



# Investeringsplan Net op land 2022-2031

12 september 2022

## Inhoud

<b>Voorwoord</b>	<b>3</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>6</b>
<b>2 Totaaloverzicht</b>	<b>14</b>
<b>3 Methodiek</b>	<b>19</b>
<b>4 Ontwikkelingen en scenario's</b>	<b>37</b>
<b>5 Capaciteitsknelpunten en uitbreidingsinvesteringen</b>	<b>56</b>
<b>6 Projecten Rijkscoördinatierегeling (RCR)</b>	<b>98</b>
<b>7 Kwaliteitsknelpunten en vervangingsinvesteringen</b>	<b>112</b>
<b>8 Functionaliteitsuitbreidingen</b>	<b>122</b>
<b>9 Klantaansluitingen en reconstructies</b>	<b>125</b>
<b>Overzicht wijzigingen ten opzichte van vorige versie</b>	<b>130</b>
<b>Bijlage: Assetrisicoregister TenneT</b>	<b>132</b>



# Voorwoord





**We bevinden ons in een uitdagend tijdperk waarin de klimaatambities groot zijn en blijven groeien. Dit heeft grote gevolgen voor het elektriciteitsnet en de impact op het investeringsportfolio van TenneT is duidelijk zichtbaar. Tegelijkertijd ligt er een significante onderhoudsopgave om het bestaande net nu en in de toekomst betrouwbaar te houden. In dit Investeringsplan Net op land beschrijven we de behoefte aan investeringen in de netten voor de komende tien jaar. Een uitdaging die vraagt om slimme oplossingen en brede samenwerking om de overgang naar een duurzaam energiesysteem tijdig en tegen de laagste maatschappelijke kosten te realiseren. Het maken van keuzes is hierbij onontkoombaar. Ook voor TenneT.**

Er liggen ambitieuze klimaatplannen op tafel. In het Klimaatakkoord zijn afspraken gemaakt om op diverse fronten te gaan verduurzamen. Met alle sectoren zijn plannen gemaakt en die worden steeds concreter, maar ze zijn nog in beweging. Zo moet iedere regio in Nederland bijdragen met extra duurzame opwek als alternatief voor conventionele centrales, die uit het landschap zullen verdwijnen. In totaal is afgesproken dat in 2030 35 terawattuur aan elektriciteit wordt geproduceerd met behulp van wind of zon op land. Met de industrie zijn verder afspraken gemaakt om de uitstoot van CO<sub>2</sub> fors te verminderen, bijvoorbeeld door over te stappen op elektriciteit in hun productieprocessen.

Naast de nationale ambities zijn afgelopen zomer ook de Europese ambities concreet geworden, die zijn gepresenteerd in de Green Deal. Europa wil in 2030 de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 55 procent terugbrengen ten opzichte van 1990 en in 2050 het eerste klimaat-neutrale continent zijn. In die transitie wordt elektriciteit gezien als de spil in de CO<sub>2</sub>-reductie. De Green Deal voorziet in een verdere versnelling om tot een schone energievoorziening te komen op weg naar 2050, met onder meer een grote rol voor offshore wind.

### **Duurzame opwek en elektrificatie vragen extra netcapaciteit**

Al deze ontwikkelingen hebben impact op het elektriciteitsnet, dat oorspronkelijk niet is ontworpen voor de nieuwe werkelijkheid. Aan de productiezijde vraagt het aansluiten van duurzame energiebronnen om forse uitbreiding en aanpassing van de netten. Op zee met het aansluiten van nieuwe windparken via nieuwe offshore verbindingen, op land met het aansluiten van zonneparken en windparken in regio's waar ruimte is. Aan de vraagzijde moet een toenemende elektrificatie op gang komen als alternatief voor het gebruik van fossiele brandstoffen. Denk aan de verduurzaming van de industrie en aan

de komst van miljoenen laadpalen en warmtepompen. Ook de digitalisering van de maatschappij, de economische groei en de ontwikkeling van de woningbouw zorgen voor een toename van de vraag naar elektriciteit en de daarbij behorende behoefte aan netcapaciteit.

Samen met de regionale netbeheerders en Gasunie zijn verschillende scenario's doorgerekend en afgestemd, zowel op basis van de nationale plannen als de internationale ambities. Deze scenario's vormen het uitgangspunt voor het investeringsportfolio voor het landelijke hoogspanningsnet voor de komende tien jaar.

Concreet verwacht TenneT een toename van de investeringen in het elektriciteitsnet, maar de exacte omvang wordt pas in de volgende IP-cyclus concreet. In iedere provincie zullen het komende decennium aanzienlijke investeringen worden gedaan om aan de groeiende vraag naar elektriciteit te voldoen.

De verwachting is dat de investeringen gaan oplopen, maar dat het maken van keuzes een dempend effect kan hebben. De exacte omvang voor de komende 10 jaar is afhankelijk van de keuzes die TenneT gaat maken en de werkelijke ontwikkeling van de door-gerekende scenario's. Een verdere prioritering is noodzakelijk om de maakbaarheid van het IP reëel te houden en ruimte te houden in een volgende IP-cyclus om ontwikkelingen uit processen zoals het PIDI, MIEK, CES en RES in te kunnen passen.

### **Grote onderhoudsopgave**

Naast uitbreiding en versterking van de netten om aan de groeiende capaciteitsvraag te voldoen, ligt er ook een grote onderhoudsopgave voor TenneT. Een aanzienlijk deel van het hoogspanningsnet bereikt het einde van de technische levensduur en dient te worden vervangen en gemoderniseerd. De komende jaren verwacht TenneT dat ongeveer 30 procent van



het werk aan het net op land gericht zal zijn op het onderhoud aan de netten. Dit zijn werkzaamheden die cruciaal zijn om de hoge leveringszekerheid (99,99% en hoger) te blijven realiseren, zeker in een toekomst waarin de maatschappij steeds afhankelijker wordt van elektriciteit.

### Uitdagingen

Het groeiende portfolio van TenneT brengt de nodige uitdagingen met zich mee. In de gehele sector is er een groeiend tekort aan technici om al het werk uit te voeren. Waar techniekstudies krimpen, komen er in de sector tussen de 23.000 tot 28.000 extra banen beschikbaar. Daarnaast worden materialen die nodig zijn voor de projecten en het onderhoud steeds schaarser. Ook ruimtelijke inpassing van nieuwe infrastructuur blijft een uitdaging, zowel onshore als offshore. Tenslotte moet het licht blijven branden tijdens het uitvoeren van onze werkzaamheden. Vanwege het toenemende transport wordt het steeds moeilijker om momenten te vinden waarop werkzaamheden aan de netten veilig kunnen plaatsvinden. Dit vergt zowel nationaal als internationaal zorgvuldige afstemming met stakeholders.

### Vergroten van uitvoeringscapaciteit

Al deze ontwikkelingen hebben afgelopen jaren duidelijk gemaakt dat een tijdige aansluiting op het net niet langer vanzelfsprekend is. Dit vraagt om oplossingen, waar we volop aan werken. Op de eerste plaats wil TenneT komende jaren de uitvoeringscapaciteit verdubbelen. De organisatie maakt al een spectaculaire ontwikkeling door en zal de komende jaren in omvang groeien naar 10.000 werknemers. In de uitvoering wordt tevens ingezet op efficiency om meer werk te kunnen verzetten. Hierbij wordt ook de samenwerking met gespecialiseerde aannemers geïntensiveerd. Met langjarige contracten worden zij ingezet om werkzaamheden aan de netten uit te voeren.

### Innovaties

Op de tweede plaats zet TenneT in op innovaties om het bestaande net waar mogelijk slimmer te benutten, zodat extra investeringen of werk aan de netten wordt voorkomen. Zo nemen we dit jaar voor het eerst de vluchtstrook (reservecapaciteit) van het elektriciteitsnet in gebruik, waarvan bijvoorbeeld zonneparken gebruik kunnen maken. Daarnaast kijken we met de markt naar verschillende manieren om vraag en aanbod beter op elkaar af te stemmen. Verder gaan we inzetten

op mobiele installaties die tijdelijk de functie van het net overnemen, zodat we veilig aan het net kunnen werken met behoud van de leveringszekerheid.

### Brede samenwerking

Tenslotte is brede samenwerking cruciaal. De overgang naar een duurzame energievoorziening is een van de grootste naoorlogse vraagstukken, die iedereen raakt. Van het inpassen van een nieuw hoogspanningsstation tot het maken van keuzes welke aanpassingen de hoogste prioriteit hebben. Dit vraagt om intensieve samenwerking en een resultaatgerichte houding van overheden, netbeheerders, industrie, belangenorganisaties en de omgeving. Uit de reacties op de consultatie kwam daarbij van diverse stakeholders de vraag om meer duidelijkheid te geven over de doorlooptijden van projecten.

TenneT heeft in de eerste helft van 2022 de plannen van de opgenomen projecten nader onderzocht. In deze juli-versie van het IP2022 geeft TenneT de resultaten weer van de deze analyse. In voorkomende gevallen bleek herprioritering noodzakelijk om te komen tot een maakbaar portfolio voor de zichtperiode van dit investeringsplan. Door toepassing van een prioriteringskader ontstaat een gebalanceerd investeringsportfolio waarin zowel ruimte is voor uitbreiding van het hoogspanningsnet, als voor het noodzakelijke onderhoud van de huidige installaties.

### Maarten Abbenhuis

COO TenneT





# 1 Inleiding





**TenneT is bij wet aangewezen als netbeheerder van het landelijk hoogspanningsnet in Nederland en in die hoedanigheid verantwoordelijk voor de aanleg en het beheer van dit net. Het is de taak van TenneT om te zorgen voor een veilig en betrouwbaar net dat de verbinding vormt tussen elektriciteitsproducenten en verbruikers.**

TenneT wil de leveringszekerheid van elektriciteit waarborgen en meewerken aan de ontwikkeling van een geïntegreerde en duurzame elektriciteitsmarkt in Noordwest-Europa. Waarborging van de leveringszekerheid is voor TenneT niet alleen een wettelijke plicht, maar ook het leidende principe in haar taakuitvoering. Daarnaast is het de taak van TenneT om elektriciteitsproducenten en verbruikers toegang tot het net te verlenen en te voorzien in de behoefte aan transportcapaciteit. Om aan deze opdrachten te kunnen voldoen, investeert TenneT in projecten die geïdentificeerde knelpunten in het landelijk hoogspanningsnet oplossen. Circa 60% daarvan is nodig voor uitbreiding van het net, het resterend deel voor vervangingsinvesteringen en voor overige investeringen. In dit investeringsplan (IP) beschrijft en onderbouwt TenneT - met de kennis van nu - de voorziene investeringen voor de zichtperiode van 2022 tot en met 2031.

## 1.1 Wettelijk kader

De grondslag voor het IP is artikel 21 van de Elektriciteitswet 1998 (E-wet). Dit artikel schrijft voor dat TenneT tweejaarlijks een IP dient op te stellen waarin alle noodzakelijke uitbreidings- en vervangingsinvesteringen worden beschreven en onderbouwd.

Uit de E-wet volgt de toepasselijkheid van de AMvB<sup>1</sup> en MR<sup>2</sup> waarin de wettelijke eisen worden gedetailleerd. Deze regelgeving wordt toegepast op dit IP.

Uit de E-wet volgt eveneens de toepasselijkheid van de Netcode elektriciteit ten aanzien van de netontwerpcriteria. Omdat er ten aanzien van de netontwerpcriteria sprake is van discrepantie tussen de E-wet en de Netcode elektriciteit, heeft het Ministerie van EZK een aantal vrijstellingen op de E-wet doorgevoerd middels een uitbreiding op de AMvB. In deze AMvB zijn uitzonderingen opgenomen op de wettelijke norm van de enkelvoudige storingsreserve als bedoeld in artikel 31, twaalfde lid, van de E-wet (zie de uitleg in hoofdstuk 3.3).

Op bepaalde projecten van nationaal belang is de Rijkscoördinatieregeling (RCR) van toepassing. Uitbreidingen van het landelijk hoogspanningsnet op een spanningsniveau van 220 kV en hoger vallen in principe automatisch onder de RCR. De RCR is bedoeld om het bestuursrechtelijke besluitproces te versnellen, zonder dat dit ten koste gaat van de zorgvuldigheid van de besluitvorming en met behoud van de mogelijkheid van inspraak door belanghebbenden.

In de Wet Onafhankelijk Netbeheer (WON) is geregeld dat netten vanaf 110 kV eigendom van TenneT moeten zijn met uitzondering van netten waar een zogenaamde cross-borderlease (CBL) constructie op rust. Deze uitzondering is van toepassing op het 150 kV-net in het Randmerengebied. Dit net is in eigendom van Liander. Aangezien TenneT de asset managementtaken voor dit net heeft, stelt TenneT een apart IP voor dit net op, dat Liander, als eindverantwoordelijk netbeheerder, bij de ACM indient.

- 1) Besluit van 16 oktober 2018, houdende regels over investeringsplannen voor elektriciteitsnetten en gastransportnetten en enkele andere onderwerpen (Besluit investeringsplan en kwaliteit elektriciteit en gas).
- 2) Regeling van de Minister van Economische Zaken en Klimaat van 7 november 2018, nr. WJZ/18038636, houdende nadere regels over het investeringsplan en het kwaliteitsborgingssysteem van beheerders van elektriciteitsnetten en gastransportnetten en enkele andere onderwerpen (Regeling investeringsplan en kwaliteit elektriciteit en gas).



Conform artikel 21 van de E-wet toetst de ACM of de investeringsplannen van de netbeheerders in redelijkheid tot stand gekomen zijn. Naar aanleiding van deze toets heeft de ACM op 28 maart 2022 een bindende gedragslijn opgelegd aan TenneT en Liander ter aanpassing van de ontwerp investeringsplannen van het TenneT Net op land en het 150 kV-net Randmeren<sup>3</sup>. De ACM miste in deze ontwerp investeringsplannen onder andere de beschrijving van het gebruikte prioriteringskader en een volledig knelpuntenoverzicht.

<sup>3</sup>) <https://www.acm.nl/nl/publicaties/bindende-gedragslijn-voor-investeringsplannen-van-door-tennet-beheerde-netten>

Deze zogenoemde 'juli-versie' bevat de opvolging van deze bindende gedragslijn. Achter in dit investeringsplan is een overzicht opgenomen van de wijzigingen ten opzichte van de 'januari-versie', die op 3 januari 2022 bij de ACM en EZK is ingediend.

## 1.2 Afstemming met andere netbeheerders

Voor dit IP hebben GTS en TenneT samen met de regionale netbeheerders een set aan scenario's ontwikkeld. Hierdoor is geprobeerd om in de IP's van alle netbeheerders een consistent vertrekpunt te hanteren voor wat betreft de verwachte ontwikkelingen in de Nederlandse energiemarkt. Ook werkt TenneT samen met buitenlandse netbeheerders in onder andere ENTSO-E verband. De resultaten van deze samenwerking worden in dit IP gebruikt (zie uitleg in hoofdstuk 4).

Daarnaast is TenneT voortdurend in gesprek met de regionale netbeheerders bij het vaststellen en het oplossen van knelpunten in de aansluiting van de regionale elektriciteitsnetten op het landelijk hoogspanningsnet. In de scenarioanalyse gebruiken alle netbeheerders de uitgangspunten zoals geformuleerd in het Klimaatakkoord. Tussen dit IP van TenneT en dat van de regionale netbeheerders zijn echter verschillen waar te nemen. De reden hiervoor is met name gerelateerd aan de doorlooptijden die TenneT en de regionale netbeheerders nodig hebben om te komen tot een investeringsplan. De sterk vermaasde netstructuur van TenneT maakt dat de analyses en berekeningen die TenneT moet maken complex zijn en veel tijd in beslag nemen. Dit heeft onder meer als consequentie dat de regionale netbeheerders recentere data in hun berekeningen kunnen meenemen dan TenneT. Ten opzichte van het IP2020 is het verschil tussen het moment van vaststellen van de data door TenneT, respectievelijk door de regionale netbeheerders al wel terug gebracht. Desondanks kunnen uit de investeringsplannen van de regionale netbeheerders investeringen voor TenneT volgen - zoals nieuwe stations of stationsuitbreidingen - die nog niet in dit IP zijn opgenomen. Veelal zullen dit investeringen zijn die door de regionale netbeheerders nog als studieprojecten worden aangemerkt. Naast het gebruik van recentere data door de regionale netbeheerders kan een aanleiding voor verschillen zijn dat regionale netbeheerders vanwege de beperktere vermazing van hun netten knelpunten berekenen op basis van piektransporten. Na de publicatie van de IP's zullen de netbeheerders in dergelijke gevallen gezamenlijk een oplossingsrichting bepalen op basis van de Samenwerkingscode.

Bij de analyse van de capaciteitsknelpunten voor het landelijk hoogspanningsnet is tevens de behoefte aan transport voor de ontsluiting van het net op zee meegenomen. De investeringen in het net op zee zelf beschrijft TenneT - in haar rol als netbeheerder van het net op zee - in het Investeringsplan 2022-2031 Net op zee.



### 1.3 Zichtperiode investeringsplan

Conform artikel 2.1 van de AMvB is de zichtperiode van elk IP tien jaar. De eerste vijf jaar van de zichtperiode (2022 tot en met 2026) hebben een grotere mate van zekerheid dan de latere jaren. In dit IP geraamde kosten en planningen in de tweede helft van de zichtperiode (2027 tot en met 2031) zijn daarom nog 'in potlood geschreven'. De doorlooptijd voor de aanleg van (nieuwe) verbindingen is in de praktijk echter vaak zelfs meer dan tien jaar. Het is daarom belangrijk om reeds in een vroeg stadium inzicht te hebben in mogelijke toekomstige ontwikkelingen. Hiertoe stelt TenneT apart langetermijnvisies op.

### 1.4 Aggregatieniveau

In dit IP worden investeringen op geaggregeerd niveau gekwantificeerd. Als aggregatieniveau voor uitbreidingsinvesteringen in capaciteit is gekozen voor een onderverdeling in twee delen: het 380 kV- en 220 kV-net enerzijds en de 150 kV- en 110 kV-netten anderzijds. Deze onderverdeling verschaft inzicht in de investeringen in netten met een hoofdzakelijk nationale en internationale transportfunctie (380 kV- en 220 kV-net) en de investeringen in de netten die een regionale en provinciale functie hebben (150 kV- en 110 kV-netten).

Voor de vervangingsinvesteringen en uitbreidingsinvesteringen in functionaliteit is als aggregatieniveau gekozen voor een samenvoeging van het 380 kV- en 220 kV-net en de 150 kV- en 110 kV-netten. Daarvoor is gekozen omdat de focus bij deze investeringen ligt op componenten die op alle netvlakken kunnen voorkomen. Verschillende vervangingsprogramma's bevatten daarom onderdelen die zowel gericht zijn op het 380/220 kV-netvlak als op de 150/110 kV-netvlakken.

Projecten die vallen onder de Rijkscoördinatieregeling (RCR) worden op projectniveau behandeld, vanwege hun grote financiële of strategische belang.

### 1.5 Investeren in tijden van grote dynamiek

De energietransitie genereert grote uitdagingen voor TenneT. Zeker is dat de transitie substantiële uitbreiding van het hoogspanningsnet zal vragen, maar net als bij het opstellen van het vorige IP (IP2020 Net op land) is er nog grote onzekerheid waar, wanneer en in welke mate aanvullende behoefte aan aansluit- en transportcapaciteit zal ontstaan. Er wordt door verschillende partijen in toenemende mate gewerkt aan de planmatige invulling van maatregelen voor de verduurzaming van het energiesysteem, bijvoorbeeld bij het opstellen van de Regionale Energiestrategieën (RES'en), de Cluster Energie Strategieën (CES'en) en het Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat (MIEK). Echter, niet al deze maatregelen zijn op tijd beschikbaar om te kunnen worden meegenomen in dit IP en/of zijn nog onvoldoende concreet om investeringen op te baseren. Ook over de ontwikkelingen in de omliggende landen en de invloed daarvan op het hoogspanningsnet in Nederland bestaat nog veel onzekerheid.

De dynamiek rondom de behoefte aan capaciteit van het hoogspanningsnet speelt niet alleen op het gebied van de energietransitie. De digitalisering van de maatschappij, de economische groei en de ontwikkeling van de woningbouw zorgen voor een toename van de vraag naar elektriciteit en de daarbij behorende behoefte aan netcapaciteit. Dit maakt de situatie waarin de investeringsportfolio voor met name capaciteitsuitbreidingen worden opgesteld uiterst



complex en dynamisch. Door te werken met drie scenario's wordt die complexiteit en dynamiek zoveel mogelijk geadresseerd. Ook wordt geprobeerd om de netberekeningen te baseren op zo actueel mogelijke informatie. Het IP is een ijkpunt in een cyclisch proces met een ritme van tweejaarlijkse actualisering. Daarom is informatie, die na maart 2021 beschikbaar is gekomen niet meer verwerkt in dit IP.

## 1.6 Investeren in tijden van schaarste

TenneT heeft de laatste 3-4 jaar te maken met een sterk toegenomen vraag naar aansluit- en transportcapaciteit in Nederland. In drie jaar tijd is de vraag naar aansluitingen verdrievoudigd. Dit vraagt om forse uitbreidingen van het net. Die uitbreidingen kosten veel tijd, met name door ruimtelijke ordeningsprocedures. Daardoor kon een tijdelijke mismatch tussen de uitbreiding van het net en de vraag naar capaciteit niet worden voorkomen.

Deze mismatch wordt versterkt door een chronisch tekort aan technici en door de interne capaciteit en doorlooptijd, die het opleiden en trainen van nieuwe medewerkers vraagt.

Daarnaast is netuitbreiding niet de enige uitdaging voor TenneT. Een aanzienlijk deel van TenneT's 110kV- en 150 kV-stations heeft de end-of-life-cycle bereikt. In de komende jaren moeten ruim honderd hoogspanningsstations worden vervangen. Dit is een serieuze uitdaging en vraagt veel inzet van geld en middelen, opdat TenneT ook in de toekomst de leveringszekerheid kan garanderen.

Om deze uitdagingen het hoofd te kunnen bieden, zet TenneT ook volop in op innovaties om het bestaande net intensiever te benutten en uitbreidingen te voorkomen, zoals het inzetten van de vluchtstrook van het hoogspanningsnet. Ook participeert TenneT actief in nieuwe ontwikkelingen zoals opslag en de inzet van waterstof, die nog aan het begin van de ontwikkeling staan.

Bovendien zal TenneT de organisatie komende jaren verder versterken. De komende jaren zal TenneT groeien naar 10.000 werknemers. Naast het aannemen en opleiden van meer, vooral technische, medewerkers probeert TenneT de productiviteit verder te verhogen door innovatie, standaardisatie, innovatieve afspraken met leveranciers en verbetering van de interne processen.

Desondanks overschrijdt de omvang van de portfolio momenteel de maximale absorptiecapaciteit van de organisatie. Niet alles kan tegelijk. Er moeten - voor zover netbeheerders daar wettelijk de ruimte voor hebben - prioriteiten worden gesteld. Omdat bij een dergelijke prioritering al snel sprake is van keuzes tussen maatschappelijke belangen, zijn het rijk en de regionale overheden met de netbeheerders in overleg om op landelijk en regionaal niveau een structuur voor programmering en prioritering te ontwikkelen. Dat overleg biedt veel perspectief, maar de urgentie voor prioritering is al actueel. Daarom is TenneT in het najaar van 2021 gestart met een herprioritering van de portfolio. Hiervoor heeft TenneT de resourcebehoefte van de projecten gedetailleerder in kaart gebracht. Dit investeringsplan bevat de inbedrijfname-data (IBN-data) die voortkomen uit deze herprioritering. In hoofdstuk 3 (Methodiek) van dit IP staat beschreven hoe de IBN-data van de projecten zijn bepaald.

## 1.7 Tijdigheid van investeringen

Het prioriteren van investeringen brengt onlosmakelijk met zich mee dat verschillende knelpunten later worden opgelost dan het geval zou zijn zonder resourcebeperkingen. Daarnaast is mogelijke schaarste aan kritieke resources niet de enige factor die een rol speelt bij de planning (en mogelijke vertraging) van een investering. Zo is de inbedrijfname-datum sterk afhankelijk van de dynamiek van de planologische fase, zoals de doorlooptijd van vergunningsaanvragen en mogelijke inspraakprocedures. De afstemming met stakeholders zoals gemeentes, provincies en grondeigenaren kan tot nieuwe inzichten leiden. Soms leiden onvoorziene ontwikkelingen in de ontwerpfase tot een aanpassing van de gewenste scope. Maar ook de planning van de uitvoering zelf is complex. Zo moeten investeringsprojecten in dezelfde regio zodanig gepland worden, dat de betrouwbaarheid van de elektriciteitsvoorziening niet in gevaar komt: er kan niet overal tegelijk gewerkt worden. Ook moet er in de uitvoeringsfase veelal rekening worden gehouden met weersomstandigheden en andere externe factoren, zoals het ecologische randvoorwaarden. Waar dit nuttig en doelmatig is, worden meerdere werkzaamheden op een locatie mogelijk gecombineerd. Deze complexiteit zorgt ervoor dat een wijziging in de planning van een investering veelal niet één oorzaak heeft, maar volgt uit een samenloop van omstandigheden. Mede door deze complexiteit rijst de vraag of de oplossingen in dit investeringsplan 'op tijd' zijn, en wanneer dat niet het geval is, wat de gevolgen hiervan zijn.

In het risicoregister van TenneT, dat als bijlage is toegevoegd bij dit investeringsplan, heeft ieder knelpunt een datum dat deze actueel wordt. De interpretatie van deze 'actueeldatum' verschilt echter per categorie knelpunt, waardoor deze in verschillende mate als streefdatum kan worden gehanteerd.

Bij capaciteitsknelpunten wordt door middel van scenario's een mogelijk toekomstbeeld doorgerekend, waardoor potentiële knelpunten op voorhand worden geïdentificeerd. Voor capaciteitsknelpunten geldt dan ook dat TenneT in beginsel het knelpunt opgelost wil hebben voordat deze actueel wordt. Soms is op moment dat het knelpunt wordt geïdentificeerd al duidelijk dat dit niet haalbaar is. Zo kan de verwachte doorlooptijd van de investering, die voor een groot deel wordt beïnvloed door ruimtelijke procedures, langer zijn dan de resterende periode totdat het knelpunt actueel wordt. In deze en andere gevallen waarin er een mismatch is tussen de actueeldatum van het knelpunt en de verwachte ingebruikname-datum van de investering, zijn veelal operationele maatregelen mogelijk om het knelpunt tijdelijk te adresseren. Mocht het knelpunt daadwerkelijk optreden, dan wordt hiermee het effect voorkomen. Als operationele maatregelen niet mogelijk zijn, heeft TenneT de mogelijkheid om congestiemanagement toe te passen. Geeft dit ook niet voldoende ruimte, dan zal TenneT per aangeslotene de mogelijkheid van een flexibel aansluitcontract onderzoeken. In een uiterste situatie zal transport moeten worden geweigerd.

Voor kwaliteitsknelpunten hanteert TenneT vooralsnog geen concrete streefdatum per investering. Bij kwaliteitsknelpunten wordt de identificatie namelijk gerelateerd aan de actuele toestand van componenten en niet aan een mogelijk toekomstbeeld. Als de Health Index (zie hoofdstuk 7) boven een bepaalde drempelwaarde komt, is dat een signaal om een mogelijk knelpunt te identificeren en een maatregel in te plannen. De actueeldatum wordt gelijkgesteld aan de identificatiedatum van het knelpunt en ligt daarom per definitie eerder in de tijd dan de mitigatie ervan. Dat is geen probleem: de drempelwaarde is zo gekozen dat er nog voldoende tijd is om het risico op te lossen en, in het kader van efficiëntie, de maatregel waar mogelijk te combineren met andere werkzaamheden. Kwaliteitsknelpunten



omvatten doorgaans een populatie van componenten. Het risico wordt vanaf het moment van identificeren stapsgewijs gemitigeerd, waar mogelijk door vervangingen toe te voegen aan de scope van bestaande programma's. Om te voorkomen dat kwaliteitsknelpunten onvoldoende aandacht krijgen, worden er binnen het gehanteerde prioriteringskader specifiek resources gereserveerd voor kwaliteitsinvesteringen, zoals vervangingen en functionaliteitsuitbreidingen. Dit prioriteringskader wordt in paragraaf 3.7 nader toegelicht.

Een toename van kwaliteitsknelpunten kan leiden tot een verminderde leveringszekerheid. Kwaliteits- en functionaliteitsinvesteringen zijn echter niet de enige maatregel waarmee storingen en onderbrekingen worden voorkomen. Regulier en periodiek onderhoud is hiervoor ook zeer belangrijk. In het prioriteringskader worden daarom op voorhand resources toegekend aan onderhoud. Onderhoudsactiviteiten maken echter geen deel uit van dit investeringsplan.

Voor klantaansluitingen en reconstructies is het streven dat de investering gereed is wanneer de klant of opdrachtgever dat wenst. Wanneer dit niet lukt, zal een klant later aangesloten moeten worden, en/of op een andere locatie dan zijn eerste voorkeur had. Omdat een klant enkel gebruik kan maken van de aansluiting als er ook voldoende transportcapaciteit is in het achterliggende net, wordt er in het prioriteringskader onderscheid gemaakt tussen klantaansluitingen waarvoor geen diepere netinvestering benodigd is, en klantaansluitingen waarvoor dat wel nodig is.

In hoofdstuk 2 wordt inzichtelijk gemaakt hoe de totale risicopositie van het landelijk hoogspanningsnet zich ontwikkelt ten gevolge van de in dit IP beschreven investeringen. In hoofdstuk 3 wordt de methodiek van het identificeren van een knelpunt, het definiëren van een maatregel én het, waar nodig, prioriteren in detail besproken.

## 1.8 Reacties op zienswijzen

TenneT heeft 34 zienswijzen binnengekregen op het Ontwerp investeringsplan Net op land. Deze komen van provincies, gemeenten, industrie en belangenverenigingen. Een groot aantal reacties gaat in op de voorgenomen planningen van de projecten en de data waarop nieuwe assets in gebruik worden genomen. Er wordt onder meer teleurstelling uitgesproken over de haalbaarheid van eigen doelstellingen.

TenneT begrijpt de teleurstelling die stakeholders afgeven. In het geconsulteerde ontwerp investeringsplan hield TenneT bij de opgenomen projecten een conservatieve datum voor de oplevering aan. TenneT hanteerde daar namelijk een zogenaamde verwachtingswaarde. Deze waarde hield rekening met historisch opgedane (portfolio) ervaringen met aspecten die projecten kunnen vertragen, van projectrisico's tot vergunningverlening. Deze methodiek heeft TenneT in deze juli-versie van het ontwerp investeringsplan losgelaten en vervangen door een methode waarin explicieter rekening is gehouden met de resourcevraag van de individuele projecten. Dit betekent dat in sommige gevallen verwachte opleveringsdata nauwkeuriger kunnen worden aangegeven. Deze detaillering is gedaan voor de projecten met een zichtperiode tot vijf jaar. Voor de projecten die in de zichtperiode tussen de zes en tien jaar liggen, is dit op dit moment nog lastig in te schatten. Hiervoor geeft TenneT met een bandbreedte aan wanneer een project hoogstwaarschijnlijk wordt opgeleverd.

## 1.9 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft met een totaaloverzicht van de voorgenomen investeringen van TenneT en de bijbehorende risicopositie van de knelpunten. Hoofdstuk 3 beschrijft de methodiek waarmee dit investeringsplan tot stand is gekomen. Hoofdstuk 4 beschrijft de ontwikkelingen en scenario's gedurende de zichtperiode van het IP. Hoofdstuk 5 geeft de capaciteitsknelpunten en uitbreidingsinvesteringen weer. In hoofdstuk 6 worden de RCR-investeringen verder in detail beschreven. Hoofdstuk 7 beschrijft de kwaliteitsknelpunten en de vervangingsinvesteringen, hoofdstuk 8 de functionaliteitsuitbreidingen en tot slot geeft hoofdstuk 9 een overzicht van de klantaansluitingen en reconstructies.



# 2 Totaaloverzicht

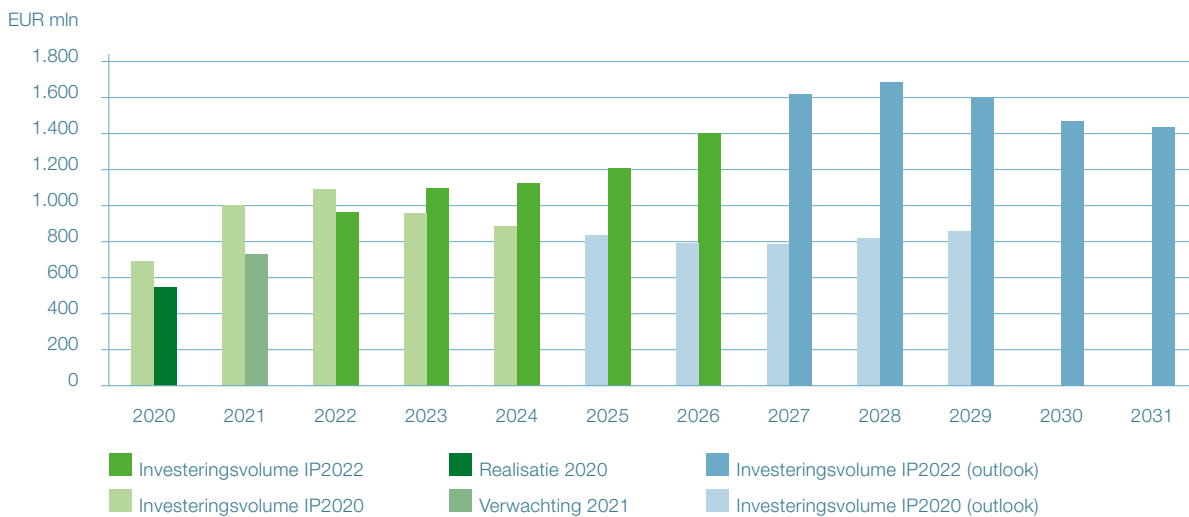


## 2.1 Totaaloverzicht investeringen

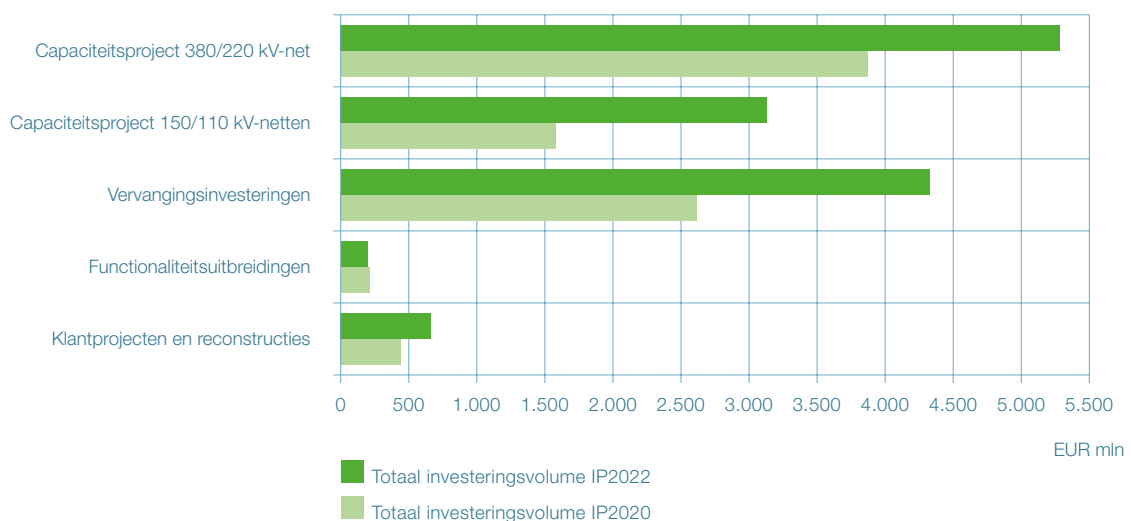
Dit IP beschrijft de door TenneT voorgenomen investeringen in het landelijk hoogspanningsnet voor de periode 2022-2031. TenneT investeert in deze periode naar verwachting tussen EUR 10 en 13,6 miljard. Grotendeels worden deze investeringen gedaan ter mitigatie van de gerapporteerde knelpunten. Daarnaast bevat het portfolio klantgedreven investeringen.

Figuur 2.1 toont de maximale verwachting van het totale investeringsvolume uitgesplitst naar jaarlagen. In de figuur is zowel het verwachte investeringsvolume uit het vorige IP (2020-2029) als de nieuwe verwachting (2022-2031) weergegeven. Telkens is de verwachting in de tweede vijf jaar van de zichtperiode van een IP in een andere kleur weergegeven (outlook), omdat de onzekerheid over deze laatste periode nog vrij groot is. Daarnaast is voor 2020 de realisatie in beeld gebracht en voor 2021 een update van de verwachting (d.d. september). Figuur 2.2 splitst het maximum investeringsvolume voor 10 jaar op in categorieën die worden behandeld in hoofdstukken 5, 7, 8 en 9. Voor IP2020 is dat de periode 2020-2029 en voor IP2022 de periode 2022-2031. De RCR-projecten, die in hoofdstuk 6 in meer detail worden beschreven, maken onderdeel uit van de uitbreidingsinvesteringen (hoofdstuk 5).

Figuur 2.1: Totaaloverzicht investeringsvolume van het landelijk hoogspanningsnet



Figuur 2.2: Totale investeringsvolume per categorie





## 2.2 Totaaloverzicht assetrisicopositie

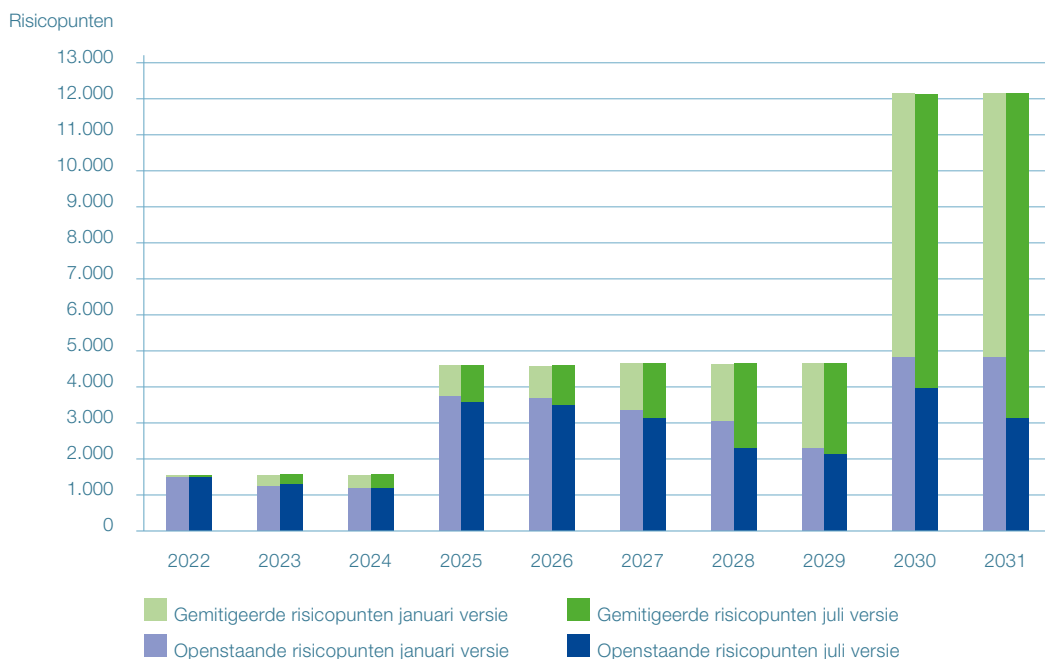
Door capaciteits- en kwaliteitstekorten en externe invloeden ontstaan knelpunten in het net. De ernst van een knelpunt wordt door TenneT weergegeven in een risicoscore: een combinatie van de kans dát het knelpunt optreedt en de gevolgen áls het knelpunt optreedt. De optelsom van de risicoscores van alle knelpunten in het net geeft de totale assetrisicopositie (aantal risicopunten) van TenneT weer.

