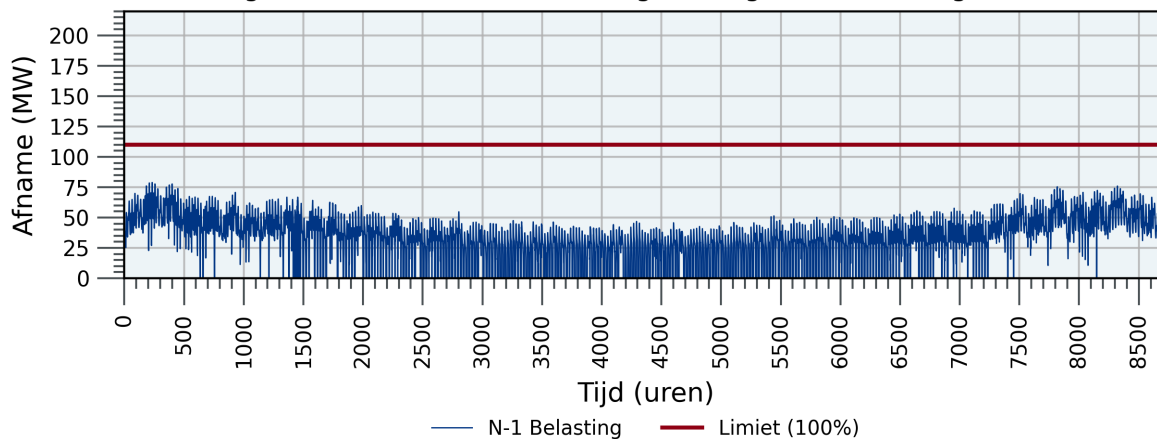


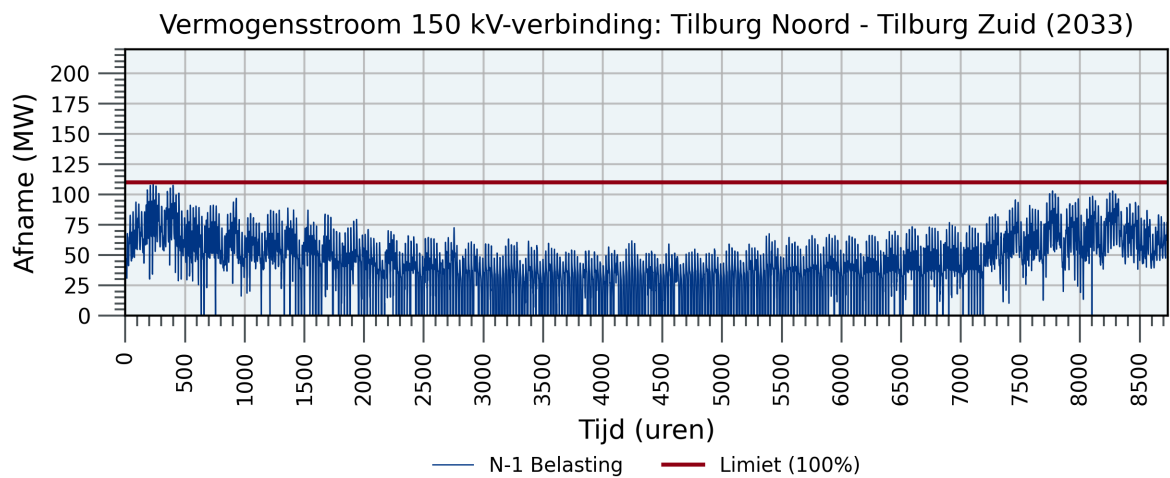
Vermogensstroom 150 kV-verbinding: Geertruidenberg - Waalwijk (2034)



6.5.4 150 kV-verbinding Tilburg Noord – Tilburg Zuid

Vermogensstroom 150 kV-verbinding: Tilburg Noord - Tilburg Zuid (2032)





Omdat de verzwaring van de 150 kV-verbinding Tilburg Noord – Tilburg Zuid (A-1000329) nog in de studiefase is, is het nog niet bekend welke limiet de verbinding precies zal krijgen in 2033-2036. Het is daarom niet mogelijk de situatie zonder congestie in beeld te brengen. De limiet zal dusdanig gekozen worden, dat alle klanten ruimschoots kunnen worden ingepast.