In figuur 2.3 is de assetrisicopositie van TenneT gedurende de zichtperiode van dit IP weergegeven. De totale hoogte (het blauwe en groene gedeelte bij elkaar opgeteld) van de kolommen geeft het aantal risicopunten van alle knelpunten weer. De donkere staven in de grafiek (rechterhelft van elke staaf) geven de situatie van dit geactualiseerde IP weer, de lichte staven betreffen de situatie uit het IP van 1 januari 2022. Voor projecten die een bandbreedte kennen voor de IBN-datum is in figuur 2.3 het midden van de bandbreedte gebruikt. De steekjaren 2022, 2025 en 2030 geven een herijking van het aantal risicopunten aan, vanwege de doorrekening van de scenario's naar (capaciteits)knelpunten.

Een risico wordt gemitigeerd door een maatregel. Dat kan een tijdelijke maatregel zijn - een operationele maatregel - of een definitieve maatregel - een investering in het net. Wanneer de investering is voltooid, is daarmee het knelpunt en dus het risico gemitigeerd, wat de risicopositie van TenneT verlaagt. Dit komt tot uitdrukking in de jaren tussen de steekjaren, waarin het aantal openstaande risicopunten (blauwe deel van de kolom) kleiner wordt.

De stijging van de risicopunten in 2025 en 2030 is de uitkomst van de netberekeningen met de in hoofdstuk 4 beschreven scenario's. Vooral in 2030 is de impact van het nationale drijfveer scenario goed te zien. Knelpunten die alleen binnen het nationale drijfveer scenario optreden, vertegenwoordigen 40% van de risicopunten in 2030. Zoals hierboven aangegeven kent ieder knelpunt een kans van optreden. Naarmate een steekjaar verder in de toekomst ligt, kent de inschatting van deze kans een grotere onzekerheid. Daarom is het van belang deze knelpunten te blijven herijken, zodat alleen geïnvesteerd wordt als het knelpunt zich daadwerkelijk dreigt voor te doen.

Figuur 2.3: Totale risicopositie van het landelijk hoogspanningsnet

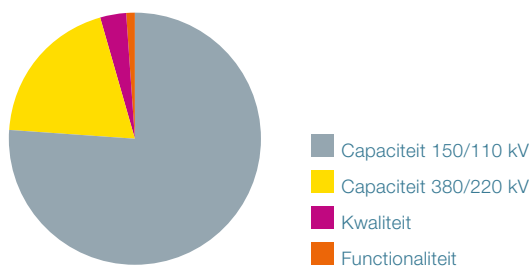


De hoeveelheid gemitigeerde risicopunten is sterk afhankelijk van de datum van inbedrijfname (IBN) van investeringen. Het verschil in risicopositie tussen deze versie van het IP en de versie van januari is te karakteriseren als een kleine toename in openstaande risicopositie in de eerste jaren van de zichtperiode en een afname van de openstaande risicopositie in de latere jaren. Dit is te verklaren doordat (het midden van de bandbreedte van) de IBN-data in dit IP voor veel projecten eerder in de tijd is dan in het vorige IP gemeld. Voor een aantal projecten is de IBN-datum later, maar het effect van de eerder in de tijd geplaatste IBN-datums is groter dan dat van de later in de tijd geplaatste IBN-datums.

De klantgedreven investeringen die momenteel in het portfolio van TenneT staan, zie hoofdstuk 5, zijn niet risicogedreven en leveren daarmee geen directe bijdrage aan de assetrisicopositie van TenneT. Deze projecten en ook het realiseren van klantaansluitingen vragen echter wel capaciteit van de uitvoeringsorganisatie van TenneT die dan niet besteed kan worden aan activiteiten die de risicopositie wel verlagen. Een indirecte bijdrage aan de assetrisicopositie is dan ook een hoger aantal openstaande risicopunten. Een andere invloed van de klantaanvragen op de risicopositie is dat de vraag naar en aanbod van elektriciteit die met de nieuwe aansluitingen gerealiseerd wordt, leidt tot nieuwe capaciteitsknelpunten en een verergering van bestaande capaciteitsknelpunten. Ook dit leidt tot een toename van de openstaande risicopunten.

In figuur 2.4 is voor 2030 de bijdrage van de verschillende type knelpunten aan het totaal aantal risicopunten weergegeven. De capaciteitsknelpunten in de 150/110 kV-netten leveren de grootste bijdrage aan de assetrisicopositie.

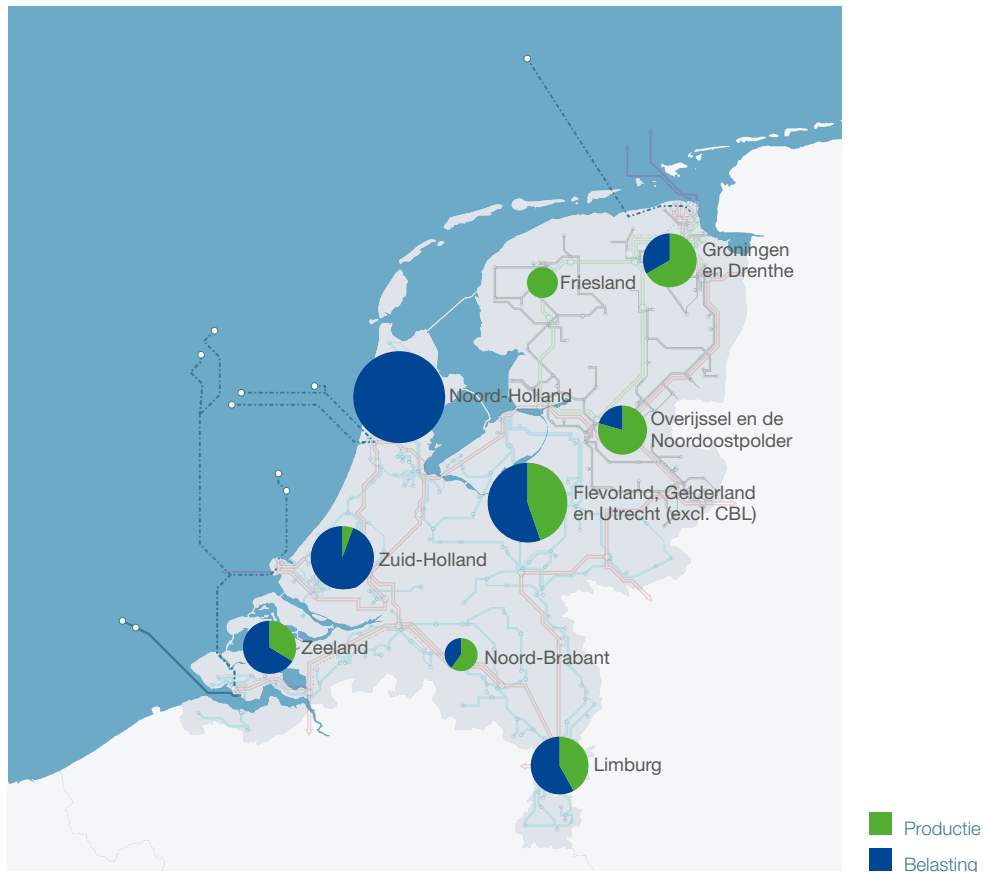
Figuur 2.4 Verdeling risicopunten in 2030 over de type knelpunten





In figuur 2.5 is verder ingezoomd op het soort capaciteitsknelpunten dat ontstaat in 2030 in de 150/110 kV-netten. Per deelnet geeft de grootte van de cirkel het aandeel van risicopunten weer. Daarnaast is per capaciteitsknelpunt in 2030 nagegaan wat de primaire oorzaak ervan is - productie of belasting (elektriciteitsvraag). Doordat elektriciteitsproductie en -vraag geografisch of in de tijd niet goed op elkaar passen, is transportcapaciteit naar andere gebieden nodig. Hiervoor moeten de 150/110 kV-netten verzwaard worden.

Figuur 2.5: Risicoprofiel van capaciteitsknelpunten op de 150/110 kV-netten in 2030, onderverdeeld naar productie en belasting als primaire oorzaak





# 3 Methodiek





### 3.1 Overzicht

Dit hoofdstuk beschrijft de methodiek die TenneT heeft gehanteerd om te komen tot de resultaten die in hoofdstuk 4 tot en met 9 van dit IP worden beschreven. TenneT investeert risico-gedreven. Dit houdt in dat risicoanalyses op de capaciteit en de kwaliteit van het net bepalen waar investeringen vereist zijn. Figuur 3.1 toont het proces dat TenneT toepast om deze risico's te identificeren en daarvoor investeringsprojecten te definiëren.

Stap 1 en 2 zijn verschillend voor risico's met betrekking tot respectievelijk capaciteit en kwaliteit van het net, stap 3 en 4 zijn voor alle risico's gelijk. Paragraaf 3.2 en 3.3 beschrijven stap 1 en 2 voor risico's met betrekking tot capaciteit van het net die uiteindelijk resulteren in de portfolio voor uitbreidingsinvesteringen. Eenzelfde risico-gedreven methodiek resulteert in de uitbreidingsinvesteringen in functionaliteit. Paragraaf 3.4 beschrijft deze stappen voor risico's met betrekking tot kwaliteit die resulteren in de portfolio vervangingsinvesteringen. Paragraaf 3.5 beschrijft stap 3 en paragraaf 3.6 beschrijft stap 4 voor beide processen. De investeringen in klantaansluitingen en reconstructies worden uitgevoerd op initiatie van derden en zijn daardoor niet risico-gedreven.

Figuur 3.1: Hoofdstappen in proces voor bepaling investeringsportfolio



### 3.2 Stap 1/capaciteit: In kaart brengen ontwikkelingen en scenario's

Om een betrouwbare raming van de capaciteitsbehoefte voor het landelijk hoogspanningsnet op te stellen, is het van belang een goed inzicht te hebben in de toekomstige inzet van productievermogen en de ontwikkeling van de elektriciteitsvraag en het belastingpatroon, zowel in Nederland als in de ons omringende landen. Op basis hiervan kunnen de toekomstige elektriciteitsstromen over het net worden gesimuleerd, waarmee mogelijke knelpunten in het net worden vastgesteld. De toekomstige inzet van productievermogen wordt berekend met behulp van marktsimulaties, die op basis van een gegeven scenario de meest kosteneffectieve inzet van productievermogen berekenen. De scenario's bevatten een set data die een beeld vormen van de elektriciteitsmarkt in een toekomstig jaar. Figuur 3.2 laat de stappen zien die nodig zijn om te komen tot deze scenario's. Deze stappen worden hieronder verder gedetailleerd.

Figuur 3.2: Methodiek voor in kaart brengen ontwikkelingen en scenario's





### Stap 1.1: In kaart brengen van ontwikkelingen

De ontwikkelingen ten aanzien van de Nederlandse energievoorziening spelen een belangrijke rol bij de vaststelling van de toekomstige capaciteitsbehoefte voor de elektriciteitsvoorziening. Tevens is het van belang om goed te kijken naar de ontwikkelingen in andere Europese landen, omdat de Nederlandse elektriciteitsmarkt niet los van ontwikkelingen in Europese (buur)landen kan worden beschouwd. Bij het in kaart brengen van deze ontwikkelingen maakt TenneT gebruik van zowel interne als externe bronnen van informatie. De Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050 (I3050) is gebruikt om de scenario's consistent te laten aansluiten bij de lange-termijndoelen voor het jaar 2050 ten aanzien van verduurzaming. Tabel 4.2 (aan het eind van hoofdstuk 4) beschrijft de bronnen die voor dit IP zijn gehanteerd.

Het resultaat van deze stap 1.1 is een overzicht van de mogelijke ontwikkelingen die van belang zijn voor de ontwikkeling van het net, uitgesplitst in verschillende categorieën elektriciteitsvraag en categorieën productie, import en export van elektriciteit, elektriciteitsopslag, brandstof- en CO<sub>2</sub> prijzen. Waar van mogelijk belang voor de ontwikkeling van het net van TenneT, worden verschillende toekomstige ontwikkelingen onderscheiden. Het resultaat van deze stap wordt in stap 1.2 gebruikt bij het vaststellen van de scenario's.

### Stap 1.2: Vaststellen scenario's

TenneT hanteert voor het IP drie toekomstscenario's, waaronder het Klimaatakkoord, die in samenwerking met Gasunie en de regionale netbeheerders tot stand gekomen zijn. De scenario's dienen om de onzekerheid te vangen die inherent is aan toekomstige ontwikkelingen en zijn op basis van de in stap 1.1 in kaart gebrachte ontwikkelingen gedefinieerd. Elk scenario is representatief voor een mogelijke, toekomstige trend ten aanzien van de ontwikkelingen in de energiemarkt en overige ontwikkelingen. Tezamen omsluiten de scenario's de ontwikkelingen die TenneT van mogelijke invloed acht op de inrichting van het landelijk hoogspanningsnet.

Het resultaat van deze stap is een kwalitatieve beschrijving van de vastgestelde scenario's, die in hoofdstuk 4 worden beschreven.

### Stap 1.3: Kwantificeren scenario's

Voor drie steekjaren worden de scenario's gekwantificeerd op basis van verschillende publieke bronnen en op basis van gegevens die direct zijn verstrekt door aangeslotenen op basis van de verplichting in de Netcode. TenneT toetst deze cijfers met behulp van historische data. Voor het buitenland worden scenarioparameters gebruikt die in ENTSO-E-verband zijn gedefinieerd.

#### **Gebruik van steekjaren**

Om het aantal berekeningen in de modellen beheersbaar te houden worden de scenario's voor drie steekjaren gekwantificeerd en doorgerekend. Hiermee wordt een goed inzicht verkregen in de mogelijke ontwikkelpaden die zich binnen de zichtperiode van dit IP kunnen afspelen in de elektriciteitsmarkt. De gehanteerde steekjaren voor dit IP zijn 2022, 2025 en 2030. Deze steekjaren sluiten aan bij de door het kabinet gestelde langetermijndoelen (2030) en de door ENTSO-E in het TYNDP gehanteerde steekjaren (2025, 2030), wat de kwantificatie van scenario's op punten vereenvoudigt en bijdraagt aan de vergelijkbaarheid van studies. De resultaten van de berekeningen in de drie steekjaren leveren knelpunten op en daarbij behorende investeringen. De zichtperiode van dit IP is tot en met 2031. De (financiële) informatie na 2031 valt daarom buiten de scope van dit IP.

Het resultaat van deze stap 1.3 zijn kwantitatieve overzichten per scenario en steekjaar van:

- Elektriciteitsvraag per uur in MW;
- Opgesteld productievermogen per (brandstof)categorie in GW;
- Interconnectiecapaciteit per grens in MW;
- Opslagcapaciteit en -vermogen in GWh en MW;
- Brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzen.

#### Stap 1.4: Uitvoeren marktsimulaties

TenneT gebruikt marktsimulaties om de inzet van elektriciteitscentrales voor elk uur in een scenario en per steekjaar te bepalen. In de gehanteerde modellen vormt Nederland een deel van de onderling verbonden Europese elektriciteitsmarkt. Hierdoor is de inzet van Nederlandse centrales mede afhankelijk van de karakteristieken van de rest van het systeem.

#### Elektriciteitsvraag

De elektriciteitsvraag per land vormt input voor het model, waarbij voor elk land met behulp van een belastingprofiel<sup>4</sup> de elektriciteitsvraag per jaar wordt omgezet in de elektriciteitsvraag per uur. Het belastingprofiel voor Nederland is gebaseerd op eigen analyses van TenneT. De belastingprofielen voor de rest van Europa zijn afkomstig van ENTSO-E.

4) Een belastingprofiel geeft voor elk uur van het jaar aan welk deel van de jaarlijkse elektriciteitsvraag in dat uur plaatsvindt.

#### Productie wind op land, wind op zee en zon PV

De productie voor elk uur uit weersafhankelijke bronnen (wind en zon PV) wordt bepaald door een vooraf opgesteld profiel dat de beschikbaarheid van deze bronnen op basis van historische meteorologische data op uurbasis weergeeft. Voor elk land en elke bron wordt een afzonderlijk profiel gebruikt dat afkomstig is van ENTSO-E.

#### Gebruik van weerjaren

Een weerjaar bestaat uit vooraf opgestelde profielen die op basis van historische meteorologische gegevens zijn gemaakt en die per uur de beschikbaarheid van wind- en zonne-energie bevatten. De beschikbaarheid van wind- en zonne-energie verschilt per jaar, net als de elektriciteitsvraag als gevolg van onder andere temperatuurverschillen. Dit kan invloed hebben op de gevonden capaciteitsknelpunten en de ernst daarvan. Voor zowel elektriciteitsvraag als -productie is de weersafhankelijkheid meegenomen. TenneT voert de simulaties uit voor het weerjaar 2011, omdat dit weerjaar een goede gemiddelde inschatting geeft voor de capaciteitsknelpunten.

#### Productie van conventionele centrales

De productiecapaciteit wordt per categorie van conventionele centrales gemodelleerd op basis van een onderverdeling in brandstof, technologie en rendement. Afhankelijk van de elektriciteitsvraag en de productie uit weersafhankelijke bronnen wordt met behulp van simulatie de meest kosteneffectieve inzet van de conventionele centrales vastgesteld op basis van techno-economische eigenschappen van centrales. Deze optimalisatie wordt uitgevoerd met een tijdstap van één uur, waarbij ook rekening wordt gehouden met technische limieten en kosten die gepaard gaan met het op- en afregelen van centrales in verschillende uren.

**Geografische afbakening**

Het geografische gebied van het gemodelleerde systeem bestaat uit de Europese Unie, Verenigd Koninkrijk, Noorwegen, Zwitserland en de Balkanlanden. Ieder land wordt in de marktsimulaties gemodelleerd als ‘koperen plaat’. Dat wil zeggen dat het model binnen een land geen rekening houdt met interne transportbeperkingen.

Tussen landen bestaat echter wel een grens aan de hoeveelheid voor de markt beschikbare transportcapaciteit, waardoor de door de markt gewenste uitwisseling van elektriciteit beperkt wordt (de interconnectiecapaciteit). In de marktsimulaties wordt hiermee rekening gehouden door de uitwisseling te beperken tot de zogenaamde ‘lange termijn netto transportcapaciteiten’<sup>5</sup>, vastgesteld op basis van bepalingen uit het Clean Energy Package (zie ook paragraaf 4.2.3).

5) Lange termijn netto transportcapaciteiten, in het Engels long-term NTCs geheten, representeren de in de toekomst verwachte (voor de markt beschikbare) capaciteit tussen landen.

**Resultaat stap 1: Belasting en productie per uur**

Het resultaat van de marktsimulaties zijn tijdseries voor productie, vraag en handel. Voor ieder scenario en steekjaar bestaan deze uit een set van uurwaarden van:

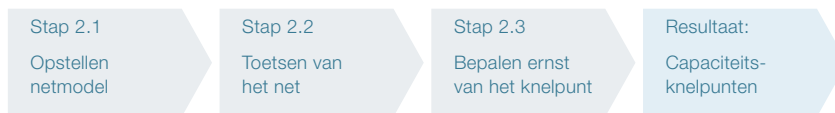
- De elektriciteitsvraag in Nederland en het buitenland;
- De productie in Nederland en het buitenland, uitgesplitst in (brandstof)categorieën (zie hoofdstuk 4);
- Import en export per grens;

Dit resultaat vormt de belangrijkste input voor de analyse voor de capaciteitsknelpunten (stap 2).

**3.3 Stap 2/capaciteit: Analyse voor de capaciteitsknelpunten**

Stap 2 heeft als doel de capaciteitsknelpunten te bepalen. Figuur 3.3 toont de verschillende stappen die hieronder worden uitgelegd.

Figuur 3.3: Stappen voor de analyse voor de capaciteitsknelpunten



**Stap 2.1: Opstellen netmodel**

In het netmodel berekent TenneT de vermogensstromen en kortsluitstromen in het net afhankelijk van de topologie, de inzet van elektriciteitsproductie-eenheden en de verdeling van elektriciteitsvraag over de hoogspanningsstations. Voor dit IP hanteert TenneT hiervoor de onderstaande uitgangspunten.

Het netmodel dat voor dit IP wordt gehanteerd, is gebaseerd op de netsituatie per 1 januari 2021. Voor de verschillende steekjaren wordt het netmodel aangevuld met de tussentijds gerealiseerde uitbreidingen, mits die projecten zich in januari 2021 in de realisatiefase bevonden. De overige projecten in het portfolio hebben immers nog geen Final Investment Decision (gate 2).

Het netmodel representeert naast het Nederlandse net ook relevante delen van netten in andere landen. Hierdoor wordt rekening gehouden met de invloed van grensoverschrijdende vermogensstromen op de vermogensstromen in Nederland.



Het startpunt voor de analyses met het netmodel is dat alle netschakels beschikbaar zijn voor bedrijfsvoering, de n-0 situatie (geen uitval). In stap 2.2 worden uitvalsituaties beschouwd door stapsgewijs netschakels te deactiveren (n-1, n-2).

De set van uurwaarden van de geraamde productie per categorie (zie hoofdstuk 4) wordt gebruikt voor de inzet van de elektriciteitsproductie-eenheden in het model. Deze uurwaarden worden gealloceerd aan de productie-eenheden van een specifieke soort (zon, wind, gas, kolen, etc...) op basis van hun marginale productiekosten.

Het opgestelde productievermogen per station en de aangesloten belasting is gebaseerd op de opgaves van regionale netbeheerders en direct aangesloten klanten. De uurwaarden van de aangesloten opwek en belasting volgen de marktsimulaties van TenneT. De maximale uurwaarde van de belasting komt overeen met het maximale stationsverbruik zoals opgegeven door de RNB bij de berekening van de capaciteitsknelpunten in de 150 kV- en 110 kV-netten. Voor het landelijke net wordt het opgegeven verbruik omlaag bijgesteld om de op landelijk niveau geformuleerde scenario's te waarborgen.

Om de gevoeligheid van de vermogensstroomberekeningen voor maximale inzet van productie-eenheden in bepaalde regio's te onderzoeken, worden de netberekeningen voor het 380 kV- en 220 kV-net met twee excursies uitgevoerd waarbij productie-eenheden per specifieke soort eerst in een regio (noord Nederland of west Nederland) maximaal ingezet worden (tot de merit order) en dan pas aangevuld worden met eenheden in de rest van Nederland.

De weersomstandigheden zijn niet in het hele land tegelijkertijd hetzelfde. Daarom wordt voor de inzet van zowel zon PV als van onshore wind een apart profiel per provincie gebruikt. Zowel bij onshore wind als zon PV is er tussen de provincies een kleine ongelijkzijdigheid. Voor zon PV is aan klanten en regionale netbeheerders het paneel- of piekvermogen (MWp) gevraagd, zoals ook in de RES gebruikt wordt. Omdat zon PV slechts een beperkt deel van de tijd het volledige piekvermogen produceert, wordt de aansluiting van zonneparken kleiner gedimensioneerd. Productie boven het aansluitvermogen wordt afgetopt in de berekeningen. In het IP2022 is de maximale inzet op 70% gezet, conform het convenant tussen de zonne-sector en de netbeheerders.

## **Stap 2.2: Toetsen van het net /Berekening van vermogensstromen en kortsluitstromen**

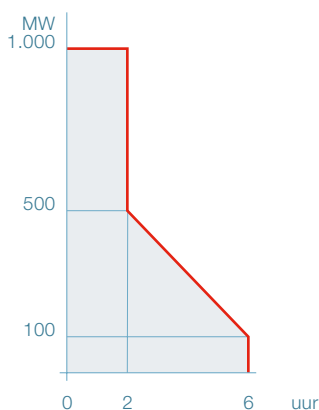
Met behulp van het netmodel worden de vermogensstromen door alle verbindingen bepaald voor elk uur van elk steekjaar en voor elk scenario (inclusief excursies). In het netmodel zijn alle netschakels gespecificeerd met een maximale belastbaarheid, zowel in de zomer (april t/m oktober) als in de winter (november t/m maart). Indien de berekende belasting op een circuit of een transformator groter is dan de maximale belastbaarheid, dan wordt dit aangemerkt als een capaciteitsknelpunt. De vermogensstromen worden bepaald voor de volgende situaties:

- *n-1 criterium*: Enkelvoudige storing aan circuits, transformatoren en productie-eenheden bij normaal bedrijf
- *n-2 criterium*: Onderhoud aan één willekeurig circuit, transformator of productie-eenheid in combinatie met een (ongeplande) storing aan één willekeurig circuit, transformator of productie-eenheid. Bij de beoordeling van een eventueel gesignaleerd capaciteitsknelpunt wordt rekening gehouden met de mogelijkheid om onderhoud te plannen ten tijde van gunstige productie- en belastingsituaties. Dat wil zeggen dat er slechts sprake is van

een capaciteitsknelpunt als onderhoud niet meer gepland kan worden zonder dat de enkelvoudige storingsreserve kan worden gegarandeerd. Hiervoor is een onderhoudsvenster van 8 aaneengesloten weken nodig.

- *100 MW/6h knelpunt*: Een uitzondering voor n-2 knelpunten wordt gehanteerd voor de momenten dat de zuivere belasting (verbruik) lager is dan 100 MW. In dat geval is een uitval van maximaal 6 uur toegestaan. Wanneer niet aan dit criterium kan worden voldaan, wordt dit geduid als een 100 MW/6h-knelpunt.
- *n-1 criterium voor railsystemen*: Enkelvoudige storing aan 380/220/150/110 kV-railsystemen bij normaal bedrijf. Bij 380/220 kV-railsystemen is een onderbreking van verbruik niet toegestaan. Bij 150/110 kV-railsystemen mag de onderbreking van verbruik maximaal 500 MW zijn gedurende 1 uur en daarna maximaal 100 MW gedurende 5 uur. De uitval van productie mag niet groter zijn dan 1500 MW.
- *n-2 criterium voor railsystemen*: Railsystemen worden voor onderhoudssituaties getoetst op enkelvoudige storingsreserve indien een enkelvoudige storing kan leiden tot:
  - Een dusdanige verstoring van grote (inter)nationale energietransporten dat elektriciteitsvraag of -productie op andere stations met hetzelfde spanningsniveau onderbroken raakt (alleen van toepassing op het 380 kV- en 220 kV-net);
  - Een onderbreking van meer dan 1.500 MW productievermogen;
  - Onderbreking van de elektriciteitsvraag in het onderliggende net die qua omvang en hersteltijd groter is dan de gedefinieerde maximale vermogens-tijdcurve (zie figuur 3.4).

Figuur 3.4: Maximale vermogens-tijdcurve die de toegestane onderbreking van de elektriciteitsvraag als gevolg van een railstoring bij onderhoud aangeeft



- *PQ-knelpunten* volgen niet uit de netberekeningen, gezien deze laatste DC worden door-gerekend. De PQ-knelpunten worden situationeel (onafhankelijk van de IP-cyclus) in kaart gebracht. TenneT voert interne studies uit naar de verwachte spanningshuishouding en de benodigde hoeveelheid compensatiemiddelen. Het voornemen is dat TenneT met eigen middelen de spanningsondersteuning kan faciliteren. PQ-knelpunten hebben verschillende oorzaken:
  - Door plaatsing van extra transformatoren of nieuwe kabels in het net van TenneT en de regionale netbeheerders wordt het net capaciteiver. Dit veroorzaakt extra blindvermogen. Dan wordt spoelvermogen ter compensatie bijgeplaatst.
  - Het voorziene wegvallen van blindstroom door verminderde inzet van conventionele centrales.

**Wettelijk kader van de in dit IP gehanteerde criteria.**

De criteria voor enkelvoudige storingsreserve zijn vastgelegd in artikel 31 van de Elektriciteitswet. De Elektriciteitswet laat op de enkelvoudige storingsreserve beperkte uitzonderingen toe, indien een vrijstelling is verleend middels een Algemene Maatregel van Bestuur (AMvB), zoals benoemd in artikel 16. Naar aanleiding van het onderzoek “Kwaliteitsnorm enkelvoudige storingsreserve in het Nederlandse hoogspanningsnet” (Ministerie van Economische Zaken, augustus 2013) is een Maatschappelijke Kosten Baten Analyse (MKBA) uitgevoerd voor uitvalsituaties in het hoogspanningsnet. Dit heeft ertoe geleid dat per 1 januari 2021 een aantal vrijstellingen in werking zijn getreden middels het Besluit Uitvalsituaties (1 december 2020). Deze AMvB voegt een tweetal paragrafen toe aan het Besluit Investeringsplan en kwaliteit elektriciteit en gas waarin de vrijstellingen op de enkelvoudige storingsreserve in normaalbedrijf en tijdens onderhoud benoemd zijn voor circuits, transformatoren en railsystemen. In het toetsingskader van dit IP is de Elektriciteitswet inclusief de vrijstellingen uit het Besluit Uitvalsituaties gebruikt.

De kortsluitvastheid wordt getoetst om de netveiligheid en persoonlijke veiligheid in de nabijheid van installaties vast te stellen. Met behulp van kortsluitstroomberekeningen wordt getoetst of de maximaal optredende stromen tijdens een kortsluiting de kortsluitvastheid van de installaties niet overstijgt.

Bij de kortsluitstroomberekeningen wordt uitgegaan van een volledig beschikbaar net vanaf 110 kV. Alle productie-eenheden met een aansluitovereenkomst op dit net zijn daarbij ‘in bedrijf’ verondersteld, ook de productie-eenheden die geconserveerd zijn. Zowel de éénfase- als de driefasenkortsluitstroom wordt berekend. Een kortsluitknelpunt wordt als zodanig geïdentificeerd als de berekende éénfase en/of de driefasenkortsluitstroom groter is dan de kortsluitvastheid van de betreffende installatie. Dit type knelpunt ontstaat met name als gevolg van nieuwe netuitbreidingen. Voor deze analyse worden in het netmodel in het laatste steekjaar daarom ook projecten opgenomen waarvan de realisatie nog niet definitief zeker is, maar die al wel de alternatieven fase zijn gepasseerd en dus een Gate 1 hebben. Daarnaast is, vanwege zijn impact, het RCR-project NW380-fase 2 meegenomen.

De toetsing aan het railcriterium, het n-2 criterium voor railsystemen en de kortsluitvastheid is alleen voor het scenario ‘Klimaatpakkoord’ uitgevoerd, aangezien dit het enige scenario is waarvan in alle steekjaren volledige informatie beschikbaar is. Dit is in lijn met IP2020.

**Stap 2.3: Bepalen van de ernst van het capaciteitsknelpunt**

Om de ernst van de capaciteitsknelpunten in het net inzichtelijk te maken, wordt een jaarrond-rekenmethode gebruikt. Hierbij wordt voor elk uur van het jaar het effect op het elektriciteitsnet getoetst van de combinatie van productie en elektriciteitsvraag uit de marktanalyses.

Het risico op overbelasting van een netschakel in het net is een resultante van de hoogte van de mediaan van de overbelasting en het aantal uren dat deze optreedt. Deze berekening wordt zowel voor de ongestoorde toestand (n-0) als voor de gestoorde toestanden (n-1 en n-2) afzonderlijk uitgevoerd, waarna de ernst wordt bepaald op basis van een weging van deze resultaten. Een overbelasting tijdens normaal bedrijf wordt daarbij ernstiger beoordeeld dan een overbelasting bij een enkelvoudige storing, die weer ernstiger wordt



beoordeeld dan een overbelasting gedurende een enkelvoudige storing ten tijde van onderhoud. Omdat er onzekerheid in de scenario's zit, wordt een overschrijding in de steekjaren 2025 en 2030 pas vanaf 110% als een knelpunt beschouwd.

Het resultaat van deze analyses levert het overzicht met capaciteitsknelpunten op. De ernst van capaciteitsknelpunten wordt voor alle netvlakken op dezelfde wijze bepaald.

Met het besluit Uitvalssituaties van 1 december 2020 is het toegestaan om delen van een net met een spanning lager dan 220 kV niet n-1 veilig te bedrijven voor (duurzame) productie. Om de netveiligheid te garanderen moet bij uitval van een netschakel geautomatiseerd voldoende productievermogen afgeschakeld kunnen worden. Hiervoor is een investering noodzakelijk. Productie-gerelateerde n-1 knelpunten worden daarom wel vermeld in IP2022.

### 3.4 Stap 2/kwaliteit: Bepalen kwaliteitsknelpunten

Om een goed functionerend elektriciteitsnet te waarborgen, dient de functionaliteit van de componenten in stand te worden gehouden. Dit gebeurt enerzijds door onderhoud te plegen en anderzijds door componenten te reviseren of te vervangen. De status van de componenten wordt in kaart gebracht door het uitvoeren van inspecties, zoals omschreven in de TOR (TenneT Onderhoudsrichtlijn). Onder andere die inspecties kunnen leiden tot de definitie van een kwaliteitsknelpunt en uiteindelijk tot een investering om componenten of populaties van componenten te vervangen. Het onderhoud aan het landelijk hoogspanningsnet maakt op grond van artikel 21 van de E-wet geen onderdeel uit van het investeringsplan. In het investeringsplan staan alleen de vervangingsinvesteringen vermeld.

TenneT heeft de Health Index ontwikkeld om de conditie van haar componenten, die zijn vastgelegd in het bedrijfsmiddelenregister, te bewaken. De health index is een waardeoordeel over de conditie van een component op basis van de verwachte rest-levensduur, gebaseerd op faalstatistieken van een populatie, het bouwjaar en de door inspecties vastgestelde staat van componenten. Er wordt gekeken naar verschillende typen componenten en binnen de typen naar de individuele componenten. Componenten krijgen op grond van conditie-indicatoren een gewogen score, uitgedrukt in een kleur (Health-index).

De Health Index-methodiek geeft een inschatting van de mate waarin de componenten binnen de inspectieperioden voldoen aan de technische uitgangspunten. Hiertoe zijn vier niveaus gedefinieerd, die zijn samengevat in figuur 3.5:

Figuur 3.5: Scores Health Index



- Goed (groen): de verwachte technische conditie blijft binnen zes jaar voldoen aan de technische uitgangspunten;
- Voldoende (oranje): de verwachte technische conditie voldoet binnen zes jaar niet aan de technische uitgangspunten, maar kan met aanvullend onderhoud weer Goed (groen) worden;
- Matig (rood): de verwachte technische conditie voldoet binnen zes jaar niet meer aan de technische uitgangspunten. Afhankelijk van de risico's worden acties vastgesteld om de component weer terug te brengen naar een groene indicatie in de Health Index;
- Onvoldoende (paars): de verwachte technische conditie voldoet binnen drie jaar niet meer aan de technische uitgangspunten. Door uitvoering van revisies of vervangingen, opgenomen in de portfolio, worden deze risico's gemitigeerd.

De Health Index maakt inzichtelijk of identieke componenten elders in het net eenzelfde score laten zien en daarmee of het een populatieprobleem betreft of slechts een probleem met een enkele component. Voor componenten met een rode en paarse health index wordt een risicobeoordeling gemaakt om te komen tot een score per bedrijfswaarde (zie paragraaf 3.5). Op basis daarvan wordt vastgesteld welke van de componenten met welke prioriteit vervangen moeten worden.

De health index geeft een weergave van de toestand van de assets maar geeft geen inzicht in het faalgedrag. De conditie van een component is tevens niet de enige reden voor een storing. Met de risicoscore per bedrijfswaarde wordt beter inzicht verkregen in de betrouwbaarheid, veiligheid of gelijkwaardige bedrijfswaarden van de netonderdelen en kan gericht gestuurd worden.

De risico's op falen van de componenten worden gecombineerd op stationsniveau, waarbij stations met gesommeerd een hoog risico een hogere prioritering krijgen in de vervangingsprogramma's, te weten: programma Primair, programma Secundair en programma Stationsvervanging. Er wordt een onderverdeling gemaakt gebaseerd op de configuratie van het station, lopende projecten, geplande uitbreidingen en scope van de problematiek. De Health Index vormt een eerste inschatting van de risico's die aanwezig zijn op het station en vormt de aanleiding om te starten met vervangingen. Na een verdere inspectie van het station ('schouw') wordt de definitieve scope van de problematiek vastgesteld. Het grootste deel van de vervangingsinvesteringen maakt onderdeel uit van één van de programma's.

### 3.5 Stap 3/capaciteit en kwaliteit: Vaststellen risicoscore van knelpunten

Het risicoprofiel wordt bepaald door de risicoscore van alle actuele knelpunten in het net. Knelpunten komen enerzijds voort uit netberekeningen en anderzijds uit de Health Index en andere indicatoren die informatie verstrekken over de conditie van componenten. Ieder knelpunt heeft een actueeldatum, de datum vanaf wanneer het risico kan optreden, en ieder gerelateerd project heeft een inbedrijfname (IBN) datum, de datum waarop TenneT voorziet dat het knelpunt is opgelost. Ligt de IBN datum van een gerelateerd project voorbij de actueeldatum van een knelpunt dan is een knelpunt gedurende deze periode actueel en telt de risicoscore van het knelpunt mee in het risicoprofiel. Het risicoprofiel wordt gedefinieerd als de som van de risicoscores van alle actuele knelpunten in het risicoregister.

Het verloop van het risicoprofiel over de jaren heen geeft daarmee een indicatie van de ontwikkeling van de prestaties en de kwaliteit van het net. Een lager risicoprofiel betekent een voorziene betere prestatie en kwaliteit van het net.

De risicoscore voor een knelpunt wordt bepaald door een beoordeling op zes resultaatgebieden. Dit leidt na weging van de resultaatgebieden tot een kwantitatieve risicoscore per knelpunt, uitgedrukt in een logaritmische schaal en verdeeld in zes risicocategorieën: 0-0,01; 0,01-0,1; 0,1-1; 1-10; 10-100; >100. Een overzicht van de resultaatgebieden en de weging is weergegeven in tabel 3.1. De wegingswaarden staan voor de strategie en het beleid van TenneT. Veiligheid en Kwaliteit van levering zijn de belangrijkste bedrijfswaarden. Financieel, Compliance, Milieu en Belanghebbenden hebben een lagere weging dan Veiligheid en Kwaliteit van levering.

Tabel 3.1: Overzicht en weging van de resultaatgebieden ter bepaling van de risicoscore

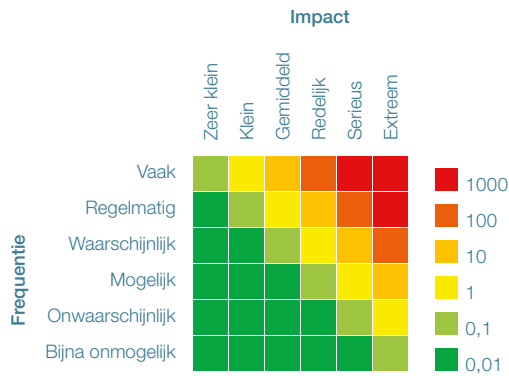
Overzicht resultaatgebieden en weging		
Resultaatgebied	Omschrijving	Weging
Veiligheid	Aantal en zwaarte van ongevallen	26%
Kwaliteit van levering	Beschikbaarheid van het net en spaningskwaliteit	26%
Financieel	Verwachte (maatschappelijke) kosten	12%
Compliance	Straffen en boetes bij niet voldoen aan eisen	12%
Milieu	Herstelbaarheid aangebrachte schade	12%
Belanghebbenden	Beschadigde relaties met belanghebbenden	12%

Voor de risicoscore per resultaatgebied worden de impact en frequentie gecombineerd. De risicomatrix in figuur 3.6 geeft schematisch de totstandkoming van de risicoscore per resultaatgebied weer. De frequentie van de gebeurtenis varieert in zes gradaties van vaak (meer dan 1 keer per jaar) tot bijna onmogelijk (minder dan eens per 10.000 jaar) voor ieder resultaatgebied. De impact op de zes resultaatgebieden wordt voor ieder resultaatgebied in zes categorieën geclassificeerd. De impact op veiligheid wordt bepaald aan de hand van het aantal en de zwaarte van ongevallen waarbij TenneT personeel, voor TenneT werkende aannemers of derden betrokken zijn. De impact op kwaliteit van levering wordt uitgedrukt in de niet-beschikbaarheid van het net: de totale tijd van storingen en stroomonderbrekingen, in combinatie met de hoeveelheid vermogen dat mogelijk uitvalt of de hoeveelheid groot-schalige redispatch om deze uitval te voorkomen. Financiële impact wordt gemeten in kosten die kunnen voortvloeien uit het bestaan van het betreffende knelpunt, zoals de kosten die volgen uit het herstellen van de energietoevoer, de wettelijke compensatiekosten bij overschrijding van een bepaalde uitvalduur en de kosten als gevolg van noodzakelijke redispatch. Het resultaatgebied compliance is een maat voor de impact die voortkomt uit



het mogelijk niet voldoen aan wet- en regelgeving. De impact op milieu wordt gemeten in mate van herstelbaarheid van de potentiële schade aan het milieu, bijvoorbeeld door lekkage van SF6-gas en olielekage. Het resultaatgebied belanghebbenden omvat de impact op de betrekkingen met belanghebbenden.

Figuur 3.6: Risicomatrix



De risicoscore voor bepaalde knelpunten kan verschillen in de tijd. Zo houdt TenneT bij knelpunten die opgelost worden door grootschalige vervangingsprogramma's rekening met een aflopende risicoscore bij voortschrijdende realisatie. Dit betekent dat de risicoscore van een knelpunt, gerelateerd aan een vervangingsprogramma, evenredig zal dalen met het aantal vervangingen dat is uitgevoerd of gepland binnen dat programma. De risicoscore van bepaalde knelpunten ontwikkelen zich in de tijd, bijvoorbeeld wanneer n-2 knelpunten met de tijd toenemen tot n-1 knelpunten of wanneer knelpunten pas ontstaan in latere steekjaren.

In het geval dat een capaciteitsknelpunt wordt geconstateerd dat niet optreedt in alle scenario's, wordt de waarschijnlijkheid van het knelpunt lager ingeschat dan 1 en wordt deze waarschijnlijkheid verwerkt in de risicobeoordeling.

Dit investeringsplan bevat de knelpunten met bijbehorende investeringen die met de kennis van nu geïdentificeerd zijn. Dit leidt tot een risicoprofiel dat afneemt met het mitigeren van de huidige knelpunten. In de toekomst zullen nieuwe knelpunten geïdentificeerd worden, zowel voor capaciteit als kwaliteit. Deze komen in toekomstige investeringsplannen in beeld en zullen dan ook leiden tot een hogere risicopositie.

### 3.6 Stap 4/capaciteit en kwaliteit: Investeringsportfolio

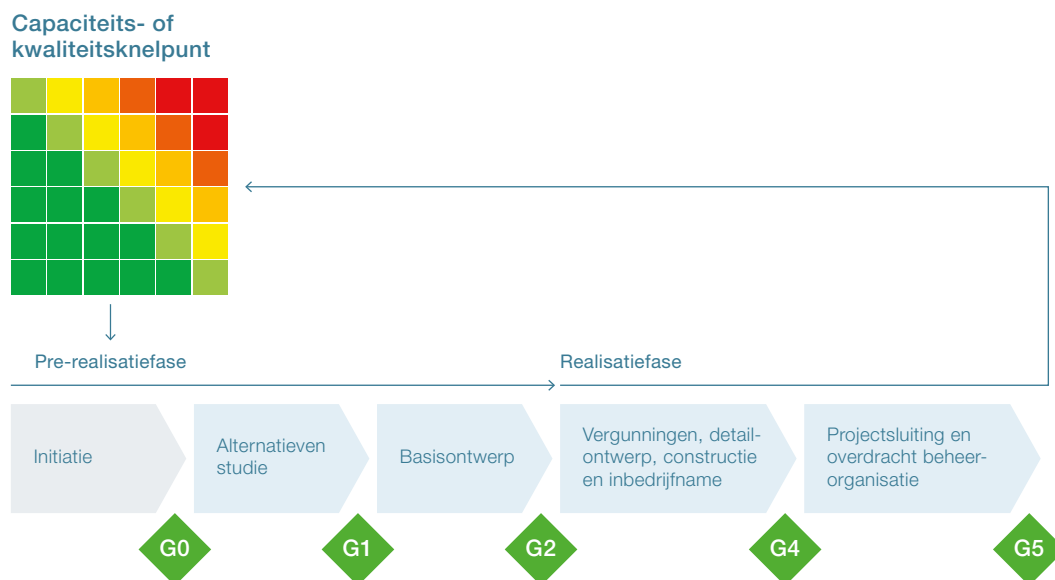
#### Portfolio governance proces

Wanneer de risicobeoordeling een waarde van 0,1 of hoger scoort<sup>6</sup>, wordt er in de meeste gevallen direct een project aangemaakt in de investeringsportfolio door middel van een Study Initiation Form (SIF) en eventueel met een Gate 0-document (Initial Alternatives) waarin een eerste verkenning van de oplossingsalternatieven wordt vastgelegd. Hiermee wordt de scope van de te onderzoeken alternatieven bepaald. Dit betekent dat het overgrote deel van de geïdentificeerde knelpunten met een score van 0,1 of hoger in dit IP zijn opgenomen. Enkele knelpunten<sup>7</sup> worden echter vooralsnog operationeel opgelost of vanwege de grote onzekerheid in het volgende IP opnieuw beoordeeld. Er zijn diverse redenen waarom een knelpunt niet direct tot een investering hoeft te leiden. Het kan zijn dat het mitigeren van het knelpunt dusdanig complex is, dat mogelijke maatregelen niet kostenefficiënt zijn ten opzichte van de gevolgen van het optreden van het risico. Het risico kan dan worden geaccepteerd. Soms is een operationele oplossing efficiënter – bijvoorbeeld door energiestromen anders te schakelen of het gebruik van redispatch – zeker wanneer een knelpunt naar verwachting van tijdelijke aard is. Soms kan een knelpunt worden weggenomen met extra onderhoudsactiviteiten. In alle gevallen zijn dit specifieke afwegingen die per knelpunt worden gemaakt.

- 6) Een uitzondering wordt gemaakt voor resultaatgebied Compliance. Voor alle Compliance knelpunten wordt een (operationele) oplossing aangedragen.
- 7) In de bijlage 'Assetrisicoregister TenneT' is het volledige risicoregister weergegeven. Zo wordt ook duidelijk welke knelpunten niet met een in het IP genoemde investering worden opgelost.

De afronding van de studiefase resulteert in een Gate 1-document (Decision on Alternatives), waarin diverse alternatieven om het betreffende knelpunt te mitigeren worden uiteengezet en een voorkeursalternatief wordt aangedragen. Dit kan een investering in fysieke infrastructuur zijn, maar ook een andersoortige oplossing. Het is een vereiste dat de oplossingsrichting het knelpunt volledig oplost. In het geval van een investering wordt het geselecteerde alternatief na het Gate 1-besluit uitgewerkt tot een basisontwerp, waarna een Gate 2-document (Final Investment Decision) wordt ingediend. In deze aanvraag zijn scope, budget en planning in detail bepaald. Tijdens de looptijd van het project kan de op dat moment beschikbare informatie aanleiding zijn om een Project Exception Report (ER-document) in te dienen om het projectmandaat te wijzigen. Een ER kan betrekking hebben op een technische scopewijziging, een overschrijding van het budgetmandaat of een vertraging (meer dan twee kwartalen) in de realisatie van het betreffende project. Daarnaast is een ER nodig om een project op te schorten (On hold). In figuur 3.7 is het investeringsproces schematisch weergegeven.

Figuur 3.7: Schematische weergave investeringsproces



De governance-structuur borgt dat het oplossen van knelpunten in een vroegtijdig stadium wordt opgepakt, er formele goedkeuring plaatsvindt van de oplossingsrichting en de voortgang van het oplossen van het knelpunt wordt gemonitord.

Hierdoor is steeds de officiële documentatie beschikbaar die ten grondslag ligt aan de gegevens in de investeringsportfolio. De governance-structuur is geborgd in het investeringsproces en vastgelegd in de Corporate Investment Manual.

#### **Projecttypen in investeringsportfolio**

De investeringsportfolio omvat verschillende typen projecten:

- *Uitbreidingsprojecten* omvatten alle investeringen die zorgen voor een uitbreiding van de capaciteit van het net en komen voort uit de analyse voor capaciteitsknelpunten. Daarnaast is er een aantal projecten, bouw van nieuwe stations, om voorziene klantaansluitingen, gerelateerd aan de energietransitie, tijdig te kunnen faciliteren.
- *Vervangingsprojecten* omvatten investeringen die uitgevoerd worden wegens afnemende functionaliteit, betrouwbaarheid of veroudering van de componenten, en komen veelal voort uit de Health Index-score van componenten. Daarnaast kunnen aangescherpte regelingen vervangingen noodzakelijk maken.
- *Functionaliteitsprojecten* omvatten investeringen die een functionaliteit aan het net toevoegen maar de capaciteit van het net niet uitbreiden, zoals additionele fysieke beveiliging van stations of verbeteringen in de telecommunicatie.
- *Klantaansluitingen en reconstructieprojecten* worden geïnitieerd als klanten aangesloten willen worden op het net of als andere infrastructurele werkzaamheden een wijziging van het net noodzakelijk maken. Deze projecten liggen vaak buiten de beslissingsbevoegdheid van TenneT. Aan deze projecten zijn geen knelpunten en risicoscore verbonden, hoewel het al dan niet doorgaan van bepaalde aansluitingen kan leiden tot nieuwe knelpunten in het net (diepere net-investeringen) of het wegvallen van eerder geïdentificeerde knelpunten.



### 3.7 Prioritering van projecten en verwachte inbedrijfname-datum

In korte tijd is de omvang van het portfolio aanzienlijk gestegen. Aangezien niet alle investeringsprojecten tegelijkertijd in uitvoering kunnen worden genomen, werkt TenneT met een prioritering. Voor de prioritering in het portfolio heeft TenneT de methodiek aangevuld ten opzichte van het vorige investeringsplan (2020-2029) en de 'januari-versie' van dit investeringsplan. Deze methode leidt tot een verbeterd inzicht in de maakbaarheid van het portfolio en de – op dit moment – best mogelijke inschatting van IBN-data.

De ontwikkeling stopt hier echter niet: prioriteren zal de komende jaren noodzakelijk blijven en de methode waarmee TenneT dit doet is voortdurend in ontwikkeling. In overleg met het ministerie van Economische Zaken en Klimaat, de Autoriteit Consument en Markt, regionale netbeheerders en andere stakeholders zal TenneT in gesprek blijven over mogelijke aanpassingen aan de wijze van prioriteren.

#### Kwartaalproces versus herziene prioriteringsslag

Om de haalbaarheid van het portfolio te toetsen, wordt de beschikbaarheid van kritieke resources in de uitvoeringsfase met een driemaandelijks cyclus inzichtelijk gemaakt op twee tijdshorizonten: voor de komende anderhalf jaar een gedetailleerd plan (integrated activity plan - IAP) en voor de komende vijf jaar een outlook (integrated activity outlook - IAO). In het IAP en IAO worden mogelijk beperkte resources in de uitvoeringsfase verdeeld over de projecten. Indien de toegewezen resources of de beschikbaarheid van VNB significante impact hebben op de planning van een project, leidt dit conform het reguliere proces tot een Exception Report (zie paragraaf 3.6). Hiermee wordt de IBN-datum in het portfolio aangepast en dientengevolge ook de IBN-datum in het (eerstvolgende) investeringsplan. In het portfolio dat ten grondslag lag aan de 'januari-versie' van het onderhavige IP was op deze manier informatie verwerkt tot en met de update van het tweede kwartaal van 2021.

Na aanleiding van de zienswijzen op het ontwerp-investeringsplan en de bindende gedragslijn van de ACM heeft TenneT besloten om in het eerste halfjaar van 2022 de aldus ontstane planning nogmaals gedetailleerd onder de loep te nemen. Deze prioriteringsslag heeft zowel overeenkomsten als verschillen met de voorgaande analyses. In beide gevallen worden vraag en aanbod van resources in kaart gebracht en IBN-data dusdanig verschoven dat vraag en aanbod met elkaar matchen. Een in het oog springend verschil is echter dat de IAP- en IAO-analyses vooralsnog geen rekening hielden met beperkingen in de voorbereidingsfase van een project. In de herziene analyse is daarnaast ook een (grote) inschatting gemaakt van de kritieke resources die nodig zijn voor projecten die zich nog in de studiefase bevinden, en waarvoor nog geen definitief oplossingsalternatief gekozen is. Tevens is het gebruikte prioriteringskader op details aangescherpt en zijn hernieuwde aannames gedaan voor resourcevraag én resource-aanbod. Door deze scherpere en uitgebreidere analyse heeft TenneT de zogenoemde 'verwachtingswaarde', waarmee een generieke portfoliocorrectie werd toegepast op de IBN-data, kunnen loslaten. Dit was een expliciete wens uit meerdere ingediende zienswijzen.

#### Beschikbare kritieke resources

De belangrijkste knelpunten in de maakbaarheid van het portfolio worden veroorzaakt door de beschikbaarheid van kritieke rollen in voorbereidingsfase en in de uitvoeringsfase van een project. De beschikbaarheid van deze rollen is dan ook bepalend voor de keuzes die gemaakt moeten worden. Kritieke resources zijn in deze context functies die de uitvoering beperken en niet op korte termijn intern of extern kunnen worden opgeschaald.

Deze beschikbaarheid is bepaald aan de hand van de maximale inzetbaarheid van zes kritieke, technische rollen (zoals beveiligingsspecialisten en technici) in de uitvoeringsfase en twee kritieke rollen in de voorbereidingsfase (grondzaken en engineers). TenneT hanteert de aanname dat de andere functies die een rol spelen in de realisatie van een project, geen beperkingen kennen.

Afhankelijk van rol, regio en bedrijfsonderdeel is hierbij een geprognostiseerde groei tot 10% per jaar voorzien. Dit percentage is gebaseerd op marktomstandigheden, maar houdt ook rekening met de maximale jaarlijkse groei die een organisatie kan opvangen in termen van training en opleiding. Naast de groei in fte is tevens een positieve productiviteitsontwikkeling en toenemende outsourcing voorzien.

Dit leidt tot een prognose van beschikbare, kritieke resources per functie en per regio, voor de komende tien jaar.

### **Benodigde kritieke resources**

Om de benodigde kritieke resources te bepalen, wordt gebruik gemaakt van het zogeheten budget-and-resource-model. Op basis van historische data worden de benodigde hoeveelheden uren per functie gekoppeld aan type werkzaamheden. De projecten uit het investeringsportfolio worden vertaald naar deze kengetallen (historische uren): hoeveel uren zijn er per functie benodigd om de scope van dit project uit te voeren? Ook onderhoudsactiviteiten (zoals inspecties) die geen onderdeel zijn van het IP, moeten in deze analyse worden betrokken, omdat deze werkzaamheden in de uitvoeringsfase grotendeels gebruik maken van dezelfde kritieke resources. Ook worden er generieke reserveringen gemaakt voor activiteiten die in de toekomst voorzien worden, maar op dit moment nog niet als project gespecificeerd zijn, zoals toekomstige klantaansluitingen en grootschalige vervangingen.

Om de benodigde uren aan een specifiek jaar te koppelen wordt gebruik gemaakt van de meest recente inschattingen van de projectteams ('latest estimate'). Voor de analyse die ten grondslag ligt aan de IBN-data in dit IP zijn de latest estimates van februari 2022 gebruikt. Een 'latest estimate'-datum is geen 'wensdatum', maar het gevolg van alle eerdere (intern én extern gedreven) ontwikkelingen in de planning van een project. Hier kunnen dus reeds gevolgen van resourcebeperkingen in verwerkt zijn, bijvoorbeeld uit een eerdere IAO- of IAP-cyclus.

In de januari-versie van het investeringsplan waren de IBN-data nog gebaseerd op het bevroren portfolio van september 2021. Omdat er soms vertraging zit tussen het bekend worden van een mogelijke vertraging en de verwerking hiervan in het governance portfolio, geven de latest estimate-data een nauwkeuriger beeld van de verwachte IBN. Verschillen tussen de IBN van een project in de januari- en de juli-versie hebben dus meerdere oorzaken die niet los van elkaar gezien kunnen worden: de meest recente prioriteringslag, het loslaten van de verwachtingswaarde, en projectspecifieke omstandigheden die in februari 2022 duidelijk waren, maar (nog) niet waren verwerkt in het governance portfolio van september 2021.

### **Analyse knelpunten**

In de analyse wordt expliciet rekening gehouden met het ontstaan van nieuwe inzichten of informatie na vaststelling van het maakbare portfolio. Het kan daarbij bijvoorbeeld gaan om nieuwe activiteiten, of een grotere resourcevraag van bestaande activiteiten. Om zulke onvoorziene wijzigingen te kunnen opvangen moet de planning enige flexibiliteit bieden, zonder dat dit leidt tot te voorzichtige inschattingen en beperkingen. Om deze reden is ervoor gekozen om de beschikbare capaciteit niet helemaal 'vol' te plannen, maar gebruik te

maken van een afnemende vulgraad: In de jaren 1 en 2 wordt 100% van de geprognoseerde capaciteit gebruikt om de activiteiten mee te plannen, in jaren 3, 4 en 5 wordt 90% hiervan gebruikt, en in de jaren 6 tot en met 10 wordt 80% van de capaciteit ingezet.

Met dit uitgangspunt worden totale vraag en aanbod met elkaar vergeleken per regio, per soort werk (voorbereiding of uitvoering) en per jaar. In die gevallen dat het geprognoseerde aanbod van kritieke resources groter is dan de vraag, is er geen noodzaak tot het toepassen van een prioriteringskader, en volgt de IBN-datum uit de 'latest estimate'-inschatting van het project. Zoals hierboven beschreven, betekent dit niet automatisch dat er geen maakbaarheidsbeperkingen zijn: het is mogelijk dat deze reeds afdoende in de latest estimate-planning waren opgenomen. Wanneer echter de vraag naar kritieke resources het aanbod overstijgt, dienen projecten dusdanig verschoven te worden dat vraag en aanbod voor ieder jaar en voor iedere regio op elkaar aansluiten, en zal de IBN-datum wijzigen.

### **Prioriteringskader: Safeguard the grid**

Wanneer projecten verschoven moeten worden, is het zogeheten 'Safeguard the grid'-scenario hiervoor de basis. Het 'Safeguard the grid'-scenario biedt een kader om de kritieke resources op een dusdanige wijze over de benodigde werkzaamheden en projecten te verdelen, zodat de balans wordt gewaarborgd tussen netuitbreiding en instandhouding. Hiervoor zijn de werkzaamheden in drie categorieën verdeeld. Het onderscheid tussen de categorieën zorgt er op voorhand voor dat voor iedere categorie projecten voldoende capaciteit beschikbaar wordt gemaakt.

De drie categorieën zijn op de volgende wijze en in de volgende volgorde verdeeld:

1. Onderhoud en andere OPEX-werkzaamheden: aan de hand van historische gegevens wordt een reservering gemaakt voor het benodigde correctieve en preventieve onderhoud. Hierbij wordt als startpunt maximaal 50% van de kritieke resources gereserveerd voor deze activiteiten.
2. Extern gedreven projecten zoals klantaansluitingen, reconstructies en de aanlanding van het net op zee, zonder dat hiervoor een diepere netinvestering nodig is: voor deze werkzaamheden wordt een (realistische) inschatting gemaakt.
3. Vervangingen, uitbreidingen en functionaliteitsprojecten: in deze categorie wordt een onderscheid gemaakt tussen de benodigde resources in de voorbereidende en de uitvoerende fase.
  - De uitvoerende resources die na toebedeling aan onderdelen 1 en 2 overblijven, worden voor 60% toebedeeld aan vervangingsinvesteringen en functionaliteitsuitbreidingen en voor 40% aan capaciteitsuitbreidingen en daarvan afhankelijke klantaansluitingen.
  - De voorbereidende resources worden eerst toebedeeld aan vervangingsinvesteringen en functionaliteitsinvesteringen, zodat deze niet voor vertraging in de planning zorgen. De resterende voorbereidende resources worden aan de capaciteitsuitbreidingen (en daarvan afhankelijke klantaansluitingen) toebedeeld.

Nadat de resources op deze wijze zijn toebedeeld aan de diverse categorieën, dienen ze te worden verdeeld over de diverse werkzaamheden binnen een categorie. Voor het bepalen van de (volgorde van de) werkzaamheden binnen elke categorie worden, afhankelijk van de eigenschappen van de categorie, verschillende methoden gehanteerd. Voor wat betreft de projecten in dit investeringsplan geldt het volgende. Klantaansluitingen en reconstructies worden op basis van het 'first come – first serve' principe geprioriteerd, in lijn met het non-discriminatoire handelen als netbeheerder. Voor de vervangingen, uitbreidingen en

functionaliteitsprojecten wordt een waardegedreven prioritering gehanteerd op basis van het aantal gemitigeerde risicopunten in verhouding tot de omvang van het project, zodat met iedere resource zoveel mogelijk risico kan worden gemitigeerd.

Let wel, dit kader betreft de verdeling van specifieke kritieke resources. Dit is niet representatief voor de verdeling van de totale investeringsvolumes over de verschillende categorieën projecten, omdat de hoeveelheid benodigde kritieke resources geen maatstaf is voor de omvang van een investering.

Naast deze generieke uitgangspunten bevat de toepassing van het prioriteringskader tevens enkele gedetailleerde, technische richtlijnen. Zo worden projecten in de uitvoeringsfase (na gate 2) in principe niet meer gededprioriteerd en moet tevens rekening worden gehouden met afhankelijkheden tussen verschillende projecten.

Indien de toegewezen resources significante impact hebben op de planning van een project, leidt dit conform het reguliere proces tot een Exception Report (zie paragraaf 3.6). Hiermee wordt de IBN-datum in het governance portfolio aangepast.

### Weergave in dit investeringsplan

De betrouwbaarheid van de genoemde IBN-datums in dit IP is afhankelijk van twee aspecten. Ten eerste geeft de fase waarin een project zich bevindt aan hoe zeker een project is. In de studiefase is alleen de noodzaak van een mitigerende maatregel bepaald. In de basisontwerpfase is ook de oplossingsrichting bekend, waardoor de zekerheid over kosten en planning toenemen. In de realisatiefase is het definitieve investeringsbesluit (de final investment decision of FID) genomen, met nog grotere zekerheid over kosten en planning. Bij iedere gate (zie paragraaf 3.6) wordt de planning, en daarmee de IBN-datum, herzien en waar nodig bijgesteld.

Ten tweede blijkt planning op de langere termijn - verder dan vijf jaar vooruit - erg complex vanwege de toenemende onzekerheid. Dit betreft interne factoren, zoals de beschikbare resources en voorziene niet-beschikbaarheid, maar ook externe factoren waarop TenneT een beperkte invloed heeft, zoals de voortgang van vergunnings- en inspraakprocedures en andere planologische processen. Omdat de projecten die na 2026 in bedrijf komen veelal nog in studie- of basisontwerpfase verkeren, spelen planologische processen juist bij deze projecten een grote rol. Deze factoren zijn bepalend voor de mogelijke IBN van een project, maar niet op voorhand in detail te plannen.

Zoals hierboven is toegelicht, wordt er in dit investeringsplan geen algemene portfoliocorrectie toegepast. Om toch rekenschap te geven aan de inherente onzekerheid in de planning, zijn de IBN-data op de volgende wijze in dit investeringsplan weergegeven:

- IBN-data van projecten in de eerste vijf jaar van de zichtperiode (2022 t/m 2026) worden in hele jaren weergegeven. IBN-data in de tweede helft van een kalenderjaar zijn hierbij afgerond naar het volgende kalenderjaar.
- IBN-data van projecten in de tweede vijf jaar van de zichtperiode (2027 t/m 2031) worden met een bandbreedte weergegeven die loopt vanaf het geplande jaar van IBN tot het tweede jaar erna.
- IBN-data van projecten na de zichtperiode van dit investeringsplan worden weergegeven als 'na 2031'.



# 4 Ontwikkelingen en scenario's





In dit hoofdstuk wordt ingegaan op ontwikkelingen in onder andere de energiemarkt en het overheidsbeleid, voor zover die van invloed zijn op de inrichting van de elektriciteitsnetten die door TenneT worden beheerd. De ontwikkelingen worden beschreven en geanalyseerd aan de hand van scenario's. De gebruikte methodiek om te komen tot de scenario's wordt beschreven in paragraaf 3.2 van dit investeringsplan. Paragraaf 4.1 beschrijft de ontwikkelingen in het energielandschap voor de drie scenario's. Paragraaf 4.2 gaat kwantitatief in op de ontwikkelingen binnen deze scenario's en beschrijft de parameters waarmee TenneT in dit Investeringsplan gerekend heeft. Paragraaf 4.3 bevat een overzicht van de bij de scenario-ontwikkeling en -kwantificering gebruikte bronnen.

## 4.1 Overzicht van scenario's

In dit Investeringsplan hanteert TenneT drie scenario's, zoals weergegeven in figuur 4.1. De scenario's zijn tot stand gekomen in afstemming met de andere landelijke en regionale Nederlandse netbeheerders en omvatten een realistische inschatting van de toekomst voor zover deze van invloed is op de inrichting van de elektriciteitsnetten die door TenneT worden beheerd. Alle scenario's houden rekening met de Nederlandse klimaatdoelstellingen. Het scenario 'Klimaatakkoord' bevat de vastgestelde en voorgenomen maatregelen om de doelstelling van 49% CO<sub>2</sub>-emissiereductie uit het Klimaatakkoord te behalen. De scenario's 'Nationale Drijfveer' en 'Internationale Ambitie' bevatten verdergaande maatregelen ten aanzien van duurzame elektriciteitsopwek, elektrificatie en duurzame gassen. Deze scenario's schetsen een beeld voor het jaar 2030 dat op een logisch pad ligt naar de doelstellingen voor een klimaatneutraal energiesysteem in 2050, zoals voorgesteld in de Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050 (II3050) die op 28 april 2021 door de gezamenlijke netbeheerders aan de Minister van Economische Zaken en Klimaat is aangeboden.

Figuur 4.1: Overzicht van de scenario's die TenneT voor het IP2022 hanteert.



Er wordt momenteel op veel plekken gewerkt aan de nadere invulling van de energietransitie. Door verschillende partijen wordt een nadere concrete invulling gegeven aan maatregelen voor de verduurzaming van het energiesysteem, bijvoorbeeld bij het opstellen van de Regionale Energiestrategieën (RES'en) en de Cluster Energie Strategieën (CES'en). Niet al deze maatregelen zijn op dit moment nog even concreet. Bij het opstellen van de scenario's zijn deze invullingen waar beschikbaar meegenomen en verwerkt in één of meerdere scenario's. Met deze drie scenario's worden zowel het afgesproken Klimaat-akkoord verkend als ook twee realistische, alternatieve paden die een verdergaande ambitie kennen met betrekking tot CO<sub>2</sub>-emissiereductie en die op verschillende manieren ingevuld kan worden.

Om de verhaallijnen een realistische grondslag te geven laten alle verhaallijnen ontwikkelingen zien waarover actief beleid geformuleerd wordt. Het scenario 'Klimaat-akkoord' (KA) is gebaseerd op voorgenomen overheidsbeleid en verwachte ontwikkelingen in de energiemarkt op basis van het Klimaat-akkoord. Waar relevant is ook de doorrekening van het Klimaat-akkoord door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) van november 2019 gebruikt. De twee andere scenario's zijn opgesteld om de invloed van verdergaande emissiereductiedoelstellingen op de landelijke en regionale transportnetten te kunnen analyseren. De invulling (voor de steekjaren 2025 en 2030) is zodanig gekozen dat deze in lijn ligt met de eindbeelden voor 2050, zoals beschreven in de scenario's die zijn opgesteld voor de Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050. Deze scenario's bevatten veel elementen die in de voorstellen voor het Klimaat-akkoord wel een plaats hebben, maar die door PBL niet zijn meegenomen in de doorrekening daarvan als gevolg van het ontbreken van concrete maatregelen. Hier is de aanname dus dat deze maatregelen wel ontwikkeld worden, waardoor de verhoogde ambitie alsnog gerealiseerd kan worden. Voorbeelden hiervan zijn grootschalige toepassing van Power-to-Heat en Power-to-Gas en de elektrificatie van de mobiliteit en de gebouwde omgeving.

In het scenario 'Nationale Drijfveer' (ND) wordt de impact van een verdergaande ambitie met betrekking tot CO<sub>2</sub>-emissiereductie in combinatie met systeemintegratie verkend. In dit scenario is er sprake van fors meer duurzame opwek en neemt ook de elektriciteitsvraag toe. In dit scenario is ook de actuele stand van de plannen uit de RES'en ten aanzien van duurzaam productievermogen op land meegenomen. Het scenario 'Internationale Ambitie' (IA) gaat eveneens uit van een verdergaande ambitie met betrekking tot CO<sub>2</sub>-emissiereductie dan zoals verondersteld in het Klimaat-akkoord, waarbij de nadruk meer ligt op waterstof-import, groen gas, CCS en andere niet-elektrische invullingen van de energiebehoefte.

De verhaallijnen van de drie scenario's worden in de hieropvolgende paragrafen beschreven.

#### **4.1.1 Scenario 'Klimaat-akkoord' (KA)**

Met het akkoord van Parijs is in 2015 afgesproken dat de opwarming van de aarde beperkt moet worden tot minder dan twee graden Celsius ten opzichte van het pre-industriële tijdperk. Het streven is om de opwarming beperkt te houden tot anderhalve graad. In Nederland is deze ambitie vertaald in een Klimaat-akkoord, dat in juni 2019 door het kabinet is gepresenteerd. Dit omvat een omvangrijk pakket van afspraken, maatregelen en instrumenten dat de Nederlandse CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2030 met ten minste 49 procent moet terugdringen ten opzichte van 1990.



De plannen en ambities hebben hun uitwerking in alle sectoren in Nederland. Nieuwe woningen worden zonder aardgas aansluiting gebouwd en bestaande woningen worden verduurzaamd met een mix van technieken zoals warmtenetten, elektrische en hybride warmtepompen. Voor de resterende gasvraag ligt er een stevige ambitie om deze deels te verduurzamen met groen gas. Elektrisch rijden wordt fiscaal gestimuleerd, dit zorgt voor een forse stijging van het aantal elektrische auto's.

Daarnaast worden ook in de industrie maatregelen genomen om de CO<sub>2</sub>-uitstoot te verminderen. Opslag van CO<sub>2</sub> (Carbon Capture and Storage; CCS) speelt hierbij een belangrijke rol en wordt gefinancierd vanuit de SDE++. De waterstofvraag neemt toe, met een mix van grijze, groene en blauwe waterstof. Een deel van de Duitse waterstofvraag wordt voorzien middels importen die via Nederland Europa binnenkomen. De rol van Power-to-Heat (P2H) in de industrie blijft beperkt. In de glastuinbouw krimpt tot 2030 het areaal, maar intensificeert de teelt. Het aantal WKK's neemt af en de levering van elektriciteit aan tuinders uit het net neemt toe. Per saldo blijft de totale elektriciteitsvraag gelijk.

Ook het aanbod van elektriciteit wordt aanzienlijk verduurzaamd. Kolencentrales gaan versneld dicht. Het opgestelde vermogen van zon PV en wind op zee wordt aanzienlijk uitgebreid. De optie om biomassa te verstoken in kolencentrales wordt uiteindelijk in 2030 niet benut.

#### 4.1.2 Scenario 'Nationale Drijfveer' (ND)

Het scenario 'Nationale Drijfveer' sluit aan bij de verhaallijn van het scenario Nationale Sturing uit II3050. In dit scenario neemt de Rijksoverheid het voortouw. Op nationaal niveau wordt gericht sturing gegeven over zaken als de richting en snelheid van de transitie, wanneer welke transitiekeuzes worden gemaakt en wat de noodzakelijk ruimtelijke aanpassingen zijn. Deze keuzes worden in samenspraak met lagere overheden en maatschappelijke actoren genomen. Op regionaal niveau is draagvlak voor meer gedetailleerde uitwerking van de plannen, onder andere binnen de RES'en, de NAL, en de CES'en. Nederland streeft in dit scenario naar een hoge mate van zelfvoorzienendheid, veel duurzame energie en een circulaire economie. De krachtige sturing vanuit het Rijk zorgt samen met een sterke regionale en lokale motivatie om de energietransitie vorm te geven zodat Nederland volledig klimaatneutraal is in 2050 en de Nederlandse energievraag met binnenlandse energieproductie wordt gedekt.

Er wordt hard gewerkt aan het realiseren van een groot aanbod van duurzame energie in Nederland. Dit gebeurt binnen de RES'en die hun taakstelling overstijgen, met voornamelijk zon PV. Dit wordt ruimhartig ondersteund door stimulering vanuit de overheid (SDE++, alternatief voor salderingsregeling, etc.). Nationaal worden grote projecten, zoals wind op zee, gerealiseerd doordat dit ook vanuit de overheid wordt gestimuleerd.

Het grote aanbod van niet-regelbare hernieuwbare energie leidt tot grote en toenemende behoefte aan flexibiliteit in het energiesysteem. Flexibiliteit wordt gerealiseerd middels energieopslag, vraagsturing en conversie naar warmte en duurzame gassen. Conversie naar warmte (Power-to-Heat) wordt voornamelijk toegepast in de industrie en ten behoeve van warmtenetten. Groene waterstof die door conversie ontstaat wordt voornamelijk benut in de industrie, energetisch en als grondstof, en voor flexibele elektriciteitsproductie. Op deze manier raken verschillende energiesystemen steeds verder geïntegreerd. De hiervoor benodigde systeemkeuzes worden tijdig gesignaleerd, en om de meest gunstige alternatieven te verwezenlijken worden beleidsmaatregelen getroffen.

Door energiebesparing en efficiëntieverbeteringen neemt de energievraag in Nederland af. Een deel van de efficiëntieverbeteringen worden behaald door middel van elektrificatie van de energievraag. In combinatie met de focus op elektrische toepassingen neemt de gasvraag verder af.

De energie-intensieve industrie in Nederland realiseert energie-efficiëntieverbeteringen waardoor de vraag daalt. Naast efficiëntieverbeteringen en elektrificatie gaat de industrie bovendien steeds meer over naar een hoger aandeel hernieuwbare en circulaire manier van grondstofgebruik. In de periode na 2030 zal de raffinage- en kunstmestsector een krimp doormaken als gevolg van een lagere vraag naar deze producten. Ook de sectoren mobiliteit, gebouwde omgeving en landbouw worden verder geëlektrificeerd. In de mobiliteitssector gaat de ontwikkeling in elektrisch personenvervoer zeer snel, waarbij slim laden wordt toegepast. Ook het aantal elektrische vrachtwagens groeit. In de glasbouw krimpt het totale areaal. Daarnaast vindt intensivering van de teelt plaats en neemt elektrificatie toe. Het aantal WKK's neemt af en de levering van elektriciteit neemt toe.

Daarnaast worden duurzame gassen (LNG, waterstof) en andere vloeibare biobrandstoffen een belangrijke brandstof voor het zwaar transport. De Rijksoverheid neemt de regie met betrekking tot huisvesting. Het bouwen van nieuwe duurzame woningen neemt in dit scenario fors toe. In de gebouwde omgeving wordt de volledig elektrische lucht- en bodemwarmtepomp veelvuldig toegepast in combinatie met isolatie en zon PV. Restwarmtebronnen worden optimaal benut, wat zorgt voor een significante uitbreiding van het aantal warmtenetten in Nederland. Daarnaast spelen voor warmtenetten geothermie, warmte-koudeopslag en biomassaketels een steeds grotere rol.

Biomassa en biobrandstoffen kennen in de andere sectoren een in omvang beperkte inzet. Er is enige inzet van biobrandstoffen, voornamelijk ten behoeve van zwaar transport, en inzet van vaste biomassa als brandstof voor ketels voor warmtenetten en in voormalige kolen centrales als transitiebrandstof. Beschikbaarheid van biomassa voor groen gas blijft beperkt.

Het gebruik van waterstof in Nederland neemt toe ten opzichte van vandaag. Extra vraag wordt hoofdzakelijk ingevuld met groene waterstof uit elektrolyse. Voor de middellange termijn draagt ook blauwe waterstof productie bij aan de CO<sub>2</sub>-reductiedoelstellingen. Hierdoor komt ook de afvang en opslag van CO<sub>2</sub> (CCS) tot ontwikkeling, maar de rol hiervan blijft relatief beperkt.

#### **4.1.3 Scenario 'Internationale Ambitie' (IA)**

Het scenario 'Internationale Ambitie' sluit aan bij de verhaallijn van het scenario Internationale Sturing uit II3050. Er is sprake van sterke internationale samenwerking en vrijhandel. In het akkoord van Parijs is in 2015 afgesproken dat de opwarming van de aarde beperkt moet worden tot minder dan twee graden celsius ten opzichte van het pre-industriële tijdperk. Het wordt hierbij steeds duidelijker dat de internationale gemeenschap nauw moet samenwerken om dit doel te bereiken. Internationale samenwerking wordt versterkt om de emissies van broeikasgassen sneller te reduceren. Ook op mondiaal niveau wordt een krachtig klimaatbeleid gevoerd. Beleidsmaatregelen worden internationaal afgestemd zodat overall emissiereductie plaatsvindt en niet alleen in de koploperregio's.

De interne energiemarkt wordt versterkt en vrije handel gestimuleerd. In 2030 zijn de eerste stappen gezet richting een wereldwijde energiemarkt op basis van duurzame energiedragers zoals waterstof. Nederland ontwikkelt haar handel-georiënteerde en industriële economie, vergroot de duurzame energieproductie met concurrerende technieken, maar blijft ook op langere termijn sterk afhankelijk van energie-import. Dit zal in toenemende mate import van duurzame en hernieuwbare energie zijn. Daarnaast ontwikkelt Nederland zich als een doorvoerland voor waterstof naar bijvoorbeeld Duitsland. Om leveringszekerheid te kunnen garanderen zal het Rijk zich richten op het ontwikkelen van internationale handelsrelaties. Daarnaast zorgt Nederland voor infrastructuur met strategische reserves om het transport en opslag van verschillende hernieuwbare energiedragers in zeer grote volumes mogelijk te maken.

Vrijhandel zorgt voor een grote diversiteit van energiedragers (elektriciteit, waterstof, bio-brandstof). Het aandeel van groen gas en waterstof in de energiemix neemt substantieel toe. Deze hernieuwbare gassen komen deels uit het buitenland. Ook in Nederland groeit de productie van hernieuwbare energie. De afbouw van de salderingsregeling zorgt er wel voor dat de groei van zon PV in Nederland al voor 2030 voorzichtig afvlakt. In Zuid-Europa en andere landen met een groot aanbod van zonne-energie neemt zon PV wel een grote vlucht. Hierdoor kunnen deze landen op termijn ook groene, uit zonne-energie geproduceerde waterstof gaan exporteren.

Het groeiende aanbod van goedkoop hernieuwbaar gas zorgt ervoor dat hybride warmtepompen vooral in de gebouwde omgeving in aantal toenemen. Tot en met 2030 zal dit in combinatie met aardgas en groen gas zijn, na 2030 wordt ook waterstof steeds belangrijker. Het in één keer aardgasvrij maken van woonwijken wordt losgelaten. De gebouwde omgeving wordt nu stapsgewijs verduurzaamd. Elke wijk loopt een transitiepad op maat door. Hiermee wordt in veel meer woningen een besparing gerealiseerd, maar zullen minder woningen aardgasvrij zijn in 2030. Hierdoor kunnen woningen en gebouwen worden verduurzaamd zonder dat dure verbouwingen en vergaande isolatie nodig zijn. All-electric verwarming en warmtenetten groeien wel, maar houden een relatief beperkt marktaandeel.

Gunstige omstandigheden, mede door de beschikbaarheid van groen gas, voor tuinders maken dat het glastuinbouwareaal en het aantal WKK's tot 2030 gelijk blijft.

De transportsector zal in de komende jaren nog veel gebruik maken van fossiele brandstoffen. Door de relatief hoge aanschafprijs blijft de groei van elektrisch vervoer achter bij de doelstelling van het klimaatakkoord. Later, wanneer de CO<sub>2</sub>-belastingen verder omhoog gaan, winnen zowel elektrisch als waterstof aan marktaandeel. Voor zwaar vervoer en scheepvaart ligt de focus op waterstof en (vloeibaar) gas.

Nederland focust zich op zijn kenniseconomie, zodat de technieken die hier ontwikkeld worden in het buitenland ingezet kunnen worden. Hierdoor behoudt Nederland zijn (goede) concurrentiepositie, waarmee Nederlandse kennis en producten aantrekkelijk zijn voor het buitenland. Dit leidt er ook toe dat de industrie in Nederland blijft groeien. De emissies in deze sector worden echter drastisch omlaag gebracht, onder andere door efficiëntieverbetering, toenemend gebruik van duurzame energie en toepassing van CCS.



## 4.2 Ontwikkelingen

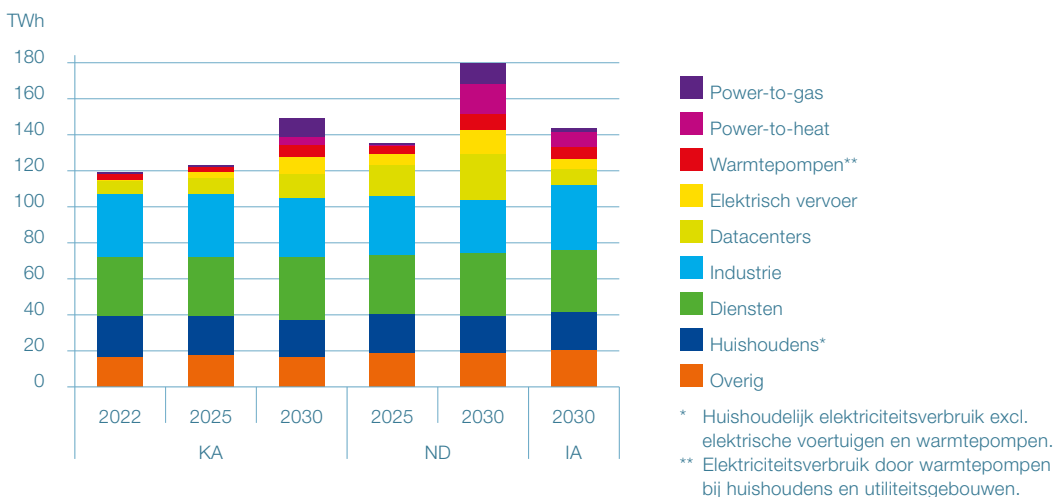
In deze paragraaf worden de ontwikkelingen en (kwantitatieve) kenmerken van de scenario's beschreven ten aanzien van de elektriciteitsvraag (paragraaf 4.2.1), het productievermogen in Nederland (paragraaf 4.2.2), de interconnectiecapaciteit met omliggende landen (paragraaf 4.2.3), de van belang zijnde trends die zich in deze landen voordoen (paragraaf 4.2.4), de gehanteerde brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzen (paragraaf 4.2.5) en elektriciteitsopslag en conversie (paragraaf 4.2.6).

### 4.2.1 Ontwikkelingen in elektriciteitsvraag

Figuur 4.2 laat de raming van de elektriciteitsvraag zien voor de drie gehanteerde scenario's in de drie steekjaren. De verwachte ontwikkelingen in de sectoren 'huishoudens' en 'diensten' volgen uit de KEV 2020. De verwachte elektriciteitsvraag in de andere sectoren wordt hieronder toegelicht.

Richting 2030 wordt een grote stijging van het elektriciteitsverbruik verwacht voor een aantal verbruikstypen, zoals datacenters, warmtepompen, elektrificatie van industriële warmtevraag (Power-to-Heat), elektrolyse (Power-to-Gas) en elektrisch wegvervoer. In het scenario 'Nationale Drijfveer' is deze stijging van verbruik het meest duidelijk. In dit scenario leidt de toename van het aantal datacenters, elektrificatie van de industriële warmtevraag en elektrolyse tot een stijging van het totale verbruik van 119 TWh in 2022 naar circa 180 TWh in 2030. De totale vraag in het scenario 'Internationale Ambitie' valt lager uit dan in de andere scenario's, maar kent alsnog een sterke stijging ten opzichte van de huidige situatie. Met name door de toename van het gebruik van warmtepompen en elektrisch vervoer loopt het jaarlijkse verbruik in dit scenario op tot circa 144 TWh in 2030. De overige elektriciteitsvraag kent door efficiëntieverbeteringen juist een lichte daling, met uitzondering van de landbouw, waarvoor in de scenario's 'Nationale Drijfveer' en 'Internationale Ambitie' een groei wordt verondersteld als gevolg van toenemende elektrificatie.

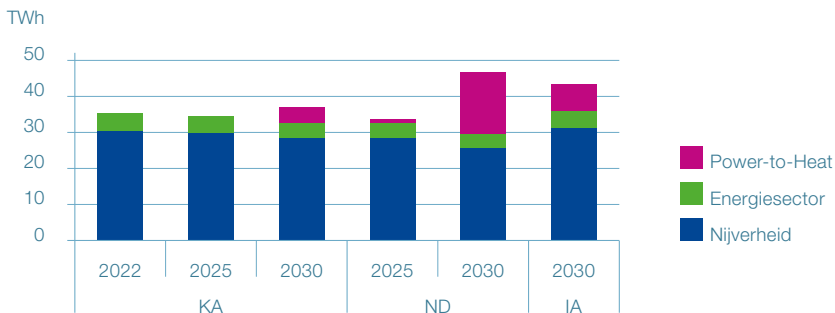
Figuur 4.2: Ontwikkeling Nederlandse elektriciteitsvraag



### Industrie

De elektriciteitsvraag van de sector Industrie omvat de KEV2020-categorieën ‘Nijverheid’ en ‘Energiesector’, alsmede de elektriciteitsvraag ten behoeve van industriële Power-to-Heat. In figuur 4.3 is de ontwikkeling van deze onderliggende categorieën binnen de sector Industrie weergegeven voor de drie scenario's.

Figuur 4.3: Uitsplitsing elektriciteitsvraag sector Industrie

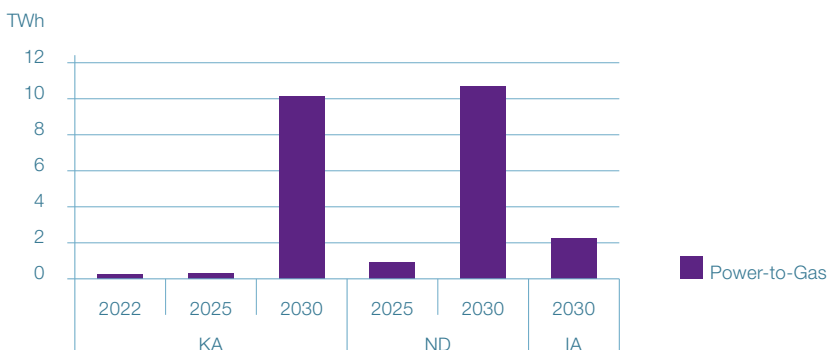


Ten aanzien van Power-to-Heat (zie ook paragraaf 4.2.6) wordt een verschil gemaakt tussen basislast en flexibele vermogens. Basislast betreft Power-to-Heatinstallaties die volcontinue worden ingezet, terwijl flexibele vermogens alléén elektriciteit gebruiken als de elektriciteitsprijs voldoende laag is. Dit is doorgaans het geval in situaties dat wind-, zonne-, of kernenergie de elektriciteitsprijs bepalen. Daarnaast is in de marktberoeeningen aangenomen dat 700 MW aan industriële vraag afgeschakeld kan worden bij (zeer) hoge marktprijzen.

### Power-to-Gas

Figuur 4 geeft de jaarlijkse elektriciteitsvraag van (prijsgedreven) inzet van Power-to-Gas (P2G) weer.

Figuur 4.4: Elektriciteitsvraag Power-to-Gas

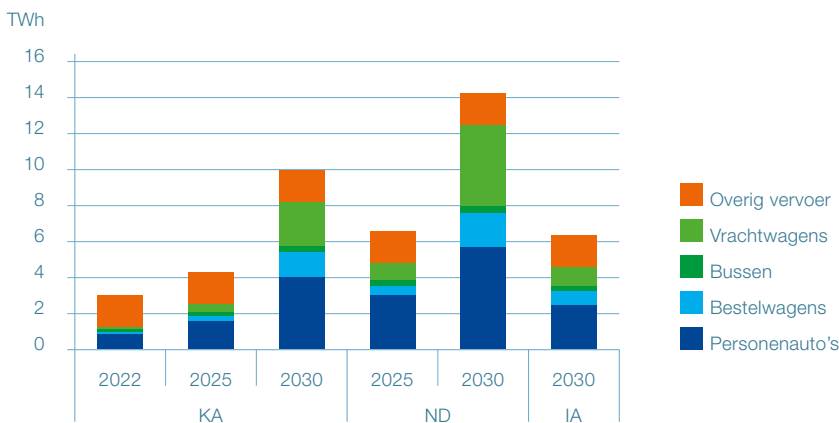


### Elektrisch vervoer

Het elektriciteitsgebruik binnen de sector Elektrisch vervoer verandert in de periode tot aan 2030 aanzienlijk. Dit komt hoofdzakelijk door elektrificatie van het wegvervoer. Onder de afspraken uit het Klimaatakkoord wordt het aantal elektrische personenauto's gestimuleerd tot een aantal van ruim anderhalf miljoen in 2030. In het scenario 'Internationale Ambitie' wordt ervan uitgegaan dat de groei achterblijft (1 miljoen voertuigen in 2030), terwijl in het scenario 'Nationale Drijfveer' juist een sterkere toename wordt aangenomen (2,2 miljoen voertuigen in 2030). Ook het aantal elektrische bestelwagens, OV-bussen en vrachtwagens neemt in alle scenario's toe. De cijfers voor de aangenomen aantallen voertuigen zijn gebaseerd op scenario's van de stichting ElaadNL, zoals gepubliceerd in verschillende Outlooks. In de scenario's van ElaadNL wordt telkens een laag, midden en hoog scenario gepresenteerd, die in dit investeringsplan zijn gebruikt voor respectievelijk de scenario's 'Internationale Ambitie', 'Klimaatakkoord' en 'Nationale Drijfveer'.

In figuur 4.5 is de ontwikkeling van het jaarlijkse elektriciteitsgebruik ten behoeve van vervoer weergegeven en uitgesplitst naar de categorieën personenauto's, bestelwagens, OV-bussen, vrachtwagens en 'Overig' (hoofdzakelijk treinen en ander railvervoer).

Figuur 4.5: Verwachte ontwikkelingen van de elektriciteitsvraag in het elektrisch vervoer

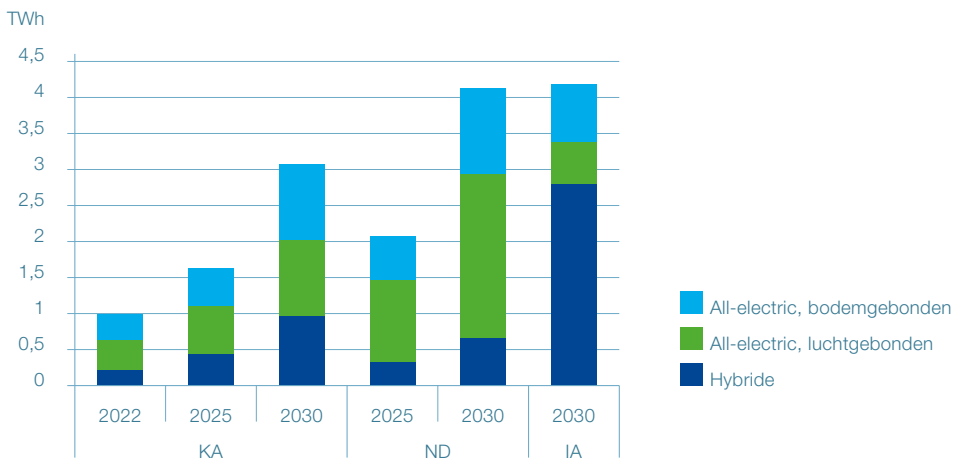


### Warmtepompen in gebouwen

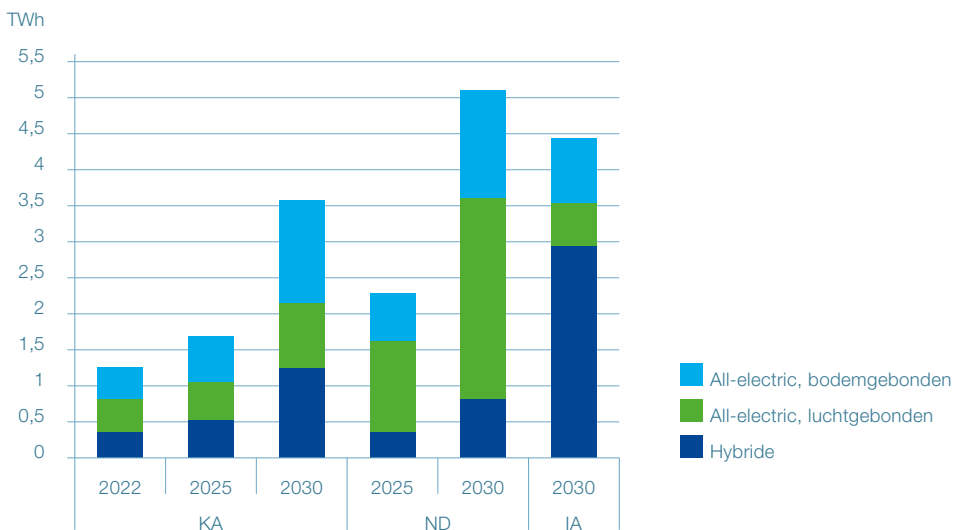
Figuur 4.6 en figuur 4.7 tonen de ontwikkeling van het elektriciteitsverbruik van elektrische en hybride warmtepompen in woningen en utiliteitsgebouwen.

Voor alle scenario's wordt tot 2030 een forse groei van het aantal warmtepompen aangenomen. Voor huishoudens wordt in het scenario 'Internationale Ambitie' van een relatief groot aandeel hybride warmtepompen uitgegaan, in lijn met de scenarioverhaallijn waarin groengas een belangrijke rol speelt in de verduurzaming. In de twee andere scenario's zijn er relatief meer volledig elektrische warmtepompen.

Figuur 4.6: Verwachte ontwikkelingen van de elektriciteitsvraag van warmtepompen bij huishoudens



Figuur 4.7: Verwachte ontwikkelingen van de elektriciteitsvraag van warmtepompen bij utiliteitsgebouwen

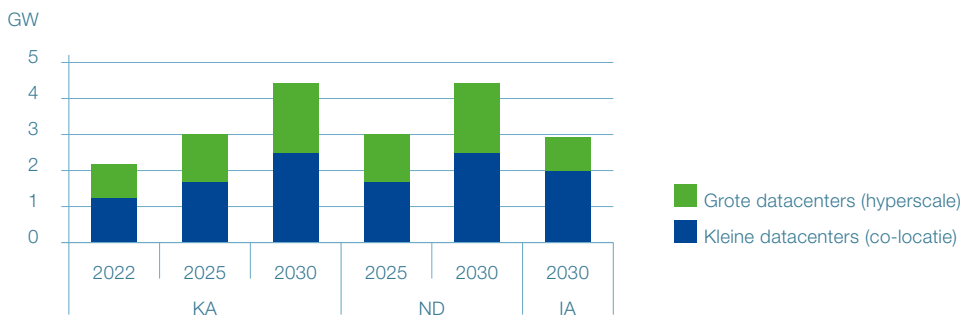




### Datacenters

In de komende jaren wordt een groeiende vraag naar ICT-diensten voorzien. Door een voor- delige geografische koppeling van Nederland aan de globale informatie infrastructuur en politieke keuzes wordt een verdere groei van datacenters in Nederland verwacht. Hierbij is sprake van verschillende typen en groottes van datacenters, die op verschillende netvlakken zowel in de regionale als landelijke stroomnetten zullen worden aangesloten. Er worden twee soorten datacenters onderscheiden: (geclusterde) decentrale ‘colocatie datacenters’, met een aansluitvermogen tot zo’n 100 MW, en zogenaamde ‘hyperscale datacenters’ met een aansluitvermogen van soms honderden Megawatten. De ontwikkeling van datacenters in Nederland kent nog grote onzekerheden wat betreft hoeveelheid, inzet en regionalisatie. In de drie scenario’s worden daarom verschillende aannames gedaan. Figuur 4.8 toont de aangenomen vermogens voor alle scenario’s en steekjaren.

Figuur 4.8: Opgestelde vermogens aan datacenters



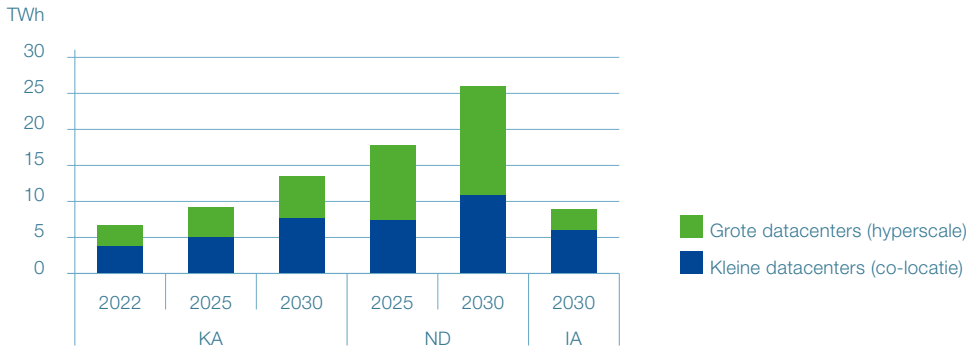
Terwijl de scenario’s ‘Klimaatakkoord’ en ‘Nationale Drijfveer’ uitgaan van dezelfde ontwikkeling qua vermogen en verhouding tussen kleine en grote datacenters, groeit het vermogen van grote datacenters in het scenario ‘Internationale Ambitie’ door relatief gezien minder beschikbare opgewekte hernieuwbare productie binnen Nederland niet verder na 2022.

#### Energiegebruik van datacenters

In scenario KA en IA wordt ervan uitgegaan dat de inzetfactor van de datacenters niet wijzigt ten opzichte van de huidige situatie met een gemiddelde load factor van 35%. De groei van het dataverkeer wordt deels gecompenseerd door een zuiniger en flexibeler gebruik van de datacenters. In scenario ND zorgt de hoge nationale productie uit wind en zon daarentegen voor de beschikbaarheid van goedkope energie en minder prikkels voor een flexibele inzet. Ook kan de restwarmte van datacenters goed worden gebruikt voor het voeden van regionale warmtenetten. De datacenters worden als gevolg hiervan in meer uren van het jaar met hogere loadfactoren bedreven.

Figuur 4.9 toont de resulterende jaarlijkse elektriciteitsvraag van datacenters in de verschillende scenario's en steekjaren. De vraag naar elektrische energie neemt in alle scenario's tot 2030 verder toe, met de duidelijkste stijging in scenario ND.

Figuur 4.9: Jaarlijkse elektrische vraag van datacenters



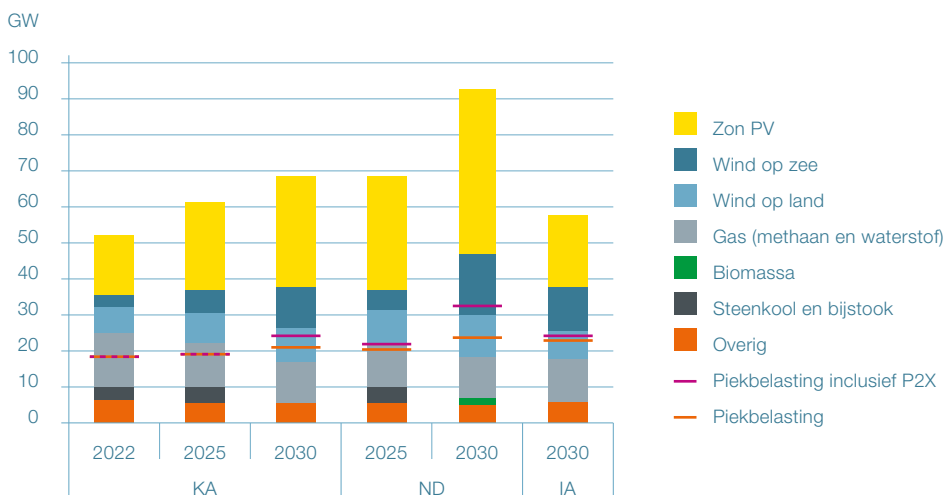
**Overig**

De categorie 'Overig' omvat de in de KEV'20 onderscheiden categorieën 'Landbouw' en 'Waterbedrijven en afvalbeheer'.

**4.2.2 Ontwikkelingen in productievermogen elektriciteit**

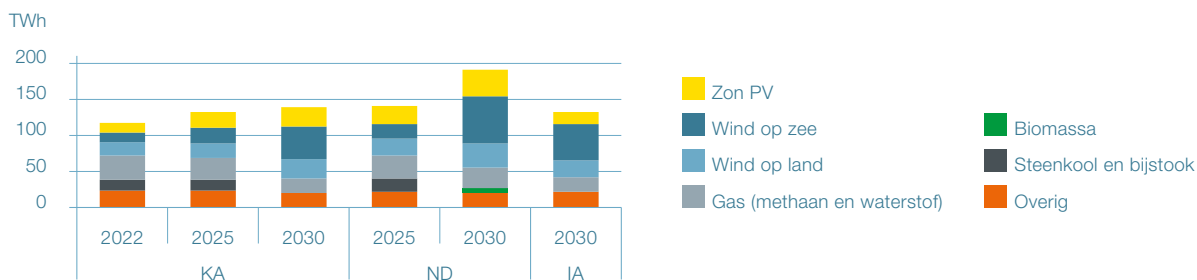
Figuur 4.10 toont de ontwikkeling van de productiecapaciteit in Nederland. Het operationeel opgestelde vermogen groeit in alle scenario's aanzienlijk, met name door de toename van zon PV, wind op zee en wind op land. De groei van deze bronnen is het grootst in het scenario 'Nationale Drijfveer'. In dit scenario is er ook sprake van een groter verbruik van elektriciteit. Het productievermogen valt in het scenario 'Internationale Ambitie' lager uit, omdat de duurzaamheidsdoelstellingen in dit scenario minder gedreven worden door binnenlandse hernieuwbare opwek. In alle scenario's worden de kolencentrales voor 2030 uitgefaseerd, met uitzondering van de kolencentrales die in het scenario 'Nationale Drijfveer' overgaan op 100% biomassa. Tot 2030 worden ook een aantal aardgascentrales uit bedrijf genomen. Dit leidt in alle scenario's tot een lichte daling van het gasgestookt vermogen. Voor 2030 wordt in de scenario's 'Nationale Drijfveer' en 'Internationale Ambitie' aangenomen dat 1,4 GW aan productiecapaciteit overgaat van aardgas naar waterstof. De kerncentrale in Borssele blijft in alle scenario's tot 2033 in bedrijf.

Figuur 4.10: Ontwikkeling productiecapaciteit en piekvraag



Figuur 4.11 toont de verwachte elektriciteitsproductie, resulterend uit de marktsimulaties (zie ook paragraaf 3.2). Wat betreft de hernieuwbare elektriciteitsproductie is er een groei in alle scenario's. Waar bij het geïnstalleerd vermogen de groei het sterkst is bij zon PV, is de groei van productie beduidend sterker in de categorie wind op zee. Daarnaast is te zien dat hoewel het operationeel opgestelde gasvermogen tussen 2025 en 2030 slechts licht daalt, de productie door gaseenheden veel sterker daalt doordat variabele duurzame bronnen een groter aandeel in de energiemix krijgen.

Figuur 4.11: Elektriciteitsproductie onder de verschillende scenario's

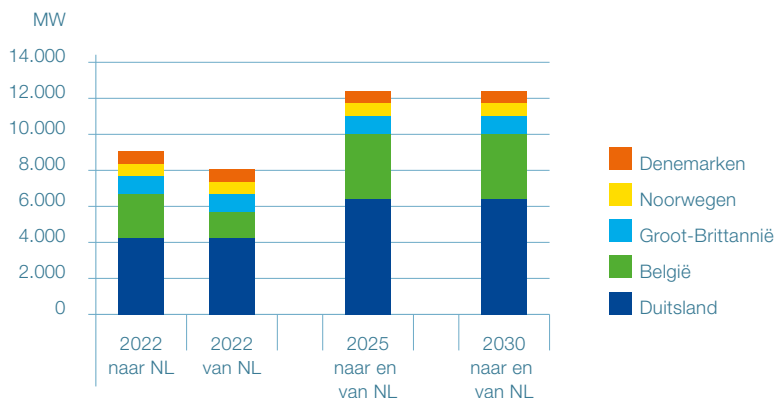


De categorie 'Biomassa' heeft enkel betrekking op het in de tekst genoemde vermogen van kolencentrales, die vanaf 2030 verondersteld worden volledig op biomassa te worden gestookt. De bijstook van biomassa in kolencentrales wordt vermeld onder 'steenkool en bijstook'. Merk daarnaast op dat de categorie 'Overige' tevens kleinschalig vermogen bevat dat (deels) op biomassa wordt gestookt. Hiernaast bevat deze categorie kleinschalig WKK-vermogen (veelal gestookt op aardgas), vermogen van afvalverbrandingsinstallaties, gasexpansie, nucleair en waterkracht. De eenheden op hoogovengas en productie door waterstofcentrales zijn ingedeeld in de categorie 'Gas (methaan en waterstof)'.

#### 4.2.3 Ontwikkelingen interconnectiecapaciteit

De elektriciteitsuitwisseling van Nederland met het buitenland wordt begrensd door de aan de markt beschikbaar gestelde interconnectiecapaciteit. De aangenomen uitwisselingscapaciteiten zijn weergegeven in figuur 4.12. Voor de marktberoeeningen in dit Investeringsplan zijn de uitwisselingscapaciteiten met omringende landen en op andere Europese grenzen vastgesteld volgens de bepalingen van het recentelijk van kracht geworden Europese wetgevingspakket 'Clean Energy Package' (CEP) (zie kader). Het CEP stelt onder andere dat netbeheerders, na aftrek van veiligheidsmarges, ten minste 70% van de fysieke uitwisselingscapaciteit op een biedzonegrens aan de markt ter beschikking moeten stellen. Omdat in de eerste jaren een overgangsregeling geldt, zijn deze bepalingen alleen toegepast bij de capaciteitsberekening voor de steekjaren 2025 en 2030. Voor het steekjaar 2022 worden de traditioneel gehanteerde NTC-waarden gebruikt.

Figuur 4.12: Ontwikkelingen interconnectiecapaciteit tussen Nederland en omliggende landen



#### Interconnectiecapaciteit in het IP2022

Verordening (EU) 2019/943<sup>8</sup> stelt eisen aan de minimale uitwisselingscapaciteit die op grenzen beschikbaar wordt gesteld aan de elektriciteitsmarkt. Alle hoogspanningsnetbeheerders die onder deze Verordening vallen moeten minimaal 70% van de thermische capaciteit van infrastructurele componenten beschikbaar stellen voor grensoverschrijdende uitwisseling. Hierbij mag wel rekening worden gehouden met uitvalsituaties. In het Investeringsplan Net op land is een methodiek opgesteld die ervoor zorgt dat er voldoende recht wordt gedaan aan de inhoud van de Verordening en die ook voor alle landen op een eenduidige manier is toe te passen. De gehanteerde methodiek resulteert meestal in uitwisselingscapaciteiten die groter zijn dan de NTC-waarden zoals gehanteerd in het TYNDP 2020<sup>9</sup>.

8) Official Journal of the European Union - Regulation (EU) 2019/943 of the European Parliament and of the Council.

9) In situaties waar de in het TYNDP 2020 gehanteerde NTC-waarde hoger is dan de volgens deze methodiek berekende waarde, is de hogere NTC-waarde gebruikt in de berekeningen. Dit is bijvoorbeeld altijd het geval waar het gaat om HVDC-verbindingen, zoals op de NorNed-, BritNed- en COBRA-kabel.

#### 4.2.4 Ontwikkelingen in elektriciteitsvraag en productie in omliggende landen

De ontwikkelingen in de elektriciteitsvraag en -productie in omliggende landen zijn van grote invloed op de elektriciteitsuitwisseling van Nederland met het buitenland en de inzet van binnenlandse productie en flexibiliteitsmiddelen zoals conversie en opslag van elektrische energie. Voor de opgestelde productievermogens, de elektriciteitsvraag en de hoeveelheden aan flexibiliteitsmiddelen per land wordt voor het steekjaar 2022 de MAF 2019 en voor de steekjaren 2025 en 2030 het TYNDP 2020 als consistente en met een brede groep stakeholders geconsulteerde bron gebruikt. Net zoals het investeringsplan kent het TYNDP drie verschillende scenario's om rekening te houden met verschillende ontwikkelpaden richting de lange termijn klimaatdoelstellingen op Europees niveau. Deze zijn op basis van de achterliggende verhaallijnen als volgt gekoppeld aan de drie scenario's voor Nederland:

Tabel 4.1

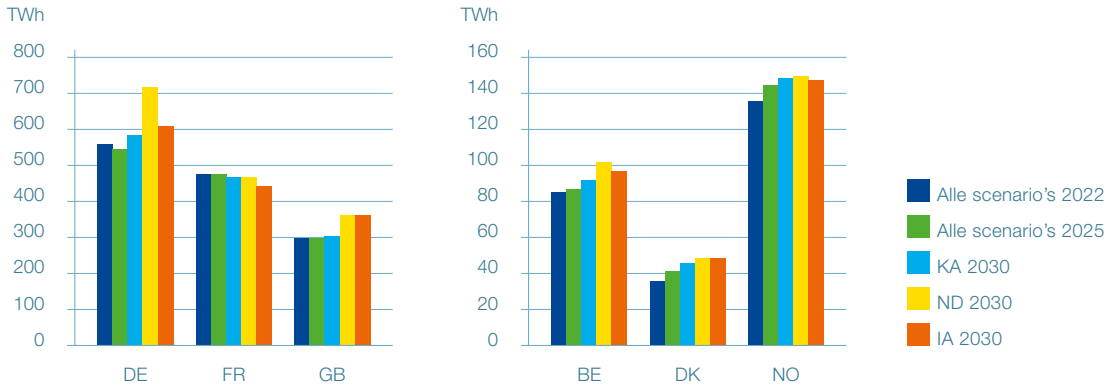
Koppeling nationale en Europese scenario's	
Scenario IP2022	Gekoppeld scenario uit TYNDP2020
Klimaatakkoord (KA)	National Trends (NT)
Nationale Drijfveer (ND)	Distributed Energy (DE)
Internationale Ambitie (IA)	Global Ambition (GA)



De onderstaande figuren tonen de elektriciteitsvraag en het opgestelde vermogen in de landen waarmee Nederland elektrisch rechtstreeks verbonden is alsmede Frankrijk<sup>10</sup>.

10) Vanwege de grote impact op de uitwisseling van energie binnen Europa.

Figuur 4.13: Ontwikkelingen elektriciteitsvraag in omliggende landen



Figuur 4.14: Ontwikkelingen in opgesteld productievermogen in omliggende landen



De belangrijkste ontwikkelingen binnen de zichtperiode zijn als volgt:

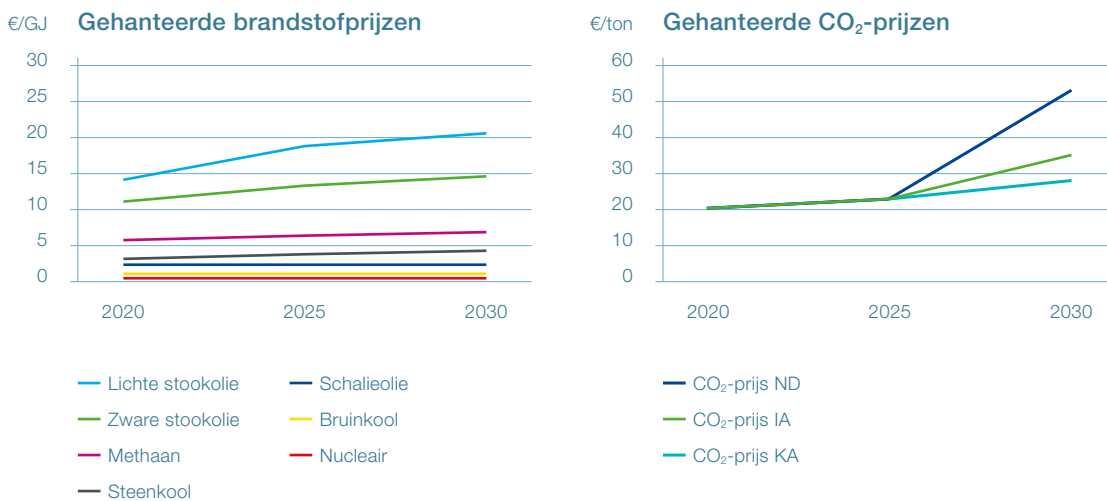
- Forse toename van hernieuwbare opwek uit zon PV, wind op land en wind op zee in alle omliggende landen;
- Sluiting van alle kerncentrales in Duitsland en België voor 2025;
- Hoge productie en export van kernenergie in Frankrijk in alle scenario's;
- Daling van het opgesteld vermogen aan steen- en bruinkoolcentrales in Duitsland;
- Gedeeltelijke compensatie van afgenomen vermogen van kern-, bruinkool- en steenkoolcentrales door gasgestookt vermogen in België en het Verenigd Koninkrijk.
- Waterkracht in Noorwegen is een belangrijke bron van flexibiliteit.

#### 4.2.5 Ontwikkelingen in brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzen

De brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzen worden voor alle scenario's van het TYNDP2020 overgenomen.

Verschuivende CO<sub>2</sub>-prijzen per scenario weerspiegelen verschillende ambities met betrekking tot de klimaatdoelstellingen.

Figuur 4.15: Gehanteerde CO<sub>2</sub>- en brandstofprijzen in de scenario's



#### 4.2.6 Ontwikkelingen in opslag en conversie

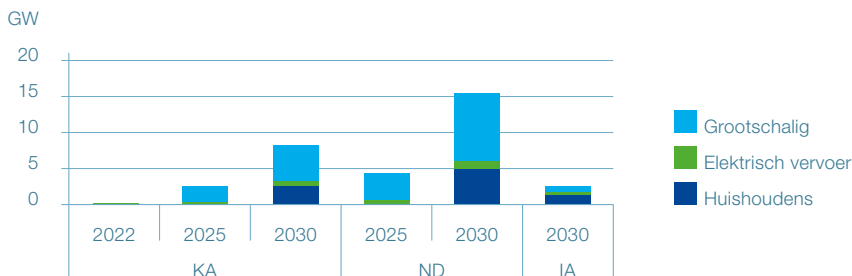
In alle scenario's neemt de productie van duurzaam opgewekte elektriciteit toe. De bronnen hiervoor zijn veelal weersafhankelijk en kennen een variabele productie. Naast interconnectie-capaciteit neemt daarom ook de noodzaak voor andere vormen van flexibiliteit toe.

##### Opslag

Elektriciteitsopslag vindt plaats bij huishoudens met batterijen, door elektrische voertuigen waarvan de batterijcapaciteit deels aan de markt beschikbaar wordt gesteld, en middels grootschalige elektriciteitsopslag. Op dit moment is elektriciteitsopslag nog duur en niet wijdverbreid. Als belangrijkste en in toenemende mate volwassen technologie voor korte-termijnsopslag wordt in dit investeringsplan rekening gehouden met batterijen, maar ook perslucht of andere technieken kunnen worden ingezet. Figuur 4.16 geeft een overzicht van de in dit investeringsplan aangenomen vermogens aan elektriciteitsopslag per scenario.

Doordat de salderingsregeling waarschijnlijk slechts geleidelijk wordt afgebouwd is de aanname dat er momenteel weinig prikkels zijn om te investeren in opslag. Hierdoor zal de ontwikkeling van opslag bij huishoudens pas na 2023 langzaam op gang komen. In het scenario 'Klimaatakkoord' wordt voor 2030 uitgegaan van 500.000 huishoudens met een thuisbatterij, elk met een vermogen van 5 kW en een opslagcapaciteit van 10 kWh. De scenario's 'Nationale Drijfveer' en 'Internationale Ambitie' gaan uit van 1.000.000 resp. 250.000 huishoudens met een zelfde type batterij. Elektrische auto's worden verondersteld voor een deel 'slim' te laden, door te laden wanneer de prijzen laag zijn. Hierdoor bieden ze flexibiliteit aan het elektriciteitssysteem. In de marktberoeeningen is aangenomen dat gemiddeld 10% van de batterijcapaciteit van elektrische personenauto's beschikbaar is voor slim laden, met een vermogen van maximaal 5 kW per voertuig. Een deel van de grootschalige elektriciteitsopslag wordt bij zonneparken geplaatst om de invoeding van elektrische energie over de dag te spreiden.

Figuur 4.16: Elektriciteitsopslag (vermogen)



### Conversie

Een deel van de industriële elektrische warmtevraag (Power-to-Heat) en de volledige waterstofproductie uit elektrolyse (Power-to-Gas) wordt als flexibel verondersteld. Dit houdt in dat deze installaties uitsluitend worden gebruikt op momenten dat de elektriciteitsprijs voldoende laag is. Het uitgangspunt hierbij is dat deze niet worden ingezet als hiervoor kolen- en gascentrales moeten draaien. Tabel 4.2 geeft het vermogen aan Power-to-Heat en Power-to-Gas in de verschillende scenario's weer. De resulterende jaarlijkse elektriciteitsvraag is reeds in paragraaf 4.2.1 behandeld.

Tabel 4.2

Opgesteld vermogen Power-to-Heat en Power-to-Gas						
Opgesteld (GW)	KA			ND		IA
	2022	2025	2030	2025	2030	2030
Power-to-Heat (baseload)	0 GW	0 GW	0,5 GW	0 GW	1 GW	0,8 GW
Power-to-Heat (flexibel)	0 GW	0 GW	3 GW	1,5 GW	3,8 GW	0 GW
Power-to-Gas	0,2 GW	0,5 GW	3,5 GW	1,25 GW	5 GW	1 GW

## 4.3 Bronnen

Tabel 4.3

Overzicht van bronnen die zijn gehanteerd bij de ontwikkeling van scenario's.		
	Bron	Gebruikte gegevens
1	Klimaatakkoord, 28 juni 2019	Afspraken en ambities voor verduurzaming van de Nederlandse energievoorziening
2	Klimaat- en Energieverkenning 2020, Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)	Productie van duurzame elektriciteit, aannames en bandbreedtes voor elektriciteitsverbruik per sector, projecties voor toekomstige aantallen woningen
3	Het Energiesysteem van de Toekomst – Integrale Infrastructuurverkenning 2030 -2050 (gezamenlijke netbeheerders, april 2021)	Toekomstscenario's voor 2050 en de kwantificering daarvan
4	Waar rijden én laden EV's in de toekomst? (ElaadNL, Outlook Okt. 2019)	Scenario's met getallen van aantallen personenauto's
5	Elektrisch op bestelling (ElaadNL, Outlook Q2 2020)	Scenario's met getallen van aantallen bestelvoertuigen
6	Naar 100% Z.E. in het OV (ElaadNL, Outlook Q3 2019)	Scenario's met getallen van aantallen bussen
7	Volgeladen naar zero-emissie stadslogistiek (ElaadNL, Outlook #4 2019)	Scenario's met getallen van aantallen vrachtwagens (stadslogistiek)
8	Truckers komen op stroom (ElaadNL, Outlook Q3 2020)	Scenario's met getallen van aantallen vrachtwagens
9	Rapportage Routeradar Brandstofvisie Duurzame energiedragers in mobiliteit, RWS (2019)	Ontwikkeling mobiliteit brandstofcelvoertuigen
10	Ruimtelijke Strategie Datacenters – Routekaart 2030 voor de groei van datacenters in Nederland (REOS, 2019)	Algemene uitgangspunten ontwikkeling en regionalisatie datacenters
11	Dutch data center association: State of the Dutch data centers (2020)	Referentiewaardes 2020
12	MRA-brede Strategie Datacenters (CE Delft / Buck Consultants International, 2020)	Scenario's van groei van datacenters in de metropoolregio Amsterdam
13	Waterstof - vraag en aanbod nu - 2030 (DNV GL/Gasunie)	Elektrolysevermogen
14	Grootverbruikers	Vraagprognose grootverbruikers
15	Producenten > 2MW	Productieprognose producenten met een installatiegrootte van meer dan 2 MW.
16	Regionale netwerkbeheerders	Aannamen ontwikkeling vraag en productievermogen op regionaal niveau
17	Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)	Historische verbruikscijfers en productiedata
18	PBL - 2019 - Effecten Ontwerp Klimaatakkoord	Aannames Power-to-Heat Klimaatakkoord
19	Rijksoverheid - 2019 - Kolencentrale Hemweg volgend jaar dicht	Voornemen voor sluiten van de Hemwegcentrale
20	Rijksoverheid - 2019 - Wetvoorstel: Wet verbod op kolen bij elektriciteitsproductie	Aannames voor verandering het opgesteld productievermogen in Nederland
21	Rijksoverheid - 2019 - Kamerbrief Voortgang uitvoering routekaart windenergie op zee 2030	Aannames voor ontwikkelingen wind op zee
22	DNV GL - 2017 - Biomassapotentieel in Nederland, Verkennende studie naar vrij beschikbaar biomassapotentieel voor energieopwekking in Nederland	Biomassapotentieel in Nederland
23	Green Liaisons - 2018 - Hernieuwbare moleculen naast duurzame elektronen	Biogas volume ontwikkelingen
24	Quintel - Energy Transition Model (ETM)	Beschouwen van scenario aannames
25	European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E): Ten Year Network Development Plan (TYNDP) 2020	- Brandstofkosten - Kosten van CO <sub>2</sub> -emissierechten
26	European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E), o.a. in publicaties: Ten Year Network Development Plan (TYNDP) 2020	- Data over verbruik, productie en interconnectiecapaciteit in andere landen in Europa; - Belastingprofielen voor andere landen in Europa; - Profielen beschikbaarheid weersafhankelijke bronnen; - Lange termijn netto transportcapaciteiten (long-term NTC's); - Thermische capaciteiten van verbindingen tussen landen.
27	CertiQ	Productievermogen van met name eenheden met hernieuwbare opwek
28	DNV GL - 2018 - Electrification of Industry; Facilitating the integration of offshore wind with Power-to-Heat in industry	Vermogens Power-to-Heat



# 5

## Capaciteitsknelpunten en uitbreidingsinvesteringen





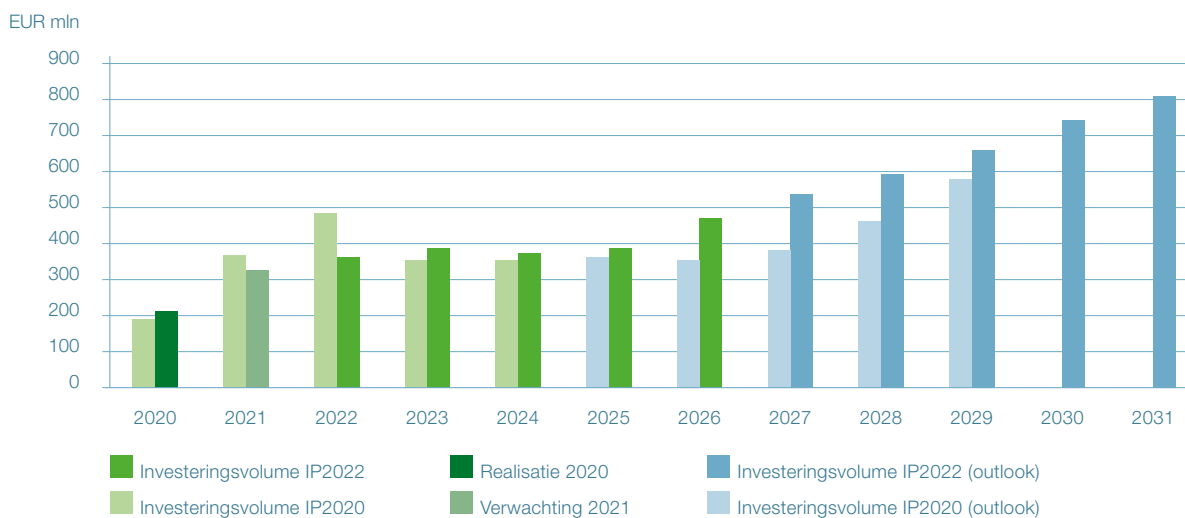
## 5.1 Samenvatting

Paragrafen 3.3, 3.5 en 3.6 beschrijven de methodiek die TenneT gebruikt om capaciteitsknelpunten te bepalen, het risico van deze knelpunten vast te stellen en te komen tot een investeringsportfolio. Dit hoofdstuk geeft de resultaten weer van de toegepaste methodiek. In de weergave is onderscheid gemaakt tussen knelpunten en investeringen op het 380/220 kV-net, in paragraaf 5.2, en knelpunten en investeringen op het 150/110 kV-net, in paragraaf 5.3.

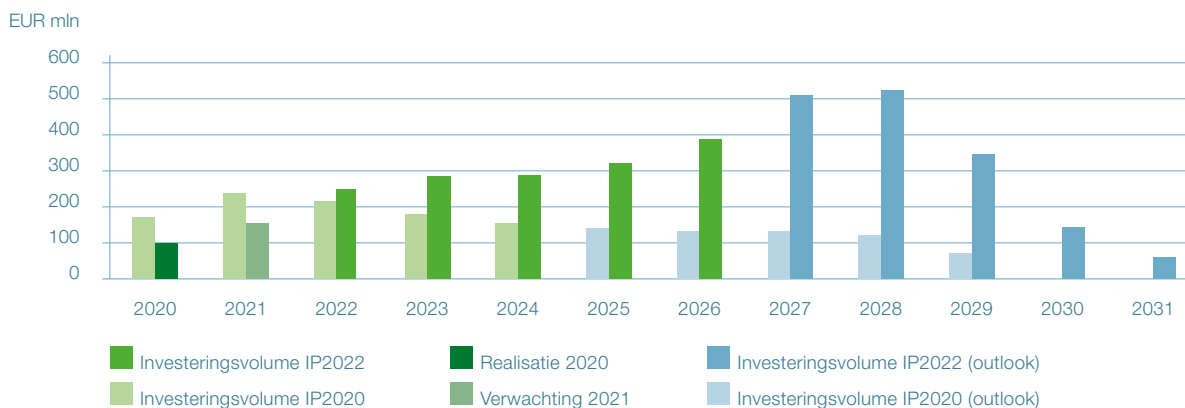
Figuur 5.1 geeft het investeringsvolume weer van de in dit hoofdstuk beschreven uitbreidingsinvesteringen voor de 380 kV- en 220 kV-netten.

Figuur 5.2 geeft het investeringsvolume weer van de in dit hoofdstuk beschreven uitbreidingsinvesteringen voor de 150 kV- en 110 kV-netten.

Figuur 5.1: Investeringsvolume voor uitbreidingsinvesteringen voor de 380 kV- en 220 kV-netten



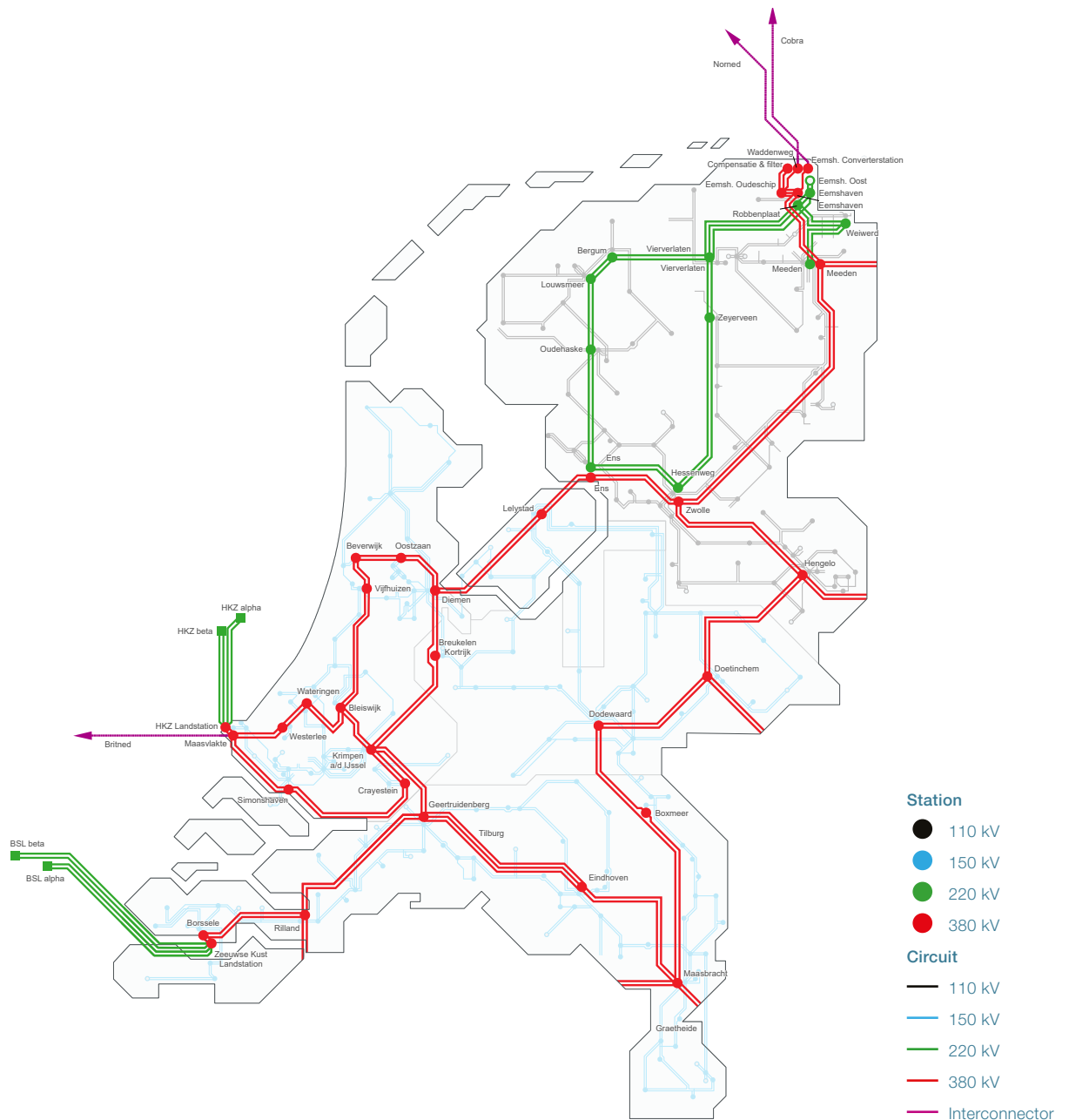
Figuur 5.2: Investeringsvolume voor uitbreidingsinvesteringen voor de 150 kV- en 110 kV-netten



## 5.2 Het landelijke 380 kV- en 220 kV-net

Het Nederlandse 380 kV-net is de ruggengraat van het landelijk hoogspanningsnet en zorgt voor het transport van grootschalig opgewekt vermogen door heel Nederland én van en naar het buitenland. Het bestaat uit een landelijke ringstructuur met verbindingen naar kustlocaties waar grootschalig productievermogen is aangesloten. Daarnaast zijn er verbindingen met Duitsland, België, Noorwegen, Groot-Brittannië en Denemarken. Het 220 kV-net is kleiner van omvang en gelegen in het noorden van Nederland, met een ringstructuur tussen Ens en Vierverlaten.

Figuur 5.3: Netkaart van het 380 kV- en 220 kV-net (per 1-1-2021)

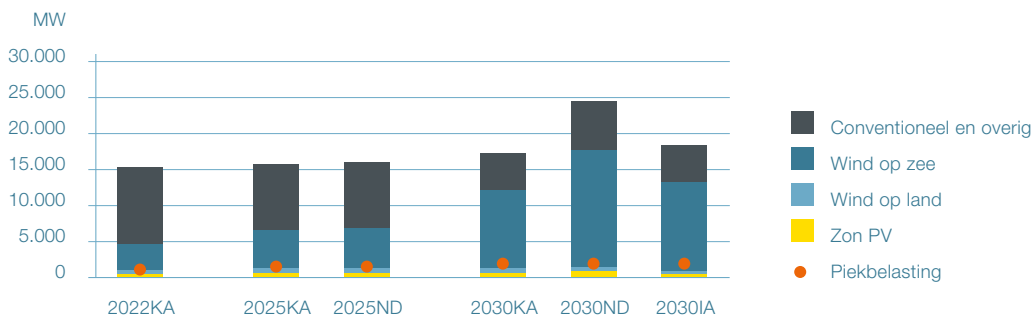


In deze paragraaf staan in figuur 5.3 de netkaart van de bestaande situatie (per 1-1-2021), in figuur 5.4 een overzicht van de ontwikkeling van het productievermogen en de piekbelasting volgens de drie in hoofdstuk 4 beschreven scenario's<sup>11</sup> in de steekjaren 2022, 2025 en 2030 en in tabel 5.1 een overzicht van de daaruit voortkomende capaciteitsknelpunten en de bijbehorende uitbreidingsinvesteringen. Daarnaast staat in tabel 5.2 een aantal klantgedreven uitbreidingsinvesteringen – zonder risicobeoordeling – om de energietransitie tijdig te kunnen faciliteren. Een lijst met in 2020 en 2021 afgeronde uitbreidingsinvesteringen is opgenomen in tabel 5.3.

11) KA: Klimaatakkoord  
 ND: Nationale drijfveer  
 IA: Internationale ambitie

Op grond van artikel 20a van de Elektriciteitswet is op alle uitbreidingsinvesteringen op het 380 kV- en 220 kV-net in principe de RCR-procedure van toepassing. Bij de initiatie van een nieuw project is het veelal nog niet zeker of redelijkerwijs valt te verwachten dat toepassing van de RCR-procedure de besluitvorming zal versnellen of dat er mogelijk andere voordelen aan zijn verbonden. Wanneer TenneT een RCR-procedure niet noodzakelijk acht, vraagt zij hiervoor ontheffing aan bij EZK. In hoofdstuk 6 worden de projecten waarop de RCR-procedure wel van toepassing is apart besproken.

Figuur 5.4: Ontwikkeling productievermogen en piekbelasting direct op het 380 kV- en 220 kV-net



### Netontwikkeling van IP2020 naar IP2022

De meeste knelpunten in het 220/380 kV-net zijn al in het IP2020 gesignaleerd. Nieuwe knelpunten doen zich vooral voor in het westen van Nederland, waar – in lijn met de TenneT-strategie – een 4 kA-opwaardering wordt voorzien van circuits in de as Krimpen-Diemen-Oostzaan-Beverwijk. Voor de knelpunten in het oostelijke deel van de 380 kV-hoofdtring (Zwolle-Hengelo-Doetinchem-Dodewaard-Maasbracht) was deze oplossing reeds in beeld. Waar ondanks een gerealiseerde of voorgenomen 4 kA-opwaardering nog steeds knelpunten verschijnen, wordt plaatsing van een 3de of 4de circuit overwogen, zoals in de noordwestelijke ring (Diemen-Lelystad-Ens) en op de verbinding Eindhoven-Maasbracht. Knelpunten in het noorden en zuidwesten van Nederland worden naar verwachting gemitigeerd door de RCR-projecten Noord-West 380 kV fase 2 resp. Zuid-West 380 kV Oost, die reeds werden onderzocht.



Tabel 5.1

Uitbreidingsinvesteringen op het 380/220 kV-net met onderliggende knelpunten								
Projectnr.	Projectnaam	IBN	Fase	Gesignaleerd knelpunt op	In scenario(s)	2022	2025	2030
						Risico	Risico	Risico
002.801	Diemen-Lelystad 380 Opwaardering naar 2 x 2.633 MVA	2022	Realisatie	Diemen-Lelystad 380 kV	KA	n-1		
000.144	Eemshaven Oudeschip – Vierverlaten, uitbreiding met een 380 kV-verbinding	2024	Realisatie	Noord Nederland	KA	n-1		
				Veroudering besturing 220/380 kV		kw	kw	kw
				Station Ens 380 kV	KA	rail n-1	rail n-1	rail n-1
				Functioneren railbeveiliging		kw		
				Station Ens 220 kV	KA	rail n-1	rail n-1	rail n-1
				Station Eemshaven 220 kV	KA	lk 1f		
				Station Robbenplaat 220 kV	KA	lk 1f		
000.145	ZW 380 kV West: Borssele-Rilland	2023	Realisatie	Zeeland	KA	n-1		
				Breda-Princenhage-Roosendaal 150 kV	KA, ND	n-2	n-2	n-1
002.559	Inlussen 380 kV-circuit Krimpen - Oostzaan op het 380 kV-station Diemen	2023	Realisatie	Krimpen a/d IJssel - Oostzaan - Diemen 380 kV	KA	n-1		
002.570	Eindhoven-(Tilburg)-Geertruidenberg 380 kV, opwaarderen capaciteit naar 3 x 1.860 MVA	2022	Realisatie	Geertruidenberg-Eindhoven 380 kV	KA		n-2	n-1
002.589	Geertruidenberg - Krimpen 380 Opwaarderen transportcapaciteit naar 2 x 2.633 MVA	2023	Realisatie	Krimpen a/d IJssel - Geertruidenberg 380 kV	KA	n-1	n-0	
				Veroudering scheiders en aarders 220-380 kV		kw	kw	kw
				Veroudering steekaarders 380 kV		kw	kw	kw
002.872	Borssele 380 Realiseren Blindstroomcompensatie	2023	Realisatie	Station Borssele 380 kV		pq	pq	pq
003.165	Rilland 380 kV, uitbreiden met twee 380/150 kV-transformatoren	2023	Realisatie	Roosendaal-Roosendaal Borchwerf-Woensdrecht 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Geertruidenberg-Zevenbergschenhoek-Moerdijk 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Borssele 380 kV/150 kV-transformatoren	KA, ND	n-2	n-2	n-0
				Borssele-Goes de Poel 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Goes de Poel – Rilland 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Middelburg-Goes de Poel 150 kV	ND			n-2
				Viissingen-Goes de Poel 150 kV	ND			n-2
				Woensdrecht-Rilland 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Tilburg West-Tilburg Noord 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Station Geertruidenberg 150 kV	KA			rail n-1
				Middelburg-Borssele 150 kV	ND			n-2
002.515	Ens-Zwolle 380 kV opwaardering naar 2.633 MVA	2024	Realisatie	Ens-Zwolle 380 kV	KA	n-1		
002.853	Vorbereiden Dynamic Line Rating	2023	Realisatie	Veroudering scheiders en aarders 220-380 kV		kw	kw	kw
				Dodewaard-Doetinchem 380 kV	IA, KA, ND	n-1		n-1
002.927	Bouw Blindstr.comp.MVL+WL380	2024	Realisatie	Station Maasvlakte 380 kV		pq		
002.586	Eindhoven-Maasbracht opwaarderen capaciteit naar 2 x 2.635 MVA	2026	Realisatie	Maasbracht-Eindhoven 380 kV	KA	n-1		
002.495	MBT380/150 kV, vernieuwing station	2027-2029	Realisatie	Station Maasbracht 380 kV	KA	lk 3f	lk 3f	lk 3f
				Station Maasbracht 380 kV	KA	rail n-2	rail n-2	rail n-2
				Veroudering besturing 220/380 kV		kw	kw	kw
				Veroudering meettransformatoren		kw	kw	kw

Op pagina 92 staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen

Tabel loopt door op volgende pagina

				Veroudering secundaire installaties prioriteit 2		kw	kw	kw
				Vertraagde afschakeling		kw	kw	kw
				Station Maasbracht 380 kV	KA			lk 1f
				Kwaliteit meetsystemen		kw	kw	kw
				Veroudering scheiders en aarders 220-380 kV		kw	kw	kw
				Veroudering luchtaangedreven scheiders en aarders 150 kV		kw	kw	kw
				Veroudering vermogensschakelaars deelpopulatie 220/380 kV		kw	kw	kw
				Problemen faciliteren telecombehoefte voor beveiliging		kw	kw	kw
				Veroudering steekaarders 380 kV		kw	kw	kw
				Station Maasbracht 380 kV	KA			rail n-1
				Verouderde overspanningsafleiders 380/220 kV		kw	kw	kw
				Station Maasbracht 150 kV	KA			rail n-1
				Maasbracht 380/150 kV-transformatoren	ND			n-0
				Station Maasbracht 150 kV	KA	rail n-2	rail n-2	rail n-2
002.678	Zuid-West 380 kV: Rilland-Tilburg	2030-2032	Realisatie	Tilburg Noord-Boxtel-Best 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Roosendaal-Roosendaal Borchwerf-Woensdrecht 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Geertruidenberg-Zevenbergschenhoek-Moerdijk 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Geertruidenberg-Tilburg West 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Station Tilburgen Noord 150 kV	KA			lk 3f
				Station Tilburg Noord 150 kV	KA	rail n-1	rail n-1	rail n-1
				Geertruidenberg 380/150 kV-transformatoren	KA	n-1	n-0	n-1
				Station Eindhoven Noord 150 kV	KA		lk 3f	lk 3f
				Station Eindhoven Oost 150 kV	KA		lk 3f	lk 3f
				Station Oosteind 150 kV	KA			lk 3f
				Station Tilburg West 150 kV	KA			lk 3f
				Breda-Princenhage-Roosendaal 150 kV	KA, ND	n-2	n-2	n-1
				Tilburg Noord-Boxtel-Eindhoven Noord 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Eindhoven 380/150 kV-transformatoren	IA, KA, ND			n-1
				Geertruidenberg-Oosteind 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Geertruidenberg-Waalwijk 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Helmond Oost-Helmond Zuid 150 kV	IA, ND		n-1	n-1
				Waalwijk-s Hertogenbosch Noord 150 kV	KA, ND		n-2	
				Oosteind-Tilburg West 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Tilburg West-Tilburg Noord 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Tilburg West-Tilburg Zuid 150 kV	IA, KA, ND	n-2	n-2	n-2
				Station Eindhoven Oost 150 kV	KA			rail n-1
				Station Geertruidenberg 150 kV	KA			rail n-1
				Station Oosteind 150 kV	KA			rail n-1
				Station Eindhoven Oost 150 kV	KA			rail n-2
				Geertruidenberg-Rilland 380 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Eindhoven Noord-Eindhoven Oost 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-1
				Eindhoven Oost-Helmond Zuid 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-1
				Station Oosteind 150 kV	KA			100 MW/6u
003.119	Meeden, third transformer 220/110 kV	2025	Basis-ontwerp	Meeden 220/110 kV-transformatoren	KA, ND	n-1	n-1	n-0

Op pagina 92 staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen

Tabel loopt door op volgende pagina

002.977	Musselkanaal, nieuw 380 kV station	2027	Basis-ontwerp	Musselkanaal Zandberg - Stadskanaal 110 kV	KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Bargemeer-Klazienaveen-Meeden 110 kV	IA, KA, ND		n-1	n-0
				Meeden - Stadskanaal 110 kV	KA	n-1	n-0	n-0
				Beilen-Musselkanaal Zandberg 110 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Coevorden-Veenoord 110 kV	ND			n-1
				Coevorden-Hardenberg 110 kV	KA, ND		n-1	n-1
				Zeyerveen 220/110 kV-transformatoren	ND			n-1
				Emmen Weerdinge-Bargemeer 110 kV	IA, KA, ND			n-1
				Veenoord-Emmen Weerdinge 110 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-0
Zwolle Hessenweg-Ommen Dante-Coevorden 110 kV	ND			n-1				
002.993	Veenoord Boerdijk, nieuw 380 kV-station	2027-2029	Basis-ontwerp	Musselkanaal Zandberg - Stadskanaal 110 kV	KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Bargemeer-Klazienaveen-Meeden 110 kV	IA, KA, ND		n-1	n-0
				Beilen-Musselkanaal Zandberg 110 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Coevorden-Veenoord 110 kV	ND			n-1
				Coevorden-Hardenberg 110 kV	KA, ND		n-1	n-1
				Zeyerveen 220/110 kV-transformatoren	ND			n-1
				Emmen Weerdinge-Bargemeer 110 kV	IA, KA, ND			n-1
				Veenoord-Emmen Weerdinge 110 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Zwolle Hessenweg-Ommen Dante-Coevorden 110 kV	ND			n-1
003.076	Meeden380, uitbreiding transformatorcapaciteit 380-220 kV	2027	Basis-ontwerp	Meeden 380/220 kV-transformator	KA, ND	n-2	n-2	n-0
003.068	Boxmeer 380 kV, uitbreiden en reconstructie station	2027-2029	Basis-ontwerp	Station Maasbracht 380 kV	KA	rail n-2	rail n-2	rail n-2
				Boekend-Blerick 150 kV	ND		n-1	n-0
				Station Maasbracht 380 kV	KA			rail n-1
				Station Maasbracht 150 kV	KA			rail n-1
				Belfeld-Blerick 150 kV	ND			n-1
				Buggenum-Belfeld 150 kV	ND			n-0
				Boxmeer 380/150 kV-transformator	ND			n-0
				Boekend-Californie 150 kV	ND			n-1
				Boekend-Horst 150 kV	ND			n-1
				Maalbroek-Beersdal 150 kV	IA, KA, ND			n-2
				Beersdal-Terwinselen 150 kV	KA, ND			n-2
				Maasbracht-Buggenum 150 kV	ND			n-2
				Buggenum-Maalbroek 150 kV	ND			n-1
				Californie-Venray 150 kV	ND			n-1
				Maasbracht-Graetheide 150 kV	ND			n-0
				Graetheide-Schoonbron-Terwinselen 150 kV	IA, KA, ND			n-2
				Horst-Venray 150 kV wit	ND			n-1
				Terwinselen-Schoonbron-Limmel 150 kV	IA, KA, ND			n-2
				Maasbracht 380/150 kV-transformatoren	ND			n-0
				Buggenum-Blerick 150 kV	ND		n-1	n-0
Station Maasbracht 150 kV	KA	rail n-2	rail n-2	rail n-2				
Station Maasbracht 150 kV	KA	lk 3f	lk 3f	lk 3f				
Station Boxmeer 380 kV	KA	rail n-2	rail n-2	rail n-2				
003.278	Deelnet Hoogeveen 220 kV	2027-2029	Basis-ontwerp	Dedemsvaart-Hardenberg 110 kV	KA, ND		n-1	n-1
				Hoogeveen-Dedemsvaart 110 kV	ND		n-0	n-0
				Hessenweg 220 kV/110 kV-transformatoren	KA, ND		n-2	n-0
				Hoogeveen-Hardenberg 110 kV	ND		n-1	n-1
				Hoogeveen -Wijster Oosterscheveld 110 kV	ND			n-1

Op pagina 92 staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen

Tabel loopt door op volgende pagina

002.902	LLS-DMN 380 kV, uitbreiding transportcapaciteit 3 <sup>e</sup> circuit	> 2031	Basis-ontwerp	Diemen-Lelystad 380 kV, na opwaarderen 2 circuits	KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Diemen-Lelystad 380 kV, na uitbreiding met 3 <sup>e</sup> circuit	KA, ND			n-1
002.903	ENS-LLS 380 kV, uitbreiding transportcapaciteit 3 <sup>e</sup> circuit	> 2031	Basis-ontwerp	Lelystad-Ens 380 kV	KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Lelystad-Ens 380 kV, na uitbreiding met 3 <sup>e</sup> circuit	KA, ND			n-1
002.904	KIJ-GT 380 kV uitbreiding transportcapaciteit 3 <sup>e</sup> circuit	> 2031	Basis-ontwerp	Krimpen a/d IJssel-Geertruidenberg 380 kV	IA, KA, ND		n-1	n-1
002.906	Ens 380 kV, vergroten transformatorcapaciteit 380-220 kV	2025	Studie	Ens 380/220 kV-transformatoren	KA, ND	n-1	n-0	n-0
002.972	S'haven 380 kV, 2 <sup>e</sup> 380/150 kV-transformator	2027-2029	Studie	Geervliet Noorddijk - Tinte - Europoort 150 kV	IA, ND		n-2	n-1
				Maasvlakte - Europoort 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-0	n-0
				Botlek - Geervliet Noorddijk 150 kV	ND		n-1	n-0
				Maasvlakte 380/150 kV-transformatoren	ND		n-2	n-0
				Simonshaven 380 kV/150 kV-transformator	ND		n-2	n-0
				Europoort - Theemsweg 150 kV	IA, ND		n-1	n-1
				Botlek - Geervliet 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-0	n-0
				Geervliet - Geervliet Noorddijk 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-0
003.126	Eemshaven-Midden 110 kV, derde kabel-transformator koppeling met RBB220	2028-2030	Studie	Robbenplaat 220/110 kV-transformatoren	KA		n-1	
				Station Eemshaven Midden 110 kV	KA			100 MW/6u
003.183	Plaatsen compensatiespoelen, diverse 380 kV-stations	2026	Studie	Tekort aan eigen middelen voor blindvermogenondersteuning		pq	pq	pq
003.441	Louwsmeer 220 kV, 4 <sup>e</sup> transformator	2027	Studie	Louwsmeer 220/110 kV-transformatoren	KA, ND		n-1	n-1
				Station Louwsmeer 110 kV	KA		lk 3f	lk 3f
002.394	Zwolle - Hengelo, opwaarderen capaciteit naar 2635 MVA	2031-2033	Studie	Zwolle-Hengelo 380 kV	KA, ND		n-1	n-1
003.073	Geertruidenberg 380 kV, 3 <sup>e</sup> koppeltransformator	2025	Studie	Roosendaal-Roosendaal Borchwerf-Woensdrecht 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Geertruidenberg-Zevenbergschenhoek-Moerdijk 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Geertruidenberg 380/150 kV-transformatoren	KA	n-1	n-0	n-1
				Breda-Princenhage-Roosendaal 150 kV	KA, ND	n-2	n-2	n-1
				Station Geertruidenberg 150 kV	KA			rail n-1
003.075	Wijchen 380 kV, nieuw station	2029-2031	Studie	Eindhoven Oost - Helmond Zuid 150 kV	KA		n-1	n-1
				Station Eindhoven Noord 150 kV	KA		lk 3f	lk 3f
				Station Eindhoven Oost 150 kV	KA		lk 3f	lk 3f
				Eindhoven 380/150 kV-transformatoren	IA, KA, ND			n-1
				Helmond Oost-Helmond Zuid 150 kV	IA, ND		n-1	n-1
				Station Eindhoven Oost 150 kV	KA			rail n-1
				Station Eindhoven Oost 150 kV	KA			rail n-2
				Oss-Aarle Rixtel 150 kV	ND			n-1
				Eindhoven Oost-Helmond Zuid 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-1
				Uden-Helmond Zuid 150 kV	ND			n-1
				Oss-Uden 150 kV	ND			n-1
				Station Uden 150 kV	KA			100 MW/6u
				Aarle Rixtel-Helmond Oost 150 kV	ND			n-1
003.085	Almere 380 kV, nieuw 380 kV-station	2030-2032	Studie	Zeewolde-Bunschoten 150 kV	KA, ND	n-1	n-2	n-2
				Zeewolde-Zuiderveld-Lelystad B 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-1
				Zeewolde-Zuiderveld-Lelystad 150 kV	ND			n-2
003.077	Doetinchem - Hengelo 380, opwaarderen capaciteit naar 2 x 2635 MVA	>2031	Studie	Doetinchem-Hengelo 380 kV	ND			n-2

Op pagina 92 staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen

Tabel loopt door op volgende pagina



002.757	Borssele 380 kV, uitbreiding met een vierde 380/150 kV-transformator	2029-2031	Studie	Borssele 380 kV/150 kV, transformatoren	KA, ND	n-2	n-2	n-0
002.893	Oostzaan 380 kV, 4 <sup>e</sup> koppeltransformator	2029-2031	Studie	Oostzaan 380/150 kV-transformatoren	KA, ND		n-2	n-0
003.069	Graetheide 380 kV, nieuw station	2030-2032	Studie	Station Maasbracht 380 kV	KA	rail n-2	rail n-2	rail n-2
				Station Maasbracht 380 kV	KA			rail n-1
				Station Maasbracht 150 kV	KA			rail n-1
				Maalbroek-Beersdal 150 kV	IA, KA, ND			n-2
				Beersdal-Terwinselen 150 kV	KA, ND			n-2
				Maasbracht-Buggenum 150 kV	ND			n-2
				Buggenum-Maalbroek 150 kV	ND			n-1
				Maasbracht-Graetheide 150 kV	ND			n-0
				Graetheide-Schoonbron-Terwinselen 150 kV	IA, KA, ND			n-2
				Terwinselen-Schoonbron-Limmel 150 kV	IA, KA, ND			n-2
				Maasbracht 380/150 kV-transformatoren	ND			n-0
				Buggenum-Blerick 150 kV	ND		n-1	n-0
				Station Maasbracht 150 kV	KA	rail n-2	rail n-2	rail n-2
Station Maasbracht 150 kV	KA	lk 3f	lk 3f	lk 3f				
003.408	Spaarndam 380 kV, nieuw station	2029-2031	Studie	Oostzaan 380/150 kV-transformatoren	KA, ND		n-2	n-0
				Vijfhuizen 380/150 kV-transformatoren	KA, ND		n-1	n-0
				Station Vijfhuizen 380 kV	KA			rail n-2
				Station Vijfhuizen 150 kV	KA		rail n-1	rail n-1
003.410	Weesp 380 kV, nieuw station	2029-2031	Studie	Diemen 380/150 kV-transformatoren	IA, KA, ND		n-1	n-0
				Watergraafsmeer-Diemen 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-0
				Velsen-Beverwijk 150 kV	ND			n-2
				Station Venserweg 150 kV	KA		rail n-1	rail n-1
				Velsen-Beverwijk 150 kV	KA			rail n-1
				Diemen-Bijlmer Noord 150 kV	KA, ND		n-1	n-0
003.429	Eindhoven - Maasbracht 380 kV, uitbreiden met een 3 <sup>e</sup> circuit	> 2031	Studie	Maasbracht-Eindhoven 380 kV	IA, KA, ND		n-1	n-1
003.430	Krimpen-Breukelen-Diemen-Oostzaan-Beverwijk 380 kV, opwaarderen HTLS	> 2031	Studie	Krimpen a/d IJssel-Breukelen Kortrijk 380 kV	IA, KA, ND		n-1	n-0
				Beverwijk-Oostzaan 380 kV	IA, KA, ND		n-1	n-1
				Oostzaan-Diemen 380 kV	KA, ND		n-1	n-0
				Breukelen Kortrijk-Diemen 380 kV	IA, ND			n-1
				Diemen-Krimpen a/d IJssel 380 kV	IA, KA, ND		n-2	n-1
003.432	EEM-EOS380, uitbr. met 3 <sup>e</sup> circuit	2029-2031	Studie	Eemshaven Oudeschip-Eemshaven 380 kV	KA, ND	n-2	n-1	n-1
003.439	Eindhoven - Geertruidenberg 380 kV, opwaarderen HTLS	> 2031	Studie	Station Geertruidenberg 380 kV	KA		rail n-1	rail n-1
003.472	Crayestein 380 kV, upgrade short circuit current limit	2029-2031	Studie	Station Crayestein 380 kV	KA			lk 3f
003.078	Dodewaard – Doetinchem380, opwaarderen capaciteit naar 2 x 2635 MVA	2030-2032	Studie	Dodewaard-Doetinchem 380 kV	IA, KA, ND	n-1		n-1
003.080	Europoort 380 kV, realisatie nieuw station	2030-2032	Studie	Maasvlakte - Europoort 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-0	n-0
003.059	TNZ380 realisatie 380 kV Zeeuws-Vlaanderen	> 2031	Studie	Borssele 380 kV/150 kV-transformatoren	KA, ND	n-2	n-2	n-0
				Borssele-Goes de Poel 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Borssele-Terneuzen 150 kV	ND		n-2	n-0
				Goes de Poel - Terneuzen 150 kV	ND			n-0
				Goes de Poel - Westdorpe 150 kV	ND			n-1
				Terneuzen-Westdorpe 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-1
003.079	Maasbracht – Boxmeer – Dodewaard380, opwaarderen capaciteit naar 2 x 2635 MVA	2028-2030	Studie	Maasbracht-Boxmeer-Dodewaard 380 kV	ND			n-1

Op pagina 92 staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen

Tabel loopt door op volgende pagina

003.017	Netverzwinging Kop van Noord-Holland	> 2031	Studie	Wijdewormer-Diemen 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Oterleek-Wijdewormer 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-1
				Velsen-Oterleek 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Diemen 380/150 kV-transformatoren	IA, KA, ND		n-1	n-0
				Middenmeer-Westwoud 150 kV	IA, KA, ND		n-2	n-1
				Oterleek-De Weel 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-0
				De Weel-Middenmeer 150 kV	IA, KA, ND		n-0	n-0
				Velsen-Beverwijk 150 kV	IA, KA, ND		n-2	n-2
				Velsen-Beverwijk 150 kV	IA, KA, ND		n-2	n-2
				Station Diemen 150 kV	KA		rail n-1	
				Station Oterleek 150 kV	KA		rail n-1	rail n-1
				Station Wijdewormer 150 kV	KA	rail n-1	rail n-1	rail n-1
				Station Oterleek 150 kV	KA		rail n-2	rail n-2
003.434	Opwaarderen 4 kA 380 kV Rilland - Geertruidenberg	2031 - 2033	Studie	Geertruidenberg-Rilland 380 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Geertruidenberg-Rilland 380 kV, na Zuidwest-Oost	KA, ND			n-1
002.806	Phase 2 NW380 kV VWL-ENS	> 2031	Studie	Zeyerveen - Hessenweg 220 kV	ND			n-2
				Station Vierverlaten 220 kV	KA		lk 1f	lk 1f
				Vierverlaten 380/220 kV-transformatoren	ND			n-2
				Hessenweg-Ens 220 kV	ND			n-1
				Louwsmeer-Bergum 220 kV	ND			n-2
				Bergum-Vierverlaten 220 kV	KA, ND			n-1
				Eemshaven - Meeden 380 kV	ND			n-1
				Zwolle-Meeden 380 kV	KA, ND	n-1		n-1
				Vierverlaten-Zeyerveen 220 kV	ND			n-1
Oudehaske-Ens 220 kV	ND			n-1				

Op pagina 92 staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen

Tabel 5.2

Klantgedreven uitbreidingsinvesteringen			
Projectnr.	Projectnaam	IBN	Fase
002.816	Versterking interconnectie NL – BE	2024	Realisatie
002.616	Meeden-Diele 380 kV Opwaarderen verbinding	2023	Realisatie
002.951	Meeden 220 kV, railuitbreiding met 4 velden	2024	Basisontwerp
002.970	Eemshaven-Oudeschip 380 kV, uitbreiding met tak 9 en 10	2024	Basisontwerp
003.039	Meeden 220 kV, uitbreiding stationsterrein en verlengen railsysteem	2024	Basisontwerp
003.215	Simonshaven 380 kV: uitbreiding station	2027	Basisontwerp
003.091	Realisatie nieuw 380 kV-station Maasvlakte-Amaliahaven	2026	Basisontwerp
003.120	380 kV netuitbreiding Schouwen-Duiveland, Tholen & West Brabant	2027	Basisontwerp
002.896	Verkabeling Krabbendijke	2031-2033	Basisontwerp
003.124	Lelystad 380 kV, uitbreiding station tbv realisatie klantvelden	2027	Studie
003.070	Maasbracht - Graetheide 380 kV, 3 <sup>e</sup> circuit	>2031	Studie

Tabel 5.3

Afgeronde uitbreidingsinvesteringen in 2020 en 2021
Rilland 380 kV, inrichten nieuw station
Ens-Lelystad 380 Opwaardering naar 2 x 2.633 MVA
Haluitbreiding Weiwerd 220 kV
Eemshaven 380 kV, realisatie 4 <sup>e</sup> transformator 380-220

### 5.3 De deelnetten op 150 kV en 110 kV

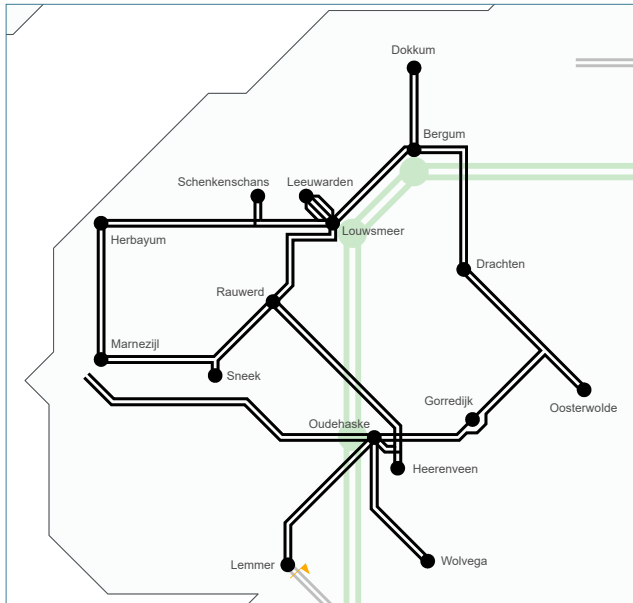
De Nederlandse 150 kV- en 110 kV-netten vormen de provinciale wegen voor elektriciteit. Deze netten zorgen voor de koppeling van het landelijke 380/220 kV-net met de distributienetten die beheerd worden door de regionale netbeheerders. Ook zijn op deze netten elektriciteitscentrales en grotere afnemers aangesloten. TenneT onderscheidt negen deelnetten op 150 kV en op 110 kV. Deze deelnetten zijn vanuit de historie ontstaan en bestrijken een of meerdere provincies. Paragrafen 5.3.1 tot en met 5.3.9 behandelen de negen deelnetten op 150 kV en 110 kV.

In elke paragraaf staan de netkaart van het deelgebied (per 1-1-2021) en een overzicht van de ontwikkeling van het productievermogen en de piekbelasting volgens de drie in hoofdstuk 4 beschreven scenario's<sup>12</sup> in de steekjaren 2022, 2025 en 2030. Per deelnet zijn de ontwikkelingen beschreven ten opzichte van de situatie in IP2020. Voor elk deelnet is er een tabel met de capaciteitsknelpunten en bijbehorende uitbreidingsinvesteringen. Daarnaast, indien van toepassing, een tabel met klantgedreven uitbreidingsinvesteringen – nog zonder knelpunt – en een lijst met in 2020 en 2021 afgeronde uitbreidingsinvesteringen.

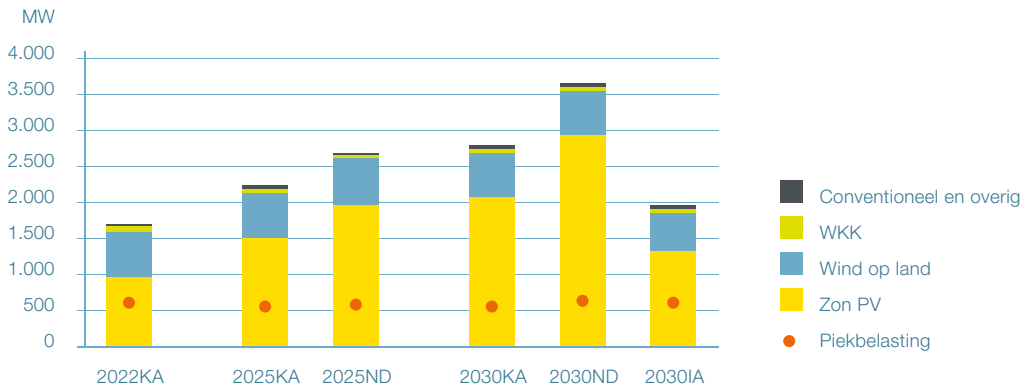
12) KA: Klimaatakkoord  
 ND: Nationale drijfveer  
 IA: Internationale ambitie

### 5.3.1 Friesland

Figuur 5.5: Netkaart van het 110 kV-net Friesland (per 1-1-2021)



Figuur 5.6: Ontwikkeling productievermogen en piekbelasting in het deelnet Friesland



#### Netontwikkeling van IP2020 naar IP2022

De knelpunten in deelnet Friesland zijn vooral productie-gedreven en ontstaan door de grote hoeveelheid geïnstalleerd zon en wind productievermogen in combinatie met groei van zon-opwek. Door de snelle groei van zon-opwek en de hogere opwekprognoses van de regionale netbeheerder zijn de knelpunten die in IP2020 berekend waren nu groter en ontstaan ze in een eerder steekjaar. Daarnaast is er in IP2022 een aantal nieuwe knelpunten geconstateerd waarvoor extra netverzwaringen noodzakelijk zijn naast de projecten die uit IP2020 voortgekomen zijn. Hierbij wordt ook naar het toepassen van N-0 voor productie gekeken. Aandachtspunt is wel, dat de ontwikkelingen in Friesland nog erg onzeker zijn. De ambities van marktpartijen, waarop de prognoses van de regionale netbeheerder met name op zijn gebaseerd, zijn momenteel groter dan die van de RES. Nut en noodzaak van de nieuwe projecten staat dan ook nog niet onomstotelijk vast.



Tabel 5.4

Uitbreidingsinvesteringen in het deelnet Friesland met onderliggende knelpunten								
Projectnr.	Projectnaam	IBN	Fase	Gesignaleerd knelpunt op	In scenario(s)	2022	2025	2030
						Risico	Risico	Risico
002.809	Netuitbreidingen van het Friese 220 kV-net	2023	Realisatie	Friesland	KA	n-1		
002.817	Netversterking Friesland 110 kV	2023	Realisatie	Friesland	KA	n-1		
				Station Herbayum 110 kV	KA		lk 3f	lk 3f
002.873	Nieuwbouw Bolsward 110 kV & 110 kV-kabelverbinding Bolsward – Oudehaske	2024	Realisatie	Friesland	KA	n-1		
003.444	Lemmer 110 kV, N-0 bedrijven	2027	Studie	Oudehaske-Lemmer 110 kV	KA, ND		n-1	n-1
003.053	Netversterking 110 kV Oostelijk Friesland	2027	Studie	Bergum-Drachten 110 kV	KA, ND		n-1	n-1
				Bergum 220/110 kV-transformatoren	KA, ND		n-1	n-0
				Oudehaske 220/110 kV-transformatoren	KA		n-1	n-1
				Oudehaske-Gorredijk 110 kV	KA, ND			n-1
				Drachten-Oosterwolde 110 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Oudehaske-Oosterwolde 110 kV	KA, ND	n-1	n-0	n-0
				Drachten-Gorredijk 110 kV	IA, KA, ND		n-1	n-1
				Station Oudehaske 110 kV	KA		lk 3f	lk 3f
003.443	West ring Friesland 110 kV, opwaardering	2027	Studie	Herbayum - Schenkenschans - Louwsmeer 110 kV	KA, ND		n-1	n-1
				Louwsmeer-Rauwerd 110 kV	KA, ND			n-1
				Rauwerd - Bolsward 110 kV	KA, ND			n-1
003.442	Dokkum 110 kV, N-0 bedrijven	2030-2032	Studie	Bergum-Dokkum 110 kV	ND			n-1

Op pagina 92 staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen

Tabel 5.5

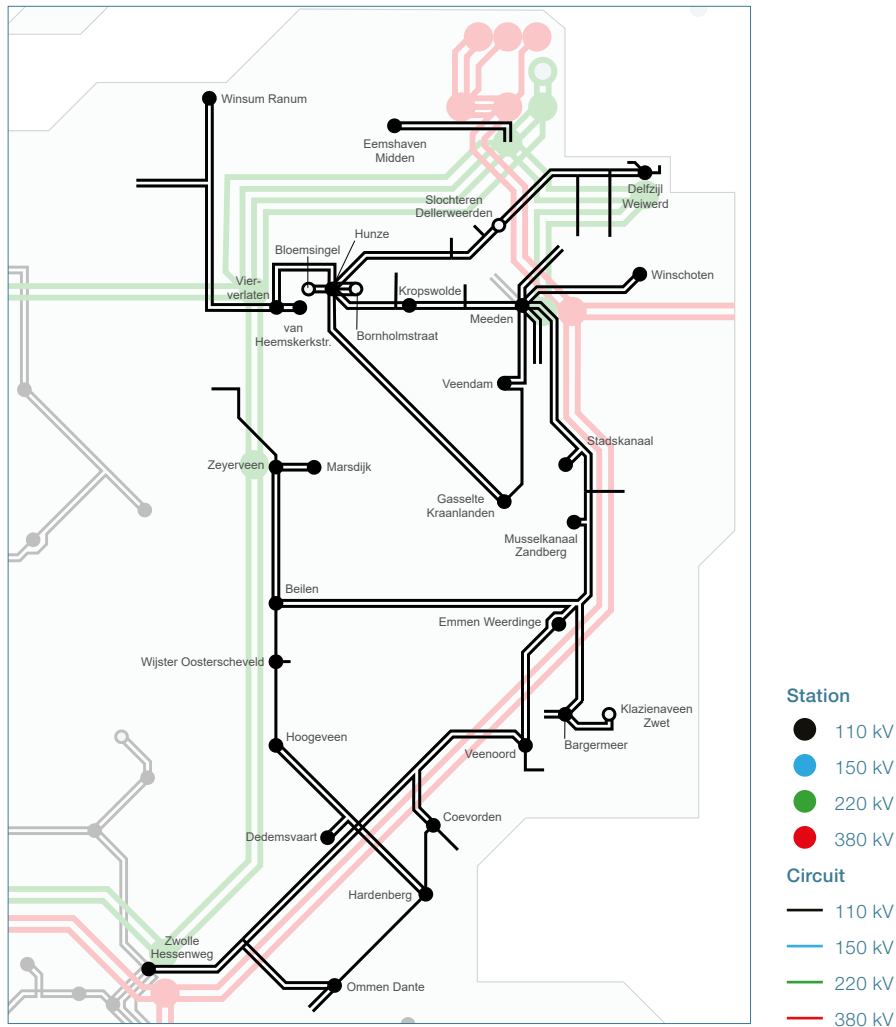
Klantgedreven uitbreidingsinvesteringen			
Projectnr.	Projectnaam	IBN	Fase
003.349	Drachten 110 kV, diepe netinvestering velden Liander	2022	Realisatie
003.157	Lemmer 110 kV (LMR110 kV), uitbreiden en verzwaren rail	2024	Basisontwerp
003.173	Bergum 110 kV, aanpassing TF-veld	2023	Studie
003.255	Leeuwarden Zuidwest 110 kV, nieuw station	2027	Studie

Tabel 5.6

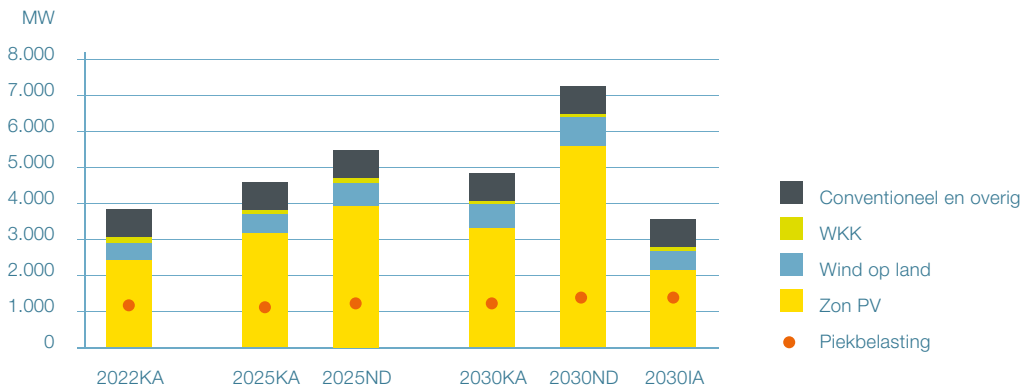
Afgeronde uitbreidingsinvesteringen in 2020 en 2021
Oosterwolde 110 kV, railuitbreiding

### 5.3.2. Groningen en Drenthe

Figuur 5.7: Netkaart van het 110 kV-net Groningen en Drenthe (per 1-1-2021)



Figuur 5.8: Ontwikkeling productievermogen en piekbelasting in het deelnet Groningen en Drenthe



### Netontwikkeling van IP2020 naar IP2022

In IP2020 zijn er in deelnet Groningen-Drenthe op meerdere locaties productiegedreven knelpunten geconstateerd. Hiervoor zijn projecten opgestart om het huidige 110 kV-net op te knippen in kleinere deelnetten ofwel loadpockets. Hiervoor worden nieuwe 220 en 380 kV-stations gebouwd en bestaande stations en verbindingen verzwaaard. De voorbereidingen voor deze werkzaamheden lopen voorspoedig. In de berekeningen voor IP2022 is vanwege de fase waarin de hiervoor genoemde projecten verkeren nog geen rekening gehouden met voltooiing van deze stations, waardoor de knelpunten in alle steekjaren zichtbaar blijven.

Door de voltooiing van de opwaardering van de lijn tussen Groningen en Delfzijl vervalt het knelpunt op deze lijn. Aanpassingen in de netschakeling rondom Ommen mitigeren enkele knelpunten aldaar.

Op enkele stations in Groningen en Drenthe wordt een grote industriële belastingstijging verwacht. Hierdoor ontstaan op enkele verbindingen naast opwekgerelateerde knelpunten nu ook belastinggedreven knelpunten.

Tabel 5.7

Uitbreidingsinvesteringen in het deelnet Groningen en Drenthe met onderliggende knelpunten								
	Projectnaam	IBN	Fase	Gesignaleerd knelpunt op	In scenario(s)	2022	2025	2030
						Risico	Risico	Risico
002.705	Meeden Stadskanaal Musselkanaal Beilen	2023	Realisatie	Meeden- Stadskanaal 110 kV	KA	n-1		
				Stadskanaal-Meeden 110 kV	IA, KA, ND	n-0	n-0	n-0
003.258	Groningen Hunze - Bloemsingel 110 kV stationswerk	2023	Realisatie	Dubbele fout uitloper Groningen Hunze - Bloemsingel		kw	kw	kw
002.503	GDO-gebied 110 kV, 1 en 3 fase kortsluitstroom beperken ivm veiligheid	2025	Realisatie	Veroudering oliegebluste vermogensschakelaars		kw	kw	kw
				Station Groningen Hunze 110 kV	KA	lk 3f	lk 3f	lk 3f
				Station Meeden 110 kV	KA	lk 3f	lk 3f	lk 3f
				Station Vierverlaten 110 kV	KA	lk 3f	lk 3f	lk 3f
				Station Zwolle Frankhuis 110 kV	KA	lk 3f	lk 3f	lk 3f
				Station Zwolle Hessenweg 110 kV	KA	lk 3f	lk 3f	lk 3f
				Station Zwolle Weteringkade 110 kV	KA	lk 3f	lk 3f	lk 3f
				Station Groningen Hunze 110 kV	KA	lk 1f	lk 1f	lk 1f
				Station Vierverlaten 110 kV	KA	lk 1f	lk 1f	lk 1f
002.978	Aansluitcapaciteit 110 kV zon-PV GLTK110 en VDM110	2027- 2029	Basis- ontwerp	Veendam-Meeden 110 kV	KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Groningen Hunze-Gasselte Kraanlanden 110 kV	ND		n-1	n-1
				Groningen Hunze - Kropswolde 110 kV	ND			n-1
				Veendam-Gasselte Kraanlanden 110 kV	KA, ND		n-2	n-2
				Meeden 220/110 kV-transformatoren	KA, ND	n-1	n-1	n-0
003.051	Deelnet Groningen stad 110 kV	2027- 2029	Basis- ontwerp	Groningen Hunze-Vierverlaten 110 kV	IA, KA, ND		n-2	n-2
				Vierverlaten 220/110 kV-transformatoren	ND			n-2
002.897	Verzwaaring bestaand 110 kV-net (Meeden - Bargermeer)	2027	Basis- ontwerp	Musselkanaal Zandberg - Stadskanaal 110 kV	KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Bargermeer-Klazienaveen-Meeden 110 kV	IA, KA, ND		n-1	n-0
				Beilen-Musselkanaal Zandberg 110 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Coevorden-Veenoord 110 kV	ND			n-1

Op pagina 92 staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen

Tabel loopt door op volgende pagina

				Coevorden-Hardenberg 110 kV	KA, ND		n-1	n-1
				Zeyerveen 220/110 kV-transformatoren	ND			n-1
				Emmen Weerdinge-Bargermeer 110 kV	IA, KA, ND			n-1
				Veenoord-Emmen Weerdinge 110 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Zwolle Hessenweg-Ommen Dante-Coevorden 110 kV	ND			n-1
002.897	Musselkanaal, twee nieuwe 110 kV-stations	2027	Basis-ontwerp	Musselkanaal Zandberg - Stadskanaal 110 kV	KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Bargermeer-Klazienaveen-Meeden 110 kV	IA, KA, ND		n-1	n-0
				Beilen-Musselkanaal Zandberg 110 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Coevorden-Veenoord 110 kV	ND			n-1
				Coevorden-Hardenberg 110 kV	KA, ND		n-1	n-1
				Zeyerveen 220/110 kV-transformatoren	ND			n-1
				Emmen Weerdinge-Bargermeer 110 kV	IA, KA, ND			n-1
				Veenoord-Emmen Weerdinge 110 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Zwolle Hessenweg-Ommen Dante-Coevorden 110 kV	ND			n-1
002.968	Veenoord Boerdijk, nieuw 110 kV-station	2027-2029	Basis-ontwerp	Musselkanaal Zandberg - Stadskanaal 110 kV	KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Bargermeer-Klazienaveen-Meeden 110 kV	IA, KA, ND		n-1	n-0
				Beilen-Musselkanaal Zandberg 110 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Coevorden-Veenoord 110 kV	ND			n-1
				Coevorden-Hardenberg 110 kV	KA, ND		n-1	n-1
				Zeyerveen 220/110 kV-transformatoren	ND			n-1
				Emmen Weerdinge-Bargermeer 110 kV	IA, KA, ND			n-1
				Veenoord-Emmen Weerdinge 110 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Zwolle Hessenweg-Ommen Dante-Coevorden 110 kV	ND			n-1
003.052	Deelnet Hoogeveen 110 kV	2028-2030	Basis-ontwerp	Station Beilen 110 kV	KA		lk 3f	lk 3f
				Dedemsvaart-Hardenberg 110 kV	KA, ND		n-1	n-1
				Hoogeveen-Dedemsvaart 110 kV	ND		n-0	n-0
				Hessenweg 220 kV - Zwolle Hessenweg 110 kV, transformatoren	KA, ND		n-2	n-0
				Meppel - Steenwijk 110 kV, transformatoren	KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Zwartsluis-Meppel 110 kV	KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Zwolle Hessenweg-Zwartsluis 110 kV	ND			n-0
				Station Meppel 110 kV	KA			rail n-1
				Station Hessenweg 220 kV	KA			rail n-1
				Beilen-Wijster Oosterscheveld 110 kV	ND			n-0
				Hoogeveen-Hardenberg 110 kV	ND		n-1	n-1
				Hoogeveen -Wijster Oosterscheveld 110 kV	ND			n-1
				Meppel - Steenwijk 110 kV	KA			100 MW/6u
003.056	Emmen Weerdinge, Bargermeer en Klazienaveen 110 kV, mitigeren uitloper	2029-2031	Studie	Station Emmen 110 kV	KA	100 MW/6u	100 MW/6u	100 MW/6u
				Emmen Weerdinge-Bargermeer 110 kV	IA, KA, ND			n-1
				Station Bargermeer 110 kV	KA	rail n-1	rail n-1	rail n-1
003.057	Zeyerveen - Beilen 110 kV, uitbreiding transportcapaciteit	2029-2031	Studie	Zeyerveen-Beilen 110 kV	KA, ND		n-1	n-0

Op pagina 92 staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen

Tabel 5.8

<b>Klantgedreven uitbreidingsinvesteringen</b>			
<b>Projectnr.</b>	<b>Projectnaam</b>	<b>IBN</b>	<b>Fase</b>
003.005	Musselkanaal Zandberg 110 kV, stationsuitbreiding		On Hold
003.423	Winschoten 110 kV, railverlenging	2026	Studie
003.449	Delfzijl Weiwerd 110 kV, uitbreiding	2026	Studie

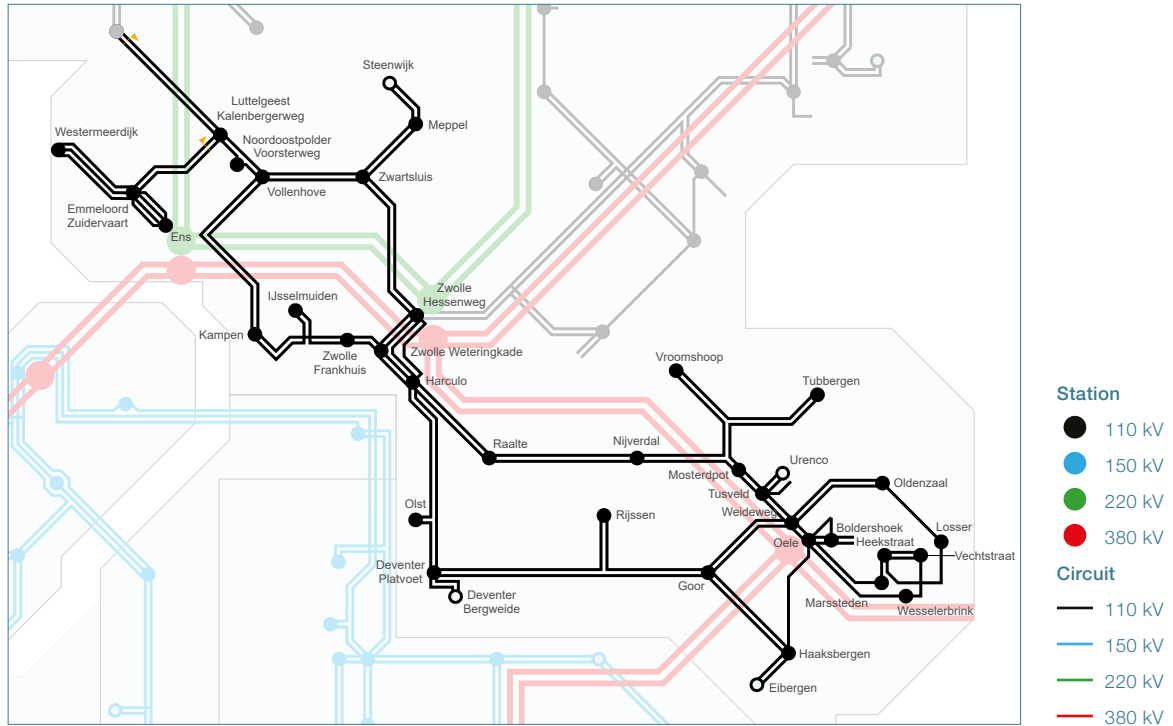
Tabel 5.9

<b>Afgeronde uitbreidingsinvesteringen in 2020 en 2021</b>
Nieuwbouw 110/220 kV-station Eemshaven Midden
Groningen Hunze - Delfzijl Weiwerd 110 kV, fase 2

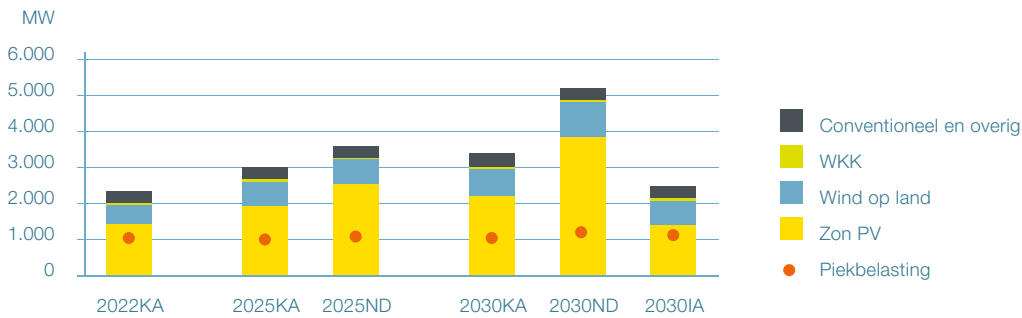


### 5.3.3 Overijssel en de Noordoostpolder

Figuur 5.9: Netkaart van het 110 kV-net Overijssel en de Noordoostpolder (per 1-1-2021)



Figuur 5.10: Ontwikkeling productievermogen en piekbelasting in het deelnet Overijssel en de Noordoostpolder



#### Netontwikkeling van IP2020 naar IP2022

In deelnet Overijssel en de Noordoostpolder is in het IP2022 ten opzichte van het IP2020 een stijging van duurzaam opwekvermogen en een marginale daling van het verbruik te zien. Dit zorgt voor een toename in aantal en ernst van knelpunten in uren met veel opwek (zonnige feestdagen) en een afname van knelpunten in verbruik uren (winteravonden). Verder verdwijnen er knelpunten op de lijncircuits in de ring van Noordwest-Overijssel, omdat er een netscheiding is toegepast op station Luttelgeest waardoor het opwekvermogen daar via een ander koppelpunt afgevoerd wordt. In de ring van Enschede verdwijnen de N-1 knelpunten door een lager verbruik in de toekomst op de stations in deze ring. In de driehoek tussen Almelo, Vroomshoop en Tubbergen ontwikkelen zich N-1 knelpunten door de RES opgave van de betrokken gemeentes.

Tabel 5.10

Uitbreidingsinvesteringen in het deelnet Overijssel en de Noordoostpolder met onderliggende knelpunten								
Projectnr.	Projectnaam	IBN	Fase	Gesignaleerd knelpunt op	In scenario('s)	2022	2025	2030
						Risico	Risico	Risico
002.899	Zwolle Weteringkade 110 kV-station, seriespoelen plaatsen	2023	Realisatie	Zwolle Weteringkade - Zwolle Hessenweg 110 kV	KA		n-1	n-1
003.298	Pocket Goor 110 kV verb. HGLW-HGLO	2023	Realisatie	Hengelo Oele-Haaksbergen 110 kV	KA	n-1		
				Station Haaksbergen 110 kV	KA	lk 3f	lk 3f	lk 3f
				Goor-Rijssen 110 kV	KA	n-0		
002.987	Pocket Harculo 110KV Grid	2025	Realisatie	Harculo-Raalte 110 kV	KA	n-1		
				Raalte-Nijverdal 110 kV	KA	n-0		
				Veroudering secundaire installaties prioriteit 4		kw	kw	kw
				Vertraagde afschakeling		kw	kw	kw
				Deventer Platvoet- Rijssen 110 kV	KA		n-1	
				Goor-Rijssen 110 kV	KA	n-0		
003.297	Pocket Harculo 110kV, stationswerkzaamheden	2025	Realisatie	Harculo-Raalte 110 kV	KA	n-1		
				Raalte-Nijverdal 110 kV	KA	n-0		
				Veroudering secundaire installaties prioriteit 4		kw	kw	kw
				Vertraagde afschakeling		kw	kw	kw
				Deventer Platvoet- Rijssen 110 kV	KA		n-1	
				Goor-Rijssen 110 kV	KA	n-0		
002.989	Pocket Goor	2024	Realisatie	Hengelo Oele-Haaksbergen 110 kV	KA	n-1		
				Station Enschede van Heekstraat 110 kV	KA	lk 3f		
				Station Haaksbergen 110 kV	KA	lk 3f	lk 3f	lk 3f
002.991	Pocket Almelo 110KV Grid	2027	Realisatie	Nijverdal-Almelo Mosterdpot 110 kV	KA	n-0		
				Almelo Tusveld-Hengelo Weideweg 110 kV	KA, ND		n-2	
				Station Almelo Mosterdpot 110 kV	KA	lk 3f		
003.299	Pocket Almelo 110 kV, stationswerkzaamheden	2027	Realisatie	Nijverdal-Almelo Mosterdpot 110 kV	KA	n-0		
				Almelo Tusveld-Hengelo Weideweg 110 kV	KA, ND		n-2	
003.054	Luttelgeest Kalenbergerweg - Vollenhove 110kV met netsplitsing	2029-2031	Basis-ontwerp	Oudehaske-Lemmer 110 kV	KA, ND		n-1	n-1
003.382	Netaanpassing Luttelgeest stations	2027	Basis-ontwerp	Oudehaske-Lemmer 110 kV	KA, ND		n-1	n-1
003.084	Hengelo 380 kV, uitbreiding met 4 <sup>e</sup> 380/110 kV transformator	2029-2031	Studie	Station Hengelo Oele 110 kV	KA	lk 3f	lk 3f	lk 3f
				Hengelo 380/110 kV-transformatoren	IA, KA, ND		n-2	n-2
				Station Hengelo 380 kV	KA			rail n-1
003.446	Ens 380 kV, 4 <sup>e</sup> trafo 110 kV	2028-2030	Studie	Ens 380/110 kV-transformatoren	IA, KA, ND	n-2	n-2	n-2
				Station Ens 110 kV	KA	lk 3f	lk 3f	lk 3f
003.447	Zwartsluis 110 kV, installatie railbeveiliging	2027	Studie	Station Zwartsluis 110 kV	KA	rail n-1	rail n-1	rail n-1
003.448	Zwolle Hessenweg 110 kV, installatie railbeveiliging	2026	Studie	Station Zwolle Hessenweg 110 kV	KA	rail n-1	rail n-1	rail n-1
002.518	Knelpunten deelnet Oele	2030-2032	Studie	Hengelo Weideweg-Oldenzaal 110 kV	IA, KA, ND	n-2	n-2	n-2
				Enschede Heekstraat-Losser 110 kV	KA, ND			n-2
				Enschede Marssteden-Hengelo Oele 110 kV	ND			n-2
				Enschede Vechtstraat-Enschede Wesselerbrink 110 kV	IA, KA, ND		n-2	n-2
				Enschede Wesselerbrink-Hengelo Oele 110 kV	ND			n-2
003.445	Driehoek Twente 110 kV, opwaardering	2027-2029	Studie	Tubbergen - Almelo Mosterdpot 110 kV	ND		n-1	n-1
				Vroomshoop-Tubbergen 110 kV	ND		n-1	n-1
				Vroomshoop - Almelo Mosterdpot 110 kV	ND		n-1	n-1

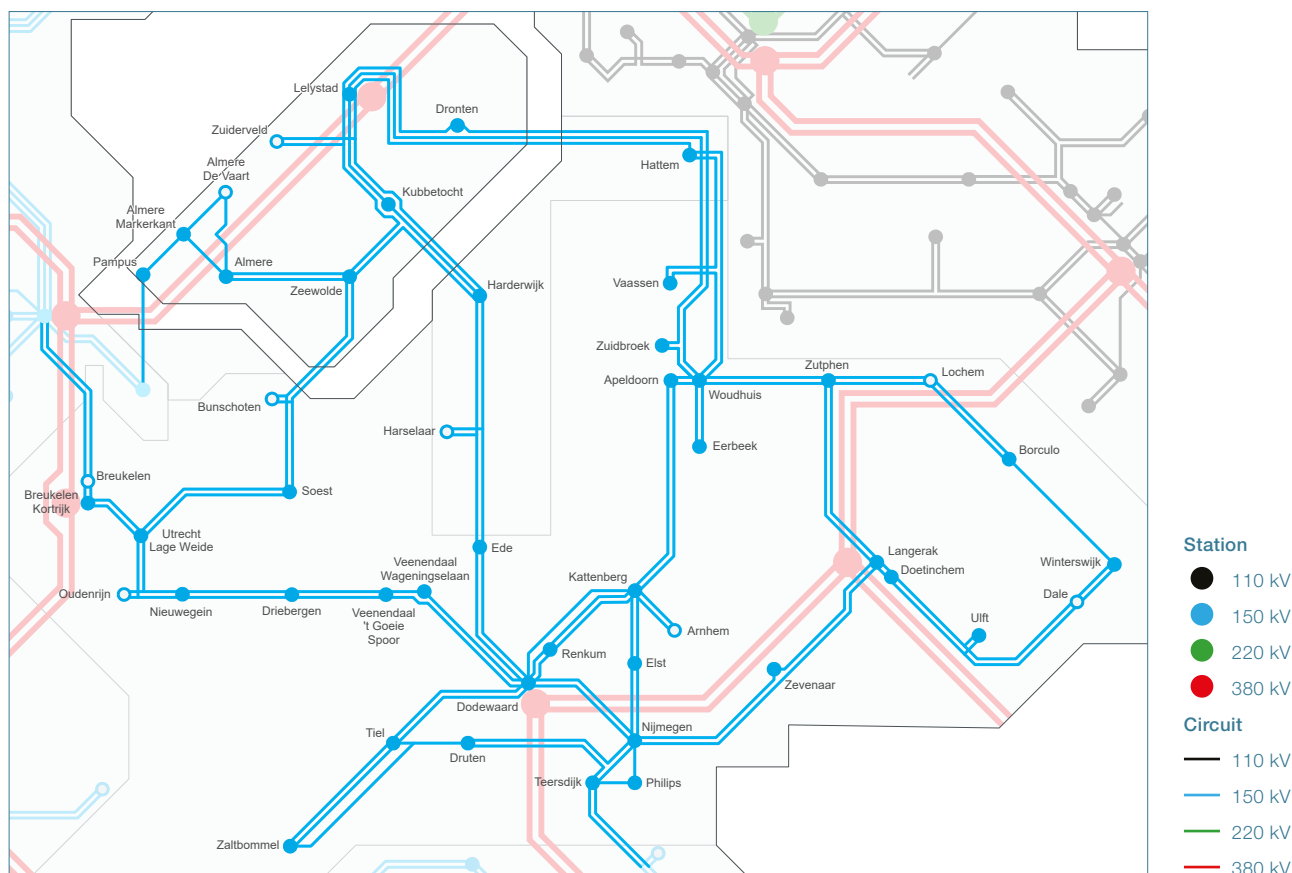
Op pagina 92 staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen

Tabel 5.11

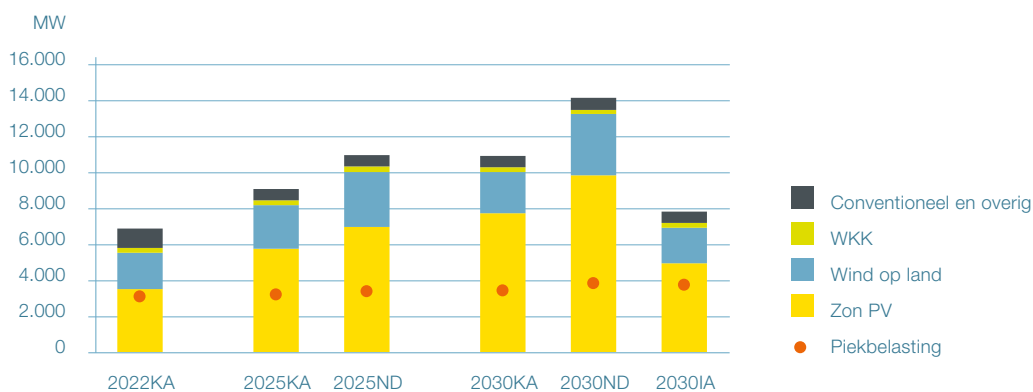
<b>Klantgedreven uitbreidingsinvesteringen</b>			
<b>Projectnr.</b>	<b>Projectnaam</b>	<b>IBN</b>	<b>Fase</b>
003.121	Eibergen 110 kV, verandering RNB diepere netinvestering	2023	Basisontwerp

### 5.3.4 Flevoland, Gelderland en Utrecht

Figuur 5.11: Netkaart van het 150 kV-net Flevoland, Gelderland en Utrecht (per 1-1-2021)



Figuur 5.12: Ontwikkeling productievermogen en piekbelasting in het deelnet Flevoland, Gelderland en Utrecht



#### Netontwikkeling van IP2020 naar IP2022

In deelnet Flevoland-Gelderland-Utrecht is ten opzichte van het IP2020 een stijging van het aandeel windenergie te zien. Tevens is er een stijging in de belastingvraag waarneembaar. In de uren met veel opwek door windenergie neemt de ernst van de knelpunten toe. Ook zijn er enkele extra knelpunten geïdentificeerd die in het IP2020 nog niet waren. Deze ontstaan vaak in het verlengde van verbindingen waarop in het IP2020 reeds een knelpunt is geïdentificeerd. Dit onderschrijft de geïnitieerde projecten vanuit het IP2020 om tot loadpockets in het deelnet te komen.

Tabel 5.12

Uitbreidingsinvesteringen in het deelnet Flevoland, Gelderland en Utrecht met onderliggende knelpunten									
Projectnr.	Projectnaam	IBN	Fase	Gesignaleerd knelpunt op	In scenario(s)	2022	2025	2030	
						Risico	Risico	Risico	
002.530	Splitsing FGU net	2022	Realisatie	Utrecht Lage Weide-Oudenrijn-Nieuwegein 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	n-0	
				Breukelen Kortrijk 380/150 kV-transformator	IA, KA, ND	n-0	n-0	n-0	
				Dodewaard 380/150 kV-transformatoren	IA, KA, ND		n-0	n-0	
				Doetinchem 380/150 kV-transformatoren	IA, KA, ND		n-1	n-0	
				Lelystad 380/150 kV transformatoren	KA, ND		n-1	n-0	
				Lelystad 380/150 kV transformator 414	IA, KA, ND				n-1
003.063	Oudenrijn, 150 kV-station Realisatie	2025	Studie	Utrecht Lage Weide-Oudenrijn-Nieuwegein 150kV	KA, ND	n-1	n-1	n-0	
				Utrecht Lage Weide-Oudenrijn 150 kV	KA	100 MW/6u	100 MW/6u	100 MW/6u	
003.040	Splitsing FGU 150 kV net fase 2 & 3	2027-2029	Studie	Station Zutphen 150 kV	KA		lk 3f	lk 3f	
				Kattenberg-Apeldoorn 150 kV	ND		n-2	n-1	
				Apeldoorn-Woudhuis 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-1	
				Breukelen Kortrijk 380/150 kV-transformator	IA, KA, ND	n-0	n-0	n-0	
				Zeewolde-Bunschoten 150 kV	KA, ND	n-1	n-2	n-2	
				Nieuwegein-Driebergen150 kV	KA, ND		n-1	n-0	
				Driebergen-Veenendaal t Goeie Spoor 150 kV	KA, ND		n-2	n-0	
				Dodewaard-Ede 150 kV	KA, ND	n-1	n-0	n-0	
				Nijmegen-Dodewaard 150 kV	ND			n-2	
				Dodewaard 380/150 kV-transformatoren	IA, KA, ND		n-0	n-0	
				Doetinchem-Langerak 150 kV	KA, ND		n-1	n-0	
				Doetinchem 380/150 kV-transformatoren	IA, KA, ND		n-1	n-0	
				Ede-Harselaar-Harderwijk 150 kV	KA, ND	n-1	n-0	n-0	
				Kattenberg-Renkum 150 kV	KA, ND		n-1	n-1	
				Zevenaar-Langerak 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-0	
				Zeewolde-Zuiderveld-Lelystad B 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-1	
				Lelystad 380/150 kV transformatoren	KA, ND		n-1	n-0	
				Nijmegen-Zevenaar 150 kV	KA, ND			n-2	
				Circuit Utrecht Lage Weide - Breukelen Kortrijk 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-1	
				Woudhuis-Zutphen 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-1	
				Zeewolde-Zuiderveld-Lelystad 150 kV	ND			n-2	
				Nijmegen-Zevenaar 150 kV	KA			100 MW/6u	100 MW/6u
				Dodewaard-Veenendaal t Goeie Spoor 150 kV	IA, KA, ND			n-2	n-1
				Dodewaard-Veenendaal Wageningsealaan 150 kV	IA, KA, ND			n-2	n-1
				Hatterm-Vaassen 150 kV	IA, KA, ND			n-2	n-2
				Woudhuis-Hatterm 150 kV	KA, ND			n-1	n-1
				Lelystad - Dronten Olsterpad 150 kV	ND				n-1
				Lelystad 380/150 kV transformator 414	IA, KA, ND				n-1
Veenendaal Wageningsealaan-Veenendaal t Goeie Spoor 150 kV	KA, ND				n-1				
Vaassen-Woudhuis 150 kV	IA, KA, ND			n-2	n-2				
Zeewolde-Harderwijk 150 kV	IA, KA, ND				n-2				
003.049	Versterking 150 kV Rivierenland omg. Tiel/Zaltbommel	2029-2031	Studie	Dodewaard-Tiel 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-1	
				Druuten-Tiel-Zaltbommel 150 kV	KA, ND			n-2	
003.065	Utrecht Lage Weide - Soest 150 kV kabelverbinding vervangen	2028-2030	Studie	Utrecht Lage Weide-Soest 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1	
003.050	Versterking 150 kV Achterhoek	2030-2032	Studie	Zutphen-Lochem 150 kV	ND			n-1	
				Nijmegen-Langerak 150 kV	IA, KA, ND			n-1	

Op pagina 92 staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen



Tabel 5.13

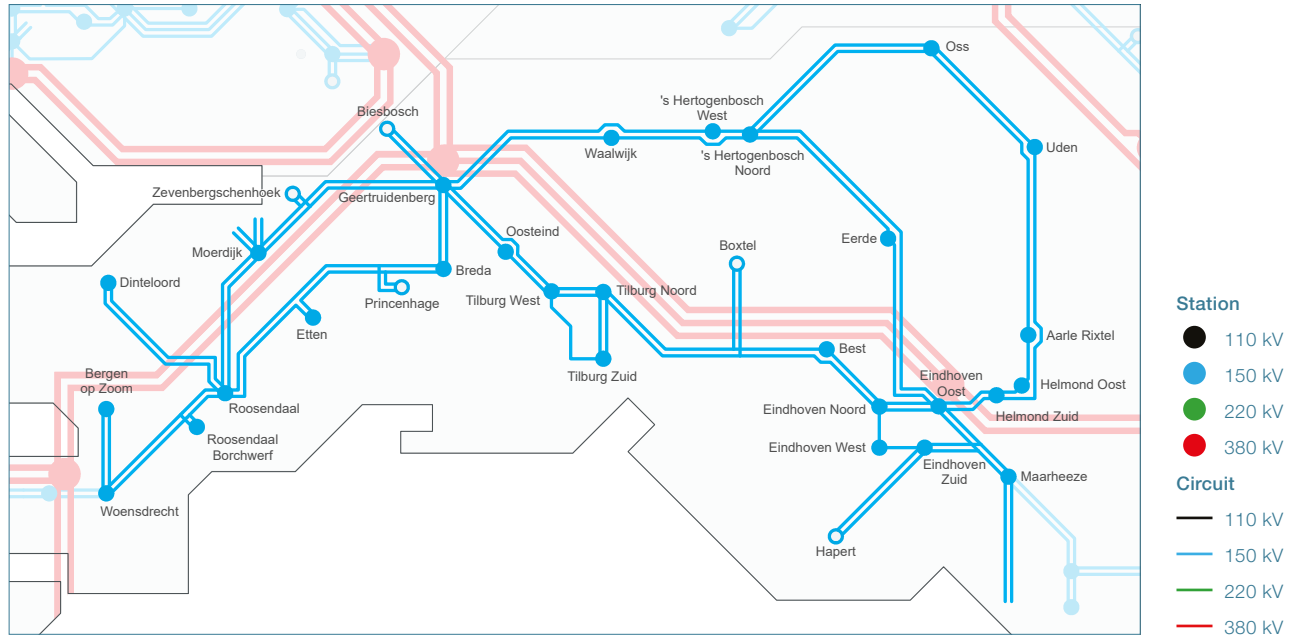
<b>Klantgedreven uitbreidingsinvesteringen</b>			
<b>Projectnr.</b>	<b>Projectnaam</b>	<b>IBN</b>	<b>Fase</b>
002.808	Zuilichem 150 kV nieuw station		On Hold
002.944	Oosterhout 150 kV inrichten station	2023	Realisatie
003.115	Amersfoort-Noord 150 kV, nieuw 150 kV station	2027-2029	Studie

Tabel 5.14

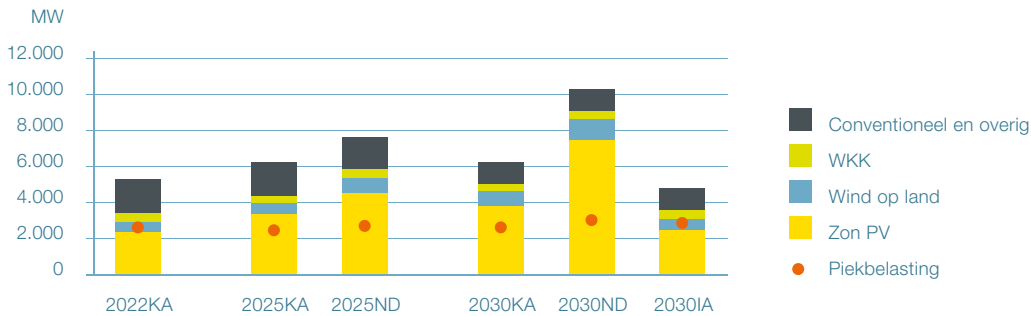
<b>Afgeronde uitbreidingsinvesteringen in 2020 en 2021</b>
Tiel-Zaltbommel 150 kV, uitbreiding 150 kV 3 <sup>e</sup> kabelcircuit
Railbeveiliging 150 kV Tiel en Druten

### 5.3.5 Noord-Brabant

Figuur 5.13: Netkaart van het 150 kV-net Noord-Brabant (per 1-1-2021)



Figuur 5.14: Ontwikkeling productievermogen en piekbelasting in het deelnet Noord-Brabant



#### Netontwikkeling van IP2020 naar IP2022

De geconstateerde knelpunten voor het IP2022 in het deelnet Noord-Brabant zijn vooral gedreven door decentrale opwek zoals zon PV en wind op land. De reeds geconstateerde knelpunten uit IP2020 blijven actueel. Bovendien ontstaat er een nieuw knelpunt op de verbinding nabij Etten. Door de snellere groei van duurzame opwek ontstaan de knelpunten in eerdere steekjaren dan in IP2020 voorzien. Daarnaast ontstaan knelpunten door west-oost transport als gevolg van de hoeveelheid conventionele en duurzame opwek in Zeeland en in het westen van de provincie. In het IP2020 zijn projecten gedefinieerd die het 150 kV-net in Noord-Brabant opknippen in vijf kleinere deelnetten (loadpockets) met elk een eigen 380 kV-voeding. Verder wordt het net in Noord-Brabant ontkoppeld van het net in Zeeland. Hiervoor zijn nieuwe 380 kV-stations en koppelingen met het 150 kV-net noodzakelijk rond Tilburg, Halsteren (Bergen op Zoom) en Wijchen. Daarnaast wordt het bestaande station Geertruidenberg verzaaid door transformatoren bij te plaatsen.

Tabel 5.15

Uitbreidingsinvesteringen in het deelnet Noord-Brabant met onderliggende knelpunten								
Projectnr.	Projectnaam	IBN	Fase	Gesignaleerd knelpunt op	In scenario(s)	2022	2025	2030
						Risico	Risico	Risico
002.032	TBN-Best, opwaardering transport-capaciteit naar 2 x 310 MVA	2027	Realisatie	Tilburg Noord-Boxtel-Best 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Tilburg Noord - Best150 kV, veroudering lijn		kw	kw	kw
				Tilburg Noord-Boxtel-Eindhoven Noord 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
002.760	Waalwijk 150 kV, insussen tweede circuit en uitbreiden naar dubbelrail	2023	Realisatie	Veroudering secundaire installaties prioriteit 2		kw	kw	kw
				Vertraagde afschakeling		kw	kw	kw
				Station Waalwijk 150 kV	KA	100 MW/6u	100 MW/6u	100 MW/6u
				Geertruidenberg-Waalwijk 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Geertruidenberg-s Hertogenbosch West 150 kV	KA	n-1		
002.923	Etten 150 kV, uitbreiding naar dubbelrail	2023	Realisatie	Veroudering meettransformatoren		kw	kw	kw
				Veroudering secundaire installaties prioriteit 2		kw	kw	kw
				Vertraagde afschakeling		kw	kw	kw
				Kwaliteit meettransformatoren Balteau QDR/TBV		kw	kw	kw
003.167	Tilburg Noord - Best 150 kV substation	2026	Realisatie	Tilburg Noord-Boxtel-Best 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Tilburg Noord - Best150 kV, veroudering lijn		kw	kw	kw
				Tilburg Noord-Boxtel-Eindhoven Noord 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
003.168	Woensdrecht - Bergen op Zoom 150 kV substation	2026	Realisatie	Woensdrecht-Bergen op Zoom 150 kV	KA	100 MW/6u	100 MW/6u	100 MW/6u
				Woensdrecht-Bergen op Zoom 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
002.599	Ombouw aardingsstelsel Zuid-Nederland	2025	Realisatie	Station Maasbracht 380 kV	KA	rail n-2	rail n-2	rail n-2
				Tilburg Noord-Boxtel-Best 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Roosendaal-Roosendaal Borchwerf-Woensdrecht 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Borssele - Terneuzen - Westdorpe 150 kV	KA			100 MW/6u
				Geertruidenberg-Zevenbergschenhoek-Moerdijk 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Diefstal van bliksemdraad		kw	kw	kw
				Haps-Boxmeer-Venray 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Born-Maasbracht 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Geertruidenberg-Tilburg West 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Woensdrecht-Bergen op Zoom 150 kV	KA	100 MW/6u	100 MW/6u	100 MW/6u
				Tilburg Noord - Best150 kV, veroudering lijn		kw	kw	kw
				Veroudering Petersenspoelen		kw	kw	kw
				Borssele - Terneuzen 150 kV		kw	kw	kw
				Station Tilburgen Noord 150 kV	KA			lk 3f
				Station Tilburg Noord 150 kV	KA	rail n-1	rail n-1	rail n-1
				Geertruidenberg 380/150 kV-transformatoren	KA	n-1	n-0	n-1
				Station Maasbracht 380 kV	KA			rail n-1
				Zuid Limburg		pq	pq	pq
				Venray-Boxmeer 150 kV	ND			n-0
				Station Eindhoven Noord 150 kV	KA		lk 3f	lk 3f
				Station Eindhoven Oost 150 kV	KA		lk 3f	lk 3f
				Station Oosteind 150 kV	KA			lk 3f
				Station Tilburg West 150 kV	KA			lk 3f
Station Maasbracht 150 kV	KA			rail n-1				
Kelpen-Nederweert 150 kV	ND			n-1				

Op pagina 92 staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen

Tabel loopt door op volgende pagina

				Maasbracht 380/150 kV-transformatoren	ND			n-0
				Breda-Princenhage-Roosendaal 150 kV	KA, ND	n-2	n-2	n-1
				Woensdrecht-Bergen op Zoom 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Tilburg Noord-Boxtel-Eindhoven Noord 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Eindhoven 380/150 kV-transformatoren	IA, KA, ND			n-1
				Eindhoven Zuid-Hapert 150 kV	ND		n-1	n-1
				Geertruidenberg-Oosteind 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Geertruidenberg-Waalwijk 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Waalwijk-s Hertogenbosch Noord 150 kV	KA, ND		n-2	
				Oosteind-Tilburg West 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Tilburg West-Tilburg Noord 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Station Maarheeze (incl. Budel) 150 kV	KA	100 MW/6u	100 MW/6u	100 MW/6u
				Tilburg West-Tilburg Zuid 150 kV	IA, KA, ND	n-2	n-2	n-2
				Station Eindhoven Oost 150 kV	KA			rail n-1
				Station Geertruidenberg 150 kV	KA			rail n-1
				Station Oosteind 150 kV	KA			rail n-1
				Station Eindhoven Oost 150 kV	KA			rail n-2
				Station Maasbracht 150 kV	KA	rail n-2	rail n-2	rail n-2
				Station Oosteind 150 kV	KA			100 MW/6u
002.793	Woensdrecht - Bergen op Zoom 150 kV kabel uitbreiding	2027	Realisatie	Woensdrecht-Bergen op Zoom 150 kV	KA	100 MW/6u	100 MW/6u	100 MW/6u
				Woensdrecht-Bergen op Zoom 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
002.908	Eerde 150 kV, uitbr. met 2 velden AIS en inlussen nevencircuit	2027	Realisatie	Station Eerde 150 kV	KA	100 MW/6u	100 MW/6u	100 MW/6u
003.001	Geertruidenberg 150 kV, verzwaren rail ivm overschrijden kortsluitvastheid	2027-2029	Basis-ontwerp	Station Geertruidenberg 150 kV	KA	lk 3f	lk 3f	lk 3f
002.761	Eindhoven-Oost - Maarheeze 150 kV, uitbreiding transport-capaciteit	2027-2029	Basis-ontwerp	Maarheeze-Eindhoven Oost-Eindhoven Zuid 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Station Maarheeze (incl. Budel) 150 kV	KA	100 MW/6u	100 MW/6u	100 MW/6u
003.179	Boxmeer 150 kV, uitbreiden en reconstructie station	2027-2029	Basis-ontwerp	Station Maasbracht 380 kV	KA	rail n-2	rail n-2	rail n-2
				Boekend-Blerick 150 kV	ND		n-1	n-0
				Station Maasbracht 380 kV	KA			rail n-1
				Station Maasbracht 150 kV	KA			rail n-1
				Belfeld-Blerick 150 kV	ND			n-1
				Buggenum-Belfeld 150 kV	ND			n-0
				Boxmeer 380/150 kV-transformator	ND			n-0
				Boekend-Californie 150 kV	ND			n-1
				Boekend-Horst 150 kV	ND			n-1
				Maalbroek-Beersdal 150 kV	IA, KA, ND			n-2
				Beersdal-Terwinselen 150 kV	KA, ND			n-2
				Maasbracht-Buggenum 150 kV	ND			n-2
				Buggenum-Maalbroek 150 kV	ND			n-1
				Californie-Venray 150 kV	ND			n-1
				Maasbracht-Graetheide 150 kV	ND			n-0
				Graetheide-Schoonbron-Terwinselen 150 kV	IA, KA, ND			n-2
				Horst-Venray 150 kV wit	ND			n-1
				Terwinselen-Schoonbron-Limmel 150 kV	IA, KA, ND			n-2
				Maasbracht 380/150 kV-transformatoren	ND			n-0
				Buggenum-Blerick 150 kV	ND		n-1	n-0
				Station Maasbracht 150 kV	KA	rail n-2	rail n-2	rail n-2

Op pagina 92 staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen

Tabel loopt door op volgende pagina

				Station Maasbracht 150 kV	KA	lk 3f	lk 3f	lk 3f
				Station Boxmeer 380 kV	KA	rail n-2	rail n-2	rail n-2
002.948	Helmond Oost 150 kV, Inlussen tweede circuit	2027-2029	Studie	Aarle Rixtel-Helmond Oost 150 kV	KA	100 MW/6u	100 MW/6u	100 MW/6u
				Aarle Rixtel-Helmond Oost 150 kV	ND			n-1
003.072	WW - HTW - HTN150, dwarsregeltransformator	2026	Studie	Tilburg Noord-Boxtel-Best 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Geertruidenberg-Tilburg West 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Station Tilburg Noord 150 kV	KA			lk 3f
				Station Tilburg Noord 150 kV	KA	rail n-1	rail n-1	rail n-1
				Geertruidenberg 380/150 kV-transformatoren	KA	n-1	n-0	n-1
				Station Eindhoven Noord 150 kV	KA		lk 3f	lk 3f
				Station Eindhoven Oost 150 kV	KA		lk 3f	lk 3f
				Station Oosteind 150 kV	KA			lk 3f
				Station Tilburg West 150 kV	KA			lk 3f
				Tilburg Noord-Boxtel-Eindhoven Noord 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Eindhoven 380/150 kV-transformatoren	IA, KA, ND			n-1
				Geertruidenberg-Oosteind 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Geertruidenberg-Waalwijk 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Waalwijk-s Hertogenbosch Noord 150 kV	KA, ND		n-2	
				Oosteind-Tilburg West 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Tilburg West-Tilburg Noord 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Tilburg West-Tilburg Zuid 150 kV	IA, KA, ND	n-2	n-2	n-2
				Eindhoven Noord-Eindhoven Oost 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-1
003.074	Bergen op Zoom - Kijkuit - Dinteloord 150 kV, Nieuwe verbinding	2028-2030	Studie	Roosendaal-Roosendaal Borchwerf-Woensdrecht 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Breda-Princenhage-Roosendaal 150 kV	KA, ND	n-2	n-2	n-1
				Woensdrecht-Bergen op Zoom 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Station Geertruidenberg 150 kV	KA			rail n-1
003.082	Best 150 kV, uitbreiding naar dubbelrail	2027-2029	Studie	Tilburg Noord-Boxtel-Best 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Geertruidenberg-Tilburg West 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Station Tilburg Noord 150 kV	KA			lk 3f
				Station Tilburg Noord 150 kV	KA	rail n-1	rail n-1	rail n-1
				Station Eindhoven Noord 150 kV	KA		lk 3f	lk 3f
				Station Eindhoven Oost 150 kV	KA		lk 3f	lk 3f
				Station Oosteind 150 kV	KA			lk 3f
				Station Tilburg West 150 kV	KA			lk 3f
				Tilburg Noord-Boxtel-Eindhoven Noord 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Eindhoven 380/150 kV-transformatoren	IA, KA, ND			n-1
				Geertruidenberg-Oosteind 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Oosteind-Tilburg West 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Tilburg West-Tilburg Noord 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Tilburg West-Tilburg Zuid 150 kV	IA, KA, ND	n-2	n-2	n-2
				Station Eindhoven Oost 150 kV	KA			rail n-1
				Station Eindhoven Oost 150 kV	KA			rail n-2
				Eindhoven Noord-Eindhoven Oost 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-1
003.081	EHVZ - HPT150, 3 <sup>e</sup> circuit en 150 kV-station Hapert	2029-2031	Studie	Eindhoven Zuid-Hapert 150 kV	ND		n-1	n-1
003.438	Etten 150 kV, inlussen nevencircuit	2030-2032	Studie	Station Etten 150 kV	KA			100 MW/6u

Op pagina 92 staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen



Tabel 5.16

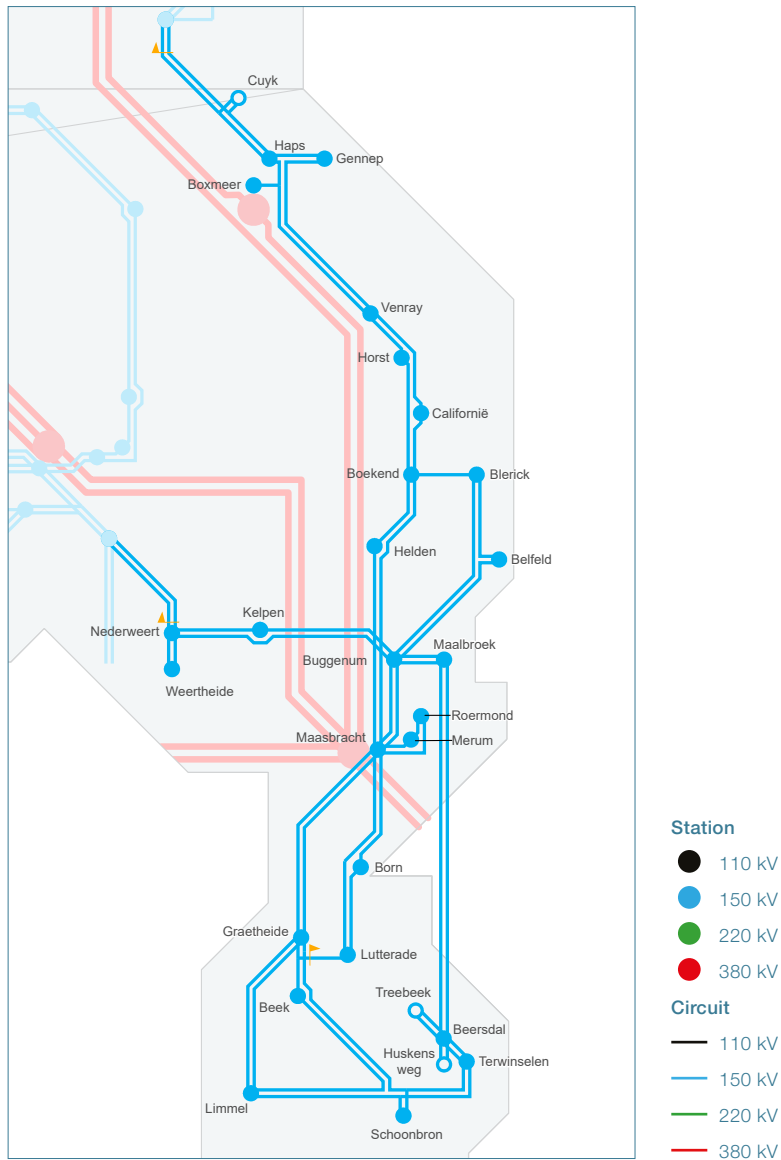
<b>Klantgedreven uitbreidingsinvesteringen</b>			
<b>Projectnr.</b>	<b>Projectnaam</b>	<b>IBN</b>	<b>Fase</b>
003.111	Oirschot 150 kV, nieuw 150 kV-station	2027-2029	Studie

Tabel 5.17

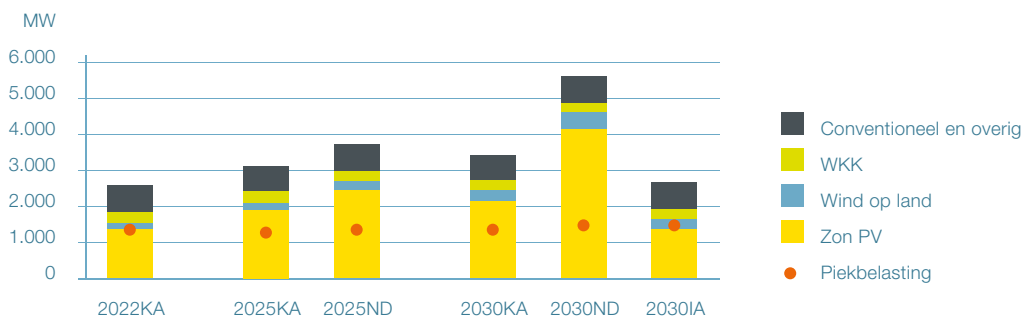
<b>Afgeronde uitbreidingsinvesteringen in 2020 en 2021</b>
Roosendaal 150 kV, diepere netinvestering t.b.v. nieuw veld Enexis

### 5.3.6 Limburg

Figuur 5.15: Netkaart van het 150 kV-net Limburg (per 1-1-2021)



Figuur 5.16: Ontwikkeling productievermogen en piekbelasting in het deelnet Limburg



### Netontwikkeling van IP2020 naar IP2022

De geconstateerde knelpunten voor IP2022 in het deelnet Limburg zijn vooral gedreven door zon PV opwek, waar ze in het verleden vooral belasting gedreven waren. De opwekprognoses van de regionale netbeheerder zijn substantieel hoger dan in het vorige IP. Hierdoor zijn de knelpunten die in het IP2020 reeds geconstateerd werden nu groter en ontstaan ze vaak in een eerder steekjaar. Naast duurzame productie speelt ook elektrificatie van de industrie bij het Chemelot-terrein een rol in het ontstaan van knelpunten. De exacte omvang hiervan is echter nog niet bekend. In het IP2020 zijn projecten gedefinieerd die het 150kV-net in Limburg opknippen in drie kleinere deelnetten met elk een eigen 380 kV-voeding. Hiervoor is het noodzakelijk om een nieuw 380 kV-station Graetheide te bouwen en de 150 kV-verbinding tussen Maasbracht en Graetheide naar 380 kV te herstellen. Het 380 kV- en het 150 kV-station bij Boxmeer moeten worden uitgebreid tot volwaardige stations. Deze projecten stonden reeds in IP2020.

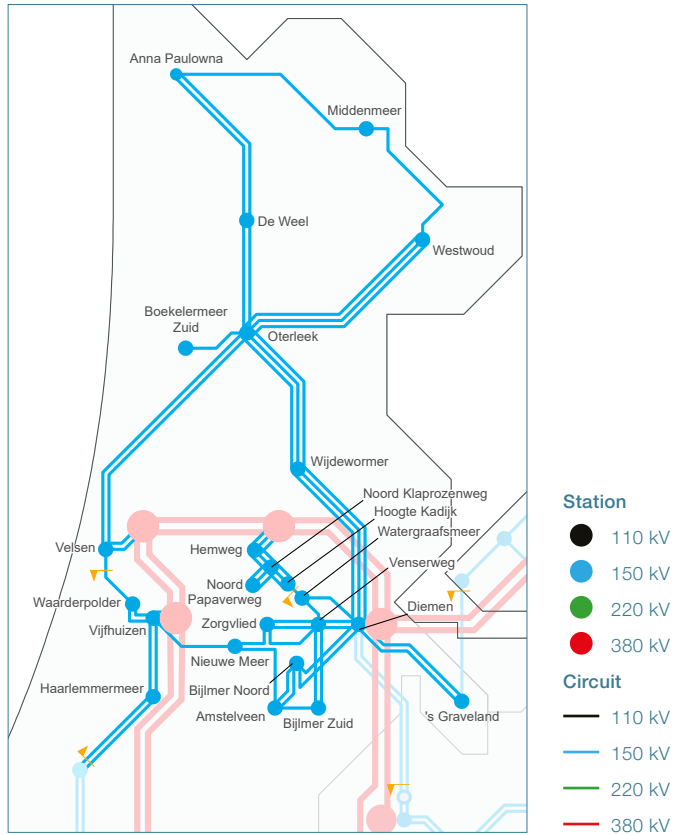
Tabel 5.18

Uitbreidingsinvesteringen in het deelnet Limburg met onderliggende knelpunten								
Projectnr.	Projectnaam	IBN	Fase	Gesignaleerd knelpunt op	In scenario(s)	2022	2025	2030
						Risico	Risico	Risico
002.657	Haps - Boxmeer - Venray 150, uitval en schade door niet voldoen aan A-criterium	2023	Realisatie	Haps-Boxmeer-Venray 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Venray-Boxmeer 150 kV	ND			n-0
				Station Boxmeer 150 kV	KA	rail n-2	rail n-2	
002.658	Maasbracht-Born-Lutterade 150 kV, opwaardering capaciteit verbinding	2027-2029	Realisatie	Born-Maasbracht 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
002.914	Born – Graetheide, aanleg nieuwe 150kV-kabelverbinding	2027-2029	Basis-ontwerp	Born-Maasbracht 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Zuid Limburg		pq	pq	pq
002.813	Boxmeer-Venray 150 kV, 3 <sup>o</sup> ondergrondscircuit	2026	Basis-ontwerp	Venray-Boxmeer 150 kV	ND			n-0
003.435	Blerick – Belfeld – Buggenum 150kV, opwaarderen capaciteit van de verbinding	2027-2029	Studie	Belfeld-Blerick 150 kV	ND			n-1
				Buggenum-Belfeld 150 kV	ND			n-0
				Buggenum-Blerick 150 kV	ND		n-1	n-0
003.437	Schoonbron 150 kV, volwaardig station met inlusing Limmel – Beek – Terwinselen	2027-2029	Studie	Graetheide-Schoonbron-Terwinselen 150 kV	IA, KA, ND			n-2
				Terwinselen-Schoonbron-Limmel 150 kV	IA, KA, ND			n-2
003.096	Buggenum - Nederweert 150 kV, 3 <sup>o</sup> circuit	2029-2031	Studie	Kelpen-Nederweert 150 kV	ND			n-1
003.436	Blerick-Boekend 150kV, splitsen en opwaarderen verbinding in twee circuits	2027-2029	Studie	Boekend-Blerick 150kV	ND		n-1	n-0

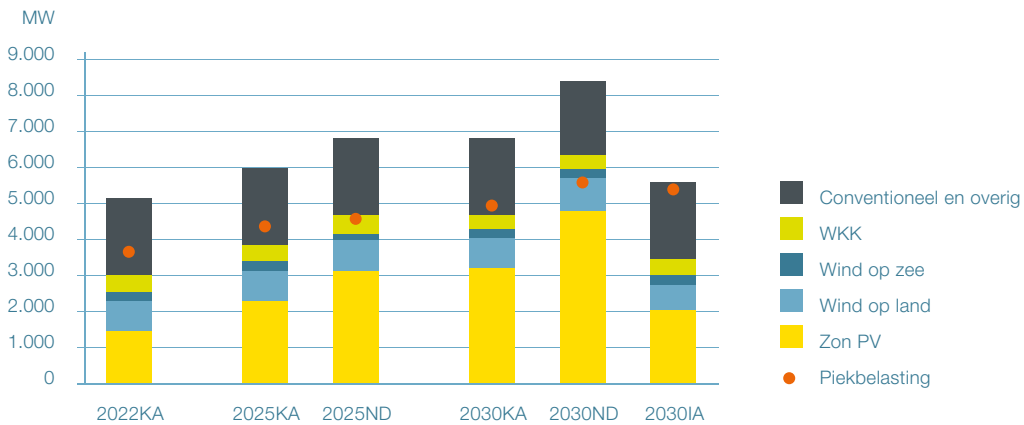
Op pagina 92 staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen

### 5.3.7 Noord-Holland

Figuur 5.17: Netkaart van het 150 kV-net Noord-Holland (per 1-1-2021)



Figuur 5.18: Ontwikkeling productievermogen en piekbelasting in het deelnet Noord-Holland



### Netontwikkeling van IP2020 naar IP2022

De knelpunten in het deelnet Noord-Holland zijn belasting-gedreven knelpunten. Ten opzichte van het IP2020 is er onderscheid te maken tussen de kop van Noord-Holland en het zuidelijke deel van de provincie, de omgeving Amsterdam. In de kop van Noord-Holland zijn de knelpunten nagenoeg gelijk gebleven en het lopende project voor de netversterking in de kop van Noord-Holland is hiermee wederom onderbouwd. Aan de andere kant zijn de knelpunten in de omgeving Amsterdam toegenomen ondanks de verzwaring van de 150 kV-verbinding Vijfhuizen – Nieuwe Meer en de netsplitsing nabij 150 kV-station Zorgvlied die in steekjaar 2025 gereed is. Door een sterke groei van de belasting in het stedelijke gebied van Amsterdam zijn veel knelpunten die in het IP2020 bekend waren groter geworden qua overbelasting en aantal uren. In een gezamenlijke studie met Liander en de gemeente Amsterdam worden omvangrijke netuitbreidingen met nieuwe hoogspanningsstations in de omgeving van Amsterdam onderzocht. Deze stations zullen in de grote belastingvraag kunnen voorzien en daarmee de knelpunten kunnen voorkomen. Voor IP2022 zijn deze projecten derhalve geïnitieerd.

Tabel 5.19

Uitbreidingsinvesteringen in het deelnet Noord-Holland met onderliggende knelpunten								
Projectnr.	Projectnaam	IBN	Fase	Gesignaleerd knelpunt op	In scenario(s)	2022	2025	2030
						Risico	Risico	Risico
002.442	Oterleek-Zijdwind 150kV, kabelverbinding met velden aan weerszijden	2022	Realisatie	Middenmeer-Westwoud 150kV	IA, KA, ND		n-2	n-1
002.522	Verbinding Middenmeer - De Weel 150 kV	2023	Realisatie	Middenmeer-Westwoud 150 kV	IA, KA, ND		n-2	n-1
002.533	Uitbreiding met kabelvelden stations Vijfhuizen en Nieuwemeer 150 kV	2023	Realisatie	Station Diemen 380 kV	KA			rail n-2
				Velsen-Beverwijk 150 kV	IA, KA, ND		n-2	n-1
				Amstelveen-Bijlmer Zuid 150 kV	IA, KA, ND	n-1		n-1
				Venserweg 150 kV	KA	lk 3f		
				Diemen 380/150 kV-transformatoren	IA, KA, ND		n-1	n-0
				Station Watergraafsmeer 150 kV	KA		lk 3f	
				Venserweg-Bijlmer Zuid 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Watergraafsmeer-Venserweg 150 kV	KA, ND	n-2	n-2	n-1
				Watergraafsmeer-Diemen 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-0
				Velsen-Beverwijk 150 kV	ND			n-2
Station Nieuwe Meer 150 kV	KA	rail n-1	rail n-1	rail n-1				
003.169	Vijfhuizen - Nieuwe Meer, 150 kV Kabelverbinding	2026	Realisatie	Station Diemen 380 kV	KA			rail n-2
				Velsen-Beverwijk 150 kV	IA, KA, ND		n-2	n-1
				Amstelveen-Bijlmer Zuid 150 kV	IA, KA, ND	n-1		n-1
				Venserweg 150 kV	KA	lk 3f		
				Diemen 380/150 kV-transformatoren	IA, KA, ND		n-1	n-0
				Station Watergraafsmeer 150 kV	KA		lk 3f	
				Venserweg-Bijlmer Zuid 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Watergraafsmeer-Venserweg 150 kV	KA, ND	n-2	n-2	n-1
				Watergraafsmeer-Diemen 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-0
Velsen-Beverwijk 150 kV	ND			n-2				
002.892	Oostzaan 150 kV, nieuw station	2025	Realisatie	Hemweg-Oostzaan 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-0
				Amsterdam Noord Klaprozenweg- Amsterdam Hemweg 150 kV	IA, KA, ND		n-2	n-1

Op pagina 92 staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen

Tabel loopt door op volgende pagina



002.654	Netverzwing Velsen-Beverwijk-Oterleek (150 kV)	2025	Basis-ontwerp	Wijdewormer-Diemen 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
				Oterleek-Wijdewormer 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-1
				Velsen-Oterleek 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	
				Beverwijk 380/150 kV-transformatoren	IA, KA, ND	n-1		n-0
				Velsen - Beverwijk 150 kV	IA, KA, ND	n-1		n-0
002.699	150 kV-station Rijsenhout	2025	Basis-ontwerp	Haarlemmermeer-Vijfhuizen 150 kV	KA	100 MW/6u	100 MW/6u	100 MW/6u
				Haarlemmermeer-Vijfhuizen 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1
003.219	Basisweg 150 kV, nieuw 150 kV-station	2027-2029	Studie	Oostzaan 380/150 kV-transformatoren	KA, ND		n-2	n-0
003.240	Bijlmer Oost 2 150 kV, nieuw 150 kV-station	2029-2031	Studie	Watergraafsmeer-Diemen 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-0
				Station Venserweg 150 kV	KA		rail n-1	rail n-1
				Velsen-Beverwijk 150 kV	KA			rail n-1
				Diemen-Bijlmer Noord 150 kV	KA, ND		n-1	n-0
003.251	Westpoort 150 kV, nieuw 150 kV-station	2029-2031	Studie	Oostzaan 380/150 kV-transformatoren	KA, ND		n-2	n-0
003.397	Vijfhuizen 150 kV, uitbreiden met 4 <sup>e</sup> koppeltransformator	2027-2029	Studie	Vijfhuizen 380/150 kV-transformatoren	KA, ND		n-1	n-0
003.409	Spaarndam, nieuw 150 kV-station	2029-2031	Studie	Oostzaan 380/150 kV-transformatoren	KA, ND		n-2	n-0
				Vijfhuizen 380/150 kV-transformatoren	KA, ND		n-1	n-0
				Station Vijfhuizen 380 kV	KA			rail n-2
				Station Vijfhuizen 150 kV	KA		rail n-1	rail n-1
003.411	Weesp 150 kV, nieuw station	2029-2031	Studie	Diemen 380/150 kV-transformatoren	IA, KA, ND		n-1	n-0
				Watergraafsmeer-Diemen 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-0
				Velsen-Beverwijk 150 kV	ND			n-2
				Station Venserweg 150 kV	KA		rail n-1	rail n-1
				Velsen-Beverwijk 150 kV	KA			rail n-1
				Diemen-Bijlmer Noord 150 kV	KA, ND		n-1	n-0

Op pagina 92 staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen

Tabel 5.20

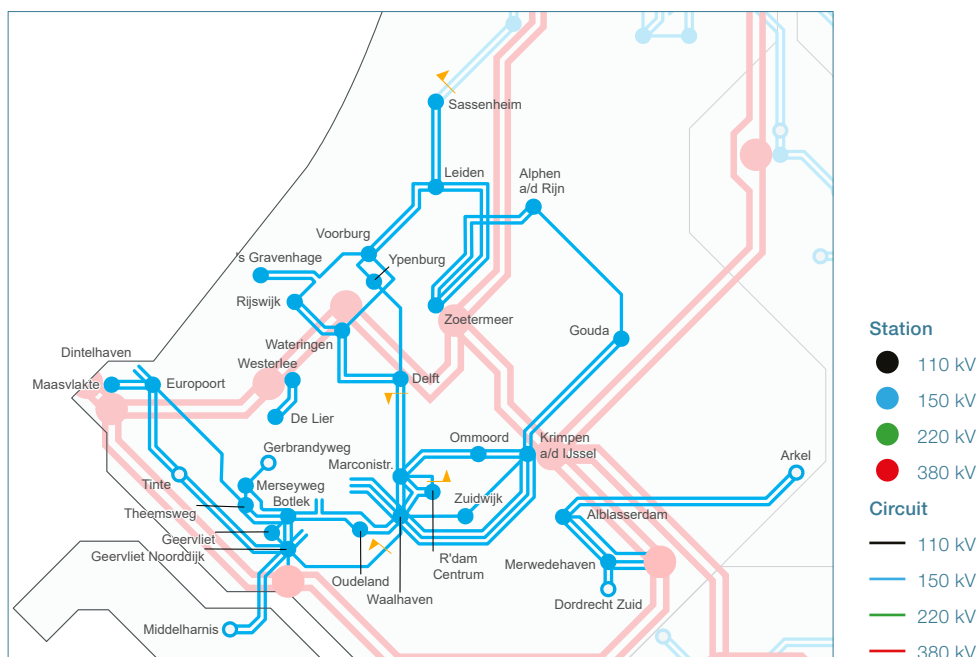
Klantgedreven uitbreidingsinvesteringen			
Projectnr.	Projectnaam	IBN	Fase
003.171	Oterleek 150 kV kabelveld Oterleek-De Weel	2022	Realisatie
003.092	Nieuwe Meer 150 kV, uitbreiden met een nieuwe 150 kV-installatie	2026	Studie
003.184	Zeeburgereiland 150 kV nieuw 150 kV station	2026	Studie
003.097	150 kV station Amstelveen en Amstelveen-Zuid	2027-2029	Studie
003.244	Havenstad 2 150 kV, nieuw 150 kV-station	2027-2029	Studie
003.185	A4-Zone 150 kV, uitbreiden met een tweede 150 kV-station	2027-2029	Studie
003.249	Buikslotermeer 150 kV, nieuw 150 kV-station	2027-2029	Studie
003.311	Bijlmer Oost 1 150 kV, nieuw 150 kV-station	2027-2029	Studie
003.323	Hollands-Kroon 150 kV, nieuw station	2027-2029	Studie

Tabel 5.21

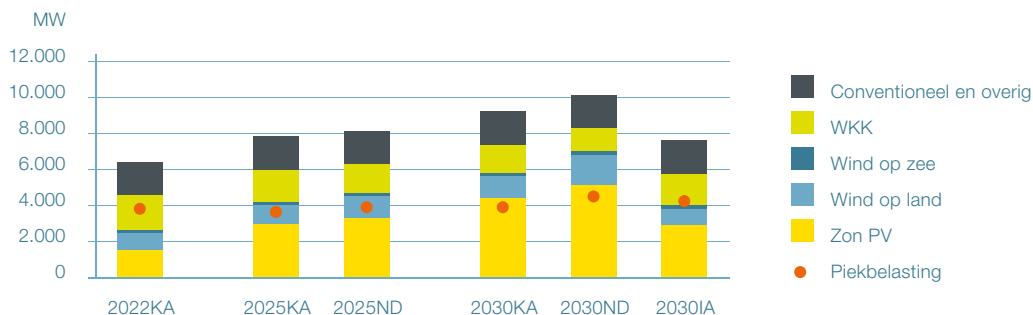
Afgeronde uitbreidingsinvesteringen in 2020 en 2021
Noord Klapprozenweg - Hoogte Kadijk 150 kV, opwaarderen transportcapaciteit
Middenmeer - Anna Paulowna, nieuwe 150 kV-verbinding

### 5.3.8 Zuid-Holland

Figuur 5.19: Netkaart van het 150 kV-net Zuid-Holland (per 1-1-2021)



Figuur 5.20: Ontwikkeling productievermogen en piekbelasting in het deelnet Zuid-Holland



#### Netontwikkeling van IP2020 naar IP2022

De capaciteitsknelpunten in deelnet Zuid-Holland zijn grotendeels gerelateerd aan de verduurzamingsplannen (elektrificatie) van de industrie in de Rotterdamse haven. Zoals enkele jaren geleden uitgewerkt in de visie voor de Rotterdamse haven is als oplossingsrichting voor de knelpunten een opdeling in kleine deelnetten (loadpockets) voorzien. Om deze structuur te kunnen realiseren zijn meer 380/150 kV transformatoren voorzien en is een verzwaring van het 150 kV-net nodig. Deze projecten zijn reeds opgenomen in IP2020. Van een deel van de projecten zijn investeringsvoorstellen intern goedgekeurd en deze zijn in basisontwerp fase. Een aantal projecten bevindt zich nog in de studiefase (technische en planologische haalbaarheid in onderzoek). Aangezien geen van de projecten in de Rotterdamse haven al in realisatie is, blijven de knelpunten in IP2022 zichtbaar. De uitlopers Rotterdam Centrum en Alblasserdam zijn gemitigeerd middels de aanleg van de 150 kV kabelcircuits Rotterdam Marconistraat - Rotterdam Centrum en Crayestein - Alblasserdam.

Tabel 5.22

Uitbreidingsinvesteringen in het deelnet Zuid-Holland met onderliggende knelpunten								
Projectnr.	Projectnaam	IBN	Fase	Gesignaleerd knelpunt op	In scenario(s)	2022	2025	2030
						Risico	Risico	Risico
002.974	Europoort 150 kV, opwaard. kortsluitvastheid	2025	Basis-ontwerp	Station Europoort 150 kV	KA	lk 3f	lk 3f	lk 3f
				Veroudering overspanningsafleiders		kw	kw	kw
				Veroudering muur- en dakdoorvoeringen		kw	kw	kw
003.061	Oudeland, realisatie 150 kV-station	2025	Basis-ontwerp	Station Rotterdam Waalhaven-Vondelingenweg 150 kV	KA	100 MW/6u	100 MW/6u	100 MW/6u
				Botlek - Vondelingenweg 150 kV	ND			n-1
				Rotterdam Waalhaven - Vondelingenweg 150 kV	ND			n-0
				Botlek - Oudeland 150 kV	ND			n-2
002.770	Verplaatsen klantaansluiting van uitloper Merseyweg	2026	Basis-ontwerp	Station Merseyweg 150 kV	KA	kw	kw	kw
002.905	Marconistraat 150 kV, aanbrengen railbeveiliging	2028-2030	Basis-ontwerp	Station Rotterdam Marconistraat 150 kV	KA	rail n-1	rail n-1	rail n-1
002.909	Botlek- Geervliet Noorddijk 150 kV, verzwaren 4 circuits naar 500 MVA per stuk	2027-2029	Studie	Station Botlek 150 kV	KA	lk 3f	lk 3f	lk 3f
				Geervliet Noorddijk - Tinte - Europoort 150 kV	IA, ND		n-2	n-1
				Maasvlakte - Europoort 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-0	n-0
				Botlek - Geervliet Noorddijk 150 kV	ND		n-1	n-0
				Maasvlakte 380/150 kV-transformatoren	ND		n-2	n-0
				Simonshaven 380 kV/150 kV-transformator	ND		n-2	n-0
				Europoort - Theemsweg 150 kV	IA, ND		n-1	n-1
				Botlek - Geervliet 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-0	n-0
Geervliet - Geervliet Noorddijk 150 kV	IA, KA, ND		n-1	n-0				
003.452	Aanleg derde 150 kV circuit Alblasserdam – Arkel	2029-2031	Studie	Alblasserdam-Arkel 150 kV	KA		100 MW/6u	100 MW/6u
003.062	Verzwaren 150 kV-verbinding Geervliet Noorddijk-Middelharnis	2029-2031	Studie	Geervliet Noorddijk - Middelharnis 150 kV	IA, KA, ND	n-1	n-1	n-1

Op pagina 92 staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen

Tabel 5.23

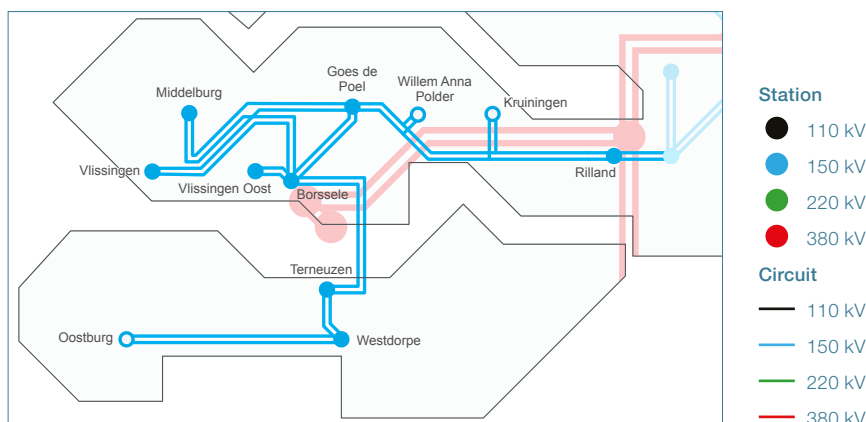
Klantgedreven uitbreidingsinvesteringen			
Projectnr.	Projectnaam	IBN	Fase
002.931	Zuidplaspolder 150 kV station Zevenhuizen	2025	Realisatie
003.213	Merwedeweg 150 kV, nieuw station	2027	Studie
003.090	Nieuw 150 kV-station Leiden-Oost	2028-2030	Studie

Tabel 5.24

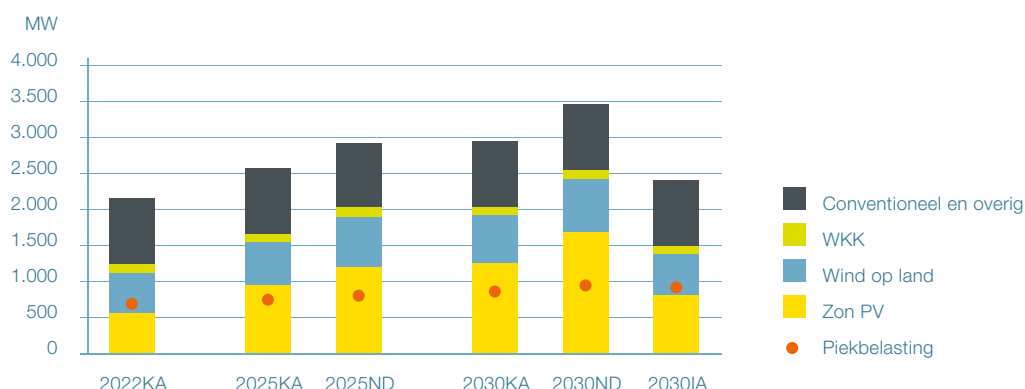
Afgeronde uitbreidingsinvesteringen in 2020 en 2021
Dordrecht Merwedehaven - Alblasserdam, uitbreiding met een 3 <sup>e</sup> circuit

### 5.3.9 Zeeland

Figuur 5.21: Netkaart van het 150 kV-net Zeeland (per 1-1-2021)



Figuur 5.22: Ontwikkeling productievermogen en piekbelasting in het deelnet Zeeland



#### Netontwikkeling van IP2020 naar IP2022

In het deelnet Zeeland is een toename zichtbaar van het duurzaam opgesteld productie-vermogen (o.a. Zon-PV en Wind op Land) in vergelijking met de verwachting uit IP2020. Dit zorgt voor een toename van overbelasting in zowel het aantal uren als in de mate van overschrijding bij de reeds eerder geconstateerde knelpunten. In IP2020 zijn projecten geïnitieerd als oplossing voor deze knelpunten. Deze projecten zijn – vanwege de fase waarin deze projecten zich bevinden – niet meegenomen in de berekeningen voor IP2022. Hierdoor blijven de knelpunten in alle steekjaren en in alle scenario’s zichtbaar. Op Zeeuws-Vlaanderen is zowel in IP2020 als in IP2022 rekening gehouden met een aanzienlijke belastinggroei als gevolg van elektrificatie van de industrie (P2H). In het IP2020 is destijds een oplossing op 150 kV-netvlak voorgesteld. Op basis van de berekeningen voor IP2022 is vastgesteld dat de oplossing op het 150 kV-netvlak niet voldoet en daarom wordt nu een oplossing op 380 kV-netvlak nader onderzocht.

Tabel 5.25

Uitbreidingsinvesteringen in het deelnet Zeeland met onderliggende knelpunten								
Projectnr.	Projectnaam	IBN	Fase	Gesignaleerd knelpunt op	In scenario(s)	2022	2025	2030
						Risico	Risico	Risico
002.562	Versterken 150 kV-net Zeeuws-Vlaanderen	2025	Realisatie	Borssele - Terneuzen - Westdorpe 150 kV	KA			100 MW/6u
				Borssele - Terneuzen 150 kV	KA	kw	kw	kw
003.261	Versterken Zeeuws-Vlaanderen 150 kV Substation	2025	Realisatie	Borssele - Terneuzen 150 kV	KA	kw	kw	kw
002.915	Goes-de Poel 150 kV, verzwaren componenten ivm overschrijden kortsluitvastheid	2024	Basis-ontwerp	Goes de Poel 150 kV	KA			lk 3f
003.004	150 kV-netuitbreiding Schouwen-Duiveland & Tholen	2027	Basis-ontwerp	Roosendaal-Roosendaal Borchwerf-Woensdrecht 150 kV	KA, ND	n-1	n-1	n-0
				Breda-Princenhage-Roosendaal 150 kV	KA, ND	n-2	n-2	n-1
				Station Geertruidenberg 150 kV	KA			rail n-1

Hieronder staat een legenda met een verklaring van de gebruikte kleuren en afkortingen

Tabel 5.26

Klantgedreven uitbreidingsinvesteringen			
Projectnr.	Projectnaam	IBN	Fase
003.417	Terneuzen 150 kV, diepe netinvestering	2023	Studie

### Legenda bij tabellen uitbreidingsinvesteringen

#### IBN

Inbedrijfname (naarmate de IBN verder in de toekomst ligt, neemt de betrouwbaarheid van de planning af)

#### Scenario's

KA = Klimaatakkoord

ND = Nationale drijfveer

IA = Internationale ambitie

#### Risicocategorie kleuren

■ <0,01

■ 0,01-0,1

■ 0,1-1

■ 1-10

■ 10-100

■ 100-1.000

#### Risicocategorie

n-2 / n-1 / n-0 / rail / 100MW/6u = vermogensstroom criteria

lk = kortsluitvastheid 1- of 3-fase

pq = power quality (spanningskwaliteit)

kw = kwaliteitsknelpunt



## 5.4 Relatie MIEK-projecten en IP2022

Op 26 november 2021 zijn de Kamerbrief over het Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat (MIEK) en het MIEK Overzicht 2021 in de Ministerraad vastgesteld: [Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat \(MIEK\)](#) | Tweede Kamer der Staten-Generaal. Om de relatie tussen het MIEK Overzicht 2021 en het IP te verduidelijken zijn in deze paragraaf de vijf tabellen uit het MIEK Overzicht, die betrekking hebben op het elektriciteitsnet, overgenomen en aangevuld met de bijbehorende projectnummers en geprognostiseerde inbedrijfname-data van TenneT.

Voor projecten die al - conform de in hoofdstuk 3 beschreven methodiek - in het IP zijn opgenomen geldt dat de nut en noodzaak reeds is vastgesteld op basis van deze methodiek. Voor de projecten die nog niet in het IP zijn opgenomen interpreteert TenneT opname in het MIEK zo dat de nut en noodzaak van investeringen in deze projecten tijdelijk is vastgesteld en wederom wordt getoetst in toekomstige investeringsplannen. Indien de gewenste ingebruikname-datum er aanleiding toe geeft, zal TenneT reeds starten met de benodigde werkzaamheden om deze projecten in de toekomst te kunnen realiseren. Om hier meer duiding aan te geven is in deze juli-versie van het investeringsplan ook voor deze projecten, waar beschikbaar, het projectnummer en de geprognostiseerde IBN-datum weergegeven. Omdat deze projecten echter niet uit de IP-methodiek volgen, zijn deze projecten niet opgenomen in de voorgaande tabellen met knelpunten.

De IBN's van de MIEK-projecten zijn in deze juli-versie versneld en/of gelijk gebleven ten opzichte van de januari-versie van het IP. Conform de in paragraaf 3.7 toegelichte methodiek geldt een bandbreedte voor investeringen in de tweede helft van de zichtperiode. Het is uiteraard wenselijk dat projecten afgerond kunnen worden aan het begin van de bandbreedte. Het tijdig afronden van planologische procedures en het tijdig beschikbaar stellen van de benodigde grondposities zal hiervoor noodzakelijk zijn.

Tabel 5.27: Verzwaring elektriciteitsnet Noordzeekanaalgebied

Projectbeschrijving in MIEK	Gewenste realisatie (uit CES)	Koppeling projectnr. TenneT	Oude IBN (januari versie)	IBN (IP-versie juli 2022)
1 Het realiseren van een nieuw 380/150kV-station op een nader te bepalen locatie tussen de 380kV-stations Beverwijk-Vijfhuizen, ten zuiden van het Noordzeekanaal.	2029	003.408 003.409	> 2031	2029-2031
2 Het realiseren van een twee nieuwe 150kV-stations (omgeving Ruigoord en Basisweg) met bijhorende 150kV-verbindingen.	2029	003.219 003.251	2029	2027-2029 2029-2031
3 Het vervangen en uitbreiden van de bestaande 150kV-installatie op de stationslocatie Hemweg.		002.930	2030	2027-2029
4 Het uitbreiden van het bestaande 380kV-station Oostzaan met een nieuwe (vierde) 380/150kV-transformator, inclusief verzwaren 150 kV verbinding Hemweg-Oostzaan.		002.893	>2031	2029-2031
5 Het realiseren van een additionele aanlanding van wind op zee in NZKG na 2030.	> 2030	niet in IP	buiten zichtperiode IP	buiten zichtperiode IP
6 Het realiseren van een nieuw 380kV-station op een nader te bepalen locatie tussen Beverwijk en Diemen, het realiseren van een nieuw 380/150kV-station nabij Middenmeer en het realiseren van een nieuwe 380kV-verbinding (dubbelcircuit) tussen deze nieuwe 380kV-stations.		003.017	> 2031	> 2031
7 Het realiseren van een nieuw 150kV-station Oostzaan op een locatie direct naast het bestaande 380kV-station Oostzaan.		002.892	2026	2025
8 Het realiseren van een nieuw 150kV-station Beverwijk, het realiseren van een nieuwe 150kV-kabelverbinding Beverwijk-Oterleek en een nieuwe 380/150kV-transformator in Beverwijk.		002.654	2026	2025

Bron figuur: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Tabel 5.28: Verzwaring elektriciteitsnet Chemelot

Projectbeschrijving in MIEK	Gewenste realisatie (uit CES)	Koppeling projectnr. TenneT	Oude IBN (januari versie)	IBN (IP-versie juli 2022)
1 Het realiseren van een nieuw 380kV-station Graetheide dat gekoppeld wordt met het bestaande 150kV-station Graetheide door middel van vier 380/150kV-transformatoren inclusief blindstroomcompensatiespoelen.	2028	003.069	>2031	2030-2032
2 Het opwaarderen van de huidige 150kV-verbinding (2 x 520 MVA / 2 kA) tussen Maasbracht en Graetheide naar de oorspronkelijke ontwerpspanning van 380kV. Opwaardering transportcapaciteit van de twee bovengrondse circuits van 2kA naar 4kA.	2028	003.069	>2031	2030-2032
3 Het aansluiten van de opgewaardeerde 380kV-verbinding op het nieuwe 380kV-station Graetheide en het bestaande 380kV-station Maasbracht.	2028	003.069	>2031	2030-2032

Bron figuur: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Tabel 5.29: Verzwaring elektriciteitsnet Noord-Nederland / Delfzijl - Eemshaven

Projectbeschrijving in MIEK	Gewenste realisatie (uit CES)	Koppeling projectnr. TenneT	Oude IBN (januari versie)	IBN (IP-versie juli 2022)
1 Het uitbreiden van het Delfzijl Weiwerd 110 kV-station, inclusief 110 kV-kabelverbinding naar 220 kV-station Weiwerd.	2025	003.449	2028	2026
2 Het realiseren van een nieuw 110 kV-station/uitbreiding bestaand 110 kV-station in de regio Eemshaven inclusief 110 kV-kabelverbinding.	2025	003.126	2028	2028-2030
3 Het realiseren van een nieuw 220 kV-station in regio Delfzijl (Weiwerd), inclusief inlassing op bestaande 220kV-lijn.	2030-2039	niet in IP	buiten zichtperiode IP	buiten zichtperiode IP
4 Het opwaarderen van 220 kV-lijn Schildmeer – Weiwerd	2030-2039	niet in IP	buiten zichtperiode IP	buiten zichtperiode IP
5 Het realiseren van een nieuw 380 kV-station in regio Eemshaven, inclusief inlassing op NW380-lijn.	2040-2050	003.632	niet in IP	2029-2031

Bron figuur: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Tabel 5.30: Verzwaren elektriciteitsnet Rotterdam – Moerdijk

Projectbeschrijving in MIEK	Gewenste realisatie (uit CES)	Koppeling projectnr. TenneT	Oude IBN (januari versie)	IBN (IP-versie juli 2022)
1 Het realiseren van een nieuw 380kV-station op de Maasvlakte (380kV-station Amaliahaven) opgenomen in beide 380 kV circuits Maasvlakte – Simonshaven – Crayestein.	2025	003.091	2028	2026
2 Het uitbreiden van de 380kV-installatie van station Simonshaven en de volledige opname van het station in beide 380kV-circuits Maasvlakte – Simonshaven – Crayestein.	2025	003.215	2027	2027
3 Het uitbreiden van 380kV-station Simonshaven met twee 380/150kV transformatoren en de aanleg van twee 150kV-circuits (transformatorkabels).	2026	002.972	2028	2027-2029
4 Het realiseren van een nieuw 380kV-station in de Europoort (werknaam 380kV-station Europoort) opgenomen in beide 380kV-circuits Maasvlakte – Westerlee – Wateringen met drie nieuwe 380/150kV transformatoren.	2030	003.080	>2031	2030-2032
5 Het vervangen en uitbreiden van het bestaande 150kV-station Europoort.	2025	002.974	2027	2025
6 Het realiseren van een nieuw 150kV-station nabij Oudeland (voorlopige werknaam Rotterdam Petroleumweg).	2024	003.061	2027	2025
7 Het uitbreiden van het bestaande 150kV-station Geervliet Noorddijk, de vervanging/uitbreiding van het bestaande 150kV-station Botlek en het verzwaren van de 150kV-transportcapaciteit tussen Geervliet Noorddijk en Botlek.	2026	002.909	2028	2027-2029
8 Het realiseren van een nieuw 150kV-station in het noordwestelijk deel van de Europoort (voorlopige werknaam Merwedeweg) en het verzwaren van de 150kV-transportcapaciteit tussen Europoort en Theemsweg.	2026	003.213	2029	2027
9 Het realiseren van gecombineerd 380/150kV-station Moerdijk opgenomen in beide 380kV-circuits Rilland – Geertruidenberg, met drie nieuwe 380/150kV-transformatoren (met ruimte voor 4) inclusief blindstroomcompensatie spoelen en gekoppeld met het bestaande 150kV-station Moerdijk en de 150kV-circuits Roosendaal – Moerdijk en Moerdijk – Geertruidenberg.	2026	003.626 003.627	niet in IP	2029-2031

Bron figuur: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Tabel 5.31: Verzwaring elektriciteitsnet Zeeland / Schelde – Deltaregio

Projectbeschrijving in MIEK	Gewenste realisatie (uit CES)	Koppeling projectnr. TenneT	Oude IBN (januari versie)	IBN (IP-versie juli 2022)
1 Realisatie nieuwe 380kV-stationscapaciteit nabij Borsssele	2030	003.600	niet in IP	2028-2030
2 Uitbreiding van het 380kV-net naar Zeeuws-Vlaanderen	2030	003.059	>2031	>2031

Bron figuur: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

## 5.5 Relatie Actieplan EZK en IP2022

Medio 2019 is de Europese Elektriciteitsverordening (2019/943) in werking getreden als onderdeel van het Clean Energy Package. Eén van de verplichtingen voor TSO's die hieruit voortvloeit is om bepaalde minimale niveaus aan transportcapaciteit ter beschikking te stellen aan de markt. De beschikbare capaciteit voor grensoverschrijdende elektriciteitshandel dient ieder jaar volgens een lineair traject toe te nemen, om uiterlijk 31 december 2025 te voldoen aan de 70%-eis.

Om invulling te geven aan de eisen uit de Elektriciteitsverordening, heeft het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat een actieplan opgesteld met maatregelen die bijdragen aan het verhogen van de beschikbaarheid van de grensoverschrijdende transportcapaciteit.

De belangrijkste stap is het versterken van kritieke delen van het extra-hoogspanningsnet. In het actieplan zijn daarom investeringen opgenomen die TenneT hiervoor dient uit te voeren. Deze investeringen staan ook in dit investeringsplan, in de tabellen met de uitbreidingsinvesteringen.

Hierna is een tabel opgenomen waarin de projecten uit het investeringsplan worden gerelateerd aan de maatregelen in het actieplan. De eerste vier kolommen uit deze tabel zijn letterlijk overgenomen van tabel 8 uit het "Action plan of the Netherlands Implementation of Articles 14, 15 & 16 of Regulation (EU) 2019/943", december 2019, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat<sup>13</sup>. De informatie uit dit investeringsplan is hier als vijfde en zesde kolom aan toegevoegd.

Enkele IBN's in het IP2022 zijn later dan in de planning van het actieplan uit 2019. Dit heeft echter geen consequenties voor het behalen van het einddoel in 2025.

<sup>13</sup> <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-economische-zaken-en-klimaat/documenten/publicaties/2019/12/20/actieplan-verhoging-beschikbaarheid-zone-overschrijdende-transportcapaciteit-elektriciteitshandel>

Tabel 5.32

<b>Grid Element (CNE)</b>	<b>Locatie</b>	<b>Maatregel volgens Actieplan</b>	<b>Planning volgens Actieplan</b>	<b>Koppeling projectnr. TenneT</b>	<b>Oude IBN (januari versie)</b>	<b>IBN (IP-versie juli 2022)</b>
BSL-GT380 and BSL-ZVL(B)380 and ZVL(B)-GT380	Borssele-Zandvliet-Geertruidenberg-Rilland, Border NL-B	(1) Realisation new substation Rilland	(1) 2020	002.630	2020	2020
		(2) Project ZW380-west	(2) 2022	000.145	2023	2023
		(3) Upgrade ZVL(B)-RLL380 by exchange conductors (HTLS) and installation two PSTs at Elia substation	(3) 2023	002.816	2023	2024
LLS-ENS380	Lelystad-Ens	exchange conductors (HTLS)	2020	002.800	2020	2020
KIJ-BKK380	Krimpen a/d IJssel-Breukelen Kortrijk	Reconfigure the grid topology between Diemen – Oostzaan en Krimpen. The current circuit Krimpen-Oostzaan will be split into a circuit Krimpen-Diemen and Oostzaan-Diemen.	2020	002.559	2023	2023
MEE-DIE(GE)380	Border NL-GE, Meeden-Diele (GE)	Extension with 3rd PST	2021	002.616	2023	2023
DIM-LLS380	Diemen-Lelystad	Exchange conductors (HTLS)	2022	002.801	2022	2022
MEE-EEM380 and ZL-MEE380	Meeden-Eemshaven, Zwolle-Meeden	Project NW380-phase 1: reinforcement grid Eemshaven	2023	000.144	2023	2024
GT-KIJ380	Geertruidenberg-Krimpen a/d IJssel	Exchange conductors (HTLS)	2023	002.589	2023	2023
ENS-ZL380	Ens- Zwolle	Exchange conductors (HTLS)	2024	002.515	2024	2024
EHV-MBT	Eindhoven-Maasbracht	Exchange conductors (HTLS)	2025	002.586	2025	2026

Bron figuur: Action plan of the Netherlands Implementation of Articles 14, 15 & 16 of Regulation (EU) 2019/943", december 2019, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

# 6

## Projecten Rijkscoördinatiereregeling (RCR)





Op grond van artikel 20a van de Elektriciteitswet is op alle uitbreidingsinvesteringen op het 380 kV- en 220 kV-net in principe de RCR-procedure van toepassing. Bij de initiatie van een nieuw project is het veelal nog niet zeker of redelijkerwijs valt te verwachten dat toepassing van de RCR-procedure de besluitvorming zal versnellen of dat er mogelijk andere voordelen aan zijn verbonden. Wanneer TenneT een RCR-procedure niet noodzakelijk acht, vraagt zij hiervoor ontheffing aan bij EZK.

Dit hoofdstuk beschrijft de projecten waarvoor de Rijkscoördinatieregeling van toepassing is (RCR-projecten) en die beschikken over een Gate 2 document, dus in de realisatiefase zijn. RCR-projecten zijn grootschalige, kapitaalintensieve uitbreidingen van het net. Meestal zijn deze projecten erop gericht om de belangrijkste capaciteitsknelpunten in het 380 kV- en 220 kV-net op te lossen en aanpalende capaciteitsknelpunten op de 150 kV- en 110 kV-net te mitigeren. De projecten zijn van nationaal belang of Europees belang. Het komt af en toe voor dat een uitbreidingsinvestering in het 150 kV- of 110 kV-net dusdanig complex is, dat op verzoek van TenneT hierop door het ministerie van EZK de RCR-procedure van toepassing is verklaard.

Op dit moment werkt TenneT aan vier RCR-projecten: Noord-West 380 kV (NW380), Zuid-West 380 kV (ZW380), Beter Benutten Bestaande 380 kV (BB380) en Netversterking Friesland 110 kV (NF110). Deze projecten worden in paragraaf 6.1 tot en met 6.4 besproken.

## 6.1 Noord-West 380 kV, fase 1 (NW380)

Voor meer details wordt verwezen naar het inpassingsplan dat op 7 december 2017 is vastgesteld.

### Nut en noodzaak

Eemshaven is vanwege de ligging aan de kust in het Derde Structuurschema Elektriciteitsvoorziening (SEVIII) aangewezen als één van de belangrijke productielocaties voor elektriciteit en aanlanding van offshore windenergie. De afgelopen jaren zijn in Eemshaven nieuwe elektriciteitscentrales gebouwd met een totaal vermogen van 3.000 MW. Ook is er een windpark op zee aangesloten. Eemshaven is daarmee één van de belangrijkste locaties voor elektriciteitsproductie in Nederland. Eemshaven is daarnaast een belangrijk schakelpunt geworden in het internationale elektriciteitsnet, vanwege een verbinding met Noorwegen (NorNed) en met Denemarken (COBRACable).

Deze ontwikkelingen leiden tot knelpunten in de afvoer van het opgewekte en geïmporteerde vermogen vanuit Eemshaven. Capaciteitsknelpunten bestaan onder andere op de verbindingen Eemshaven-Eemshaven Oudeschip, Eemshaven-Vierverlaten, Ens-Lelystad en Diemen-Lelystad.

Om deze capaciteitsknelpunten op te lossen, moet de transportcapaciteit tussen de Eemshaven en Diemen worden verhoogd. Hiervoor zijn verschillende oplossingsvarianten onderzocht die in het inpassingsplan zijn beschreven. Omdat het inpassingsplan al onherroepelijk is, is in dit IP geen alternatievenafweging opgenomen.

Als oplossingsrichting is gekozen voor een combinatie van opwaardering van een deel van het bestaande net en het realiseren van nieuwe verbindingen. Het realiseren van een nieuwe verbinding tussen Eemshaven-Oudeschip en Vierverlaten vormt de scope van het project Noord-West 380 kV, fase 1 (NW380).

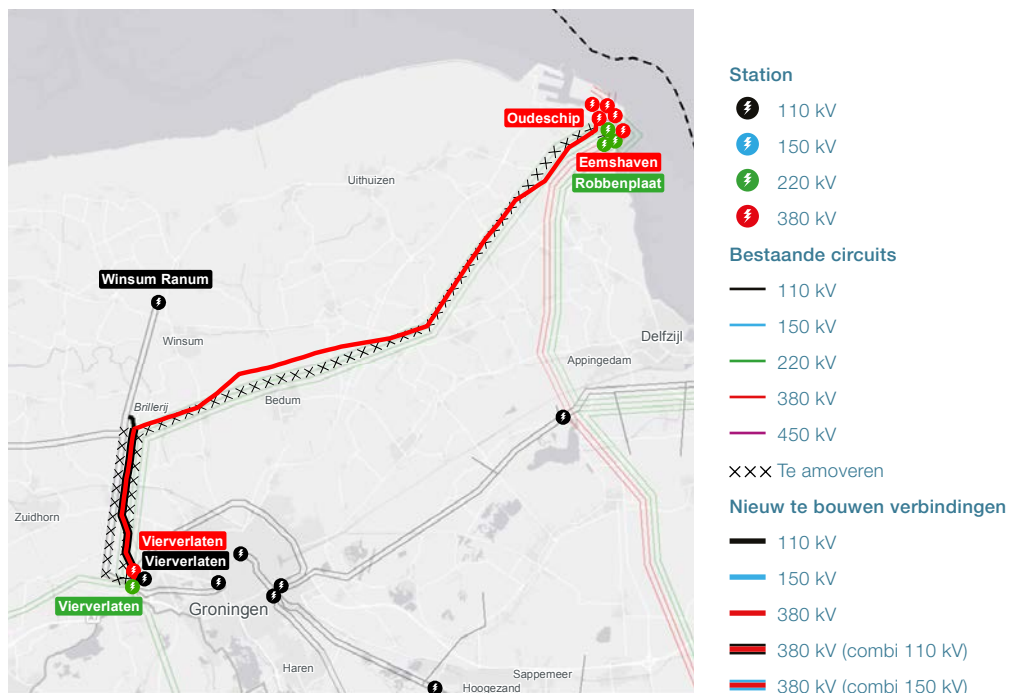
### Beschrijving investering

Tabel 6.1 beschrijft de voorgenomen investeringen van het project NW380, fase 1. Figuur 6.1 toont de scope van het project.

Tabel 6.1

Voorgenomen investeringen RCR-project Noord-West 380 kV, fase 1				
Project-nummer	Deelproject	Voorgenomen investeringen	IBN	Fase
000.144	380 kV-verbinding Eemshaven Oudeschip - Vierverlaten	Ca. 42 km masten/ funderingen/geleiders voor 4 circuits van 2.635 MVA	2024	Realisatie

Figuur 6.1: Scope van RCR-project Noord-West 380 kV, fase 1



Het programma NW380 wordt uitgevoerd onder de Rijkscoördinatieregeling. Er is een Inpassingsplan vastgesteld. Zowel de module ruimtelijk als de vergunningenmodule zijn binnen dit Inpassingsplan van toepassing.

### Planning en voortgang

De belangrijkste mijlpalen van het project NW380 en de realisatie zijn weergegeven in tabel 6.2.

Tabel 6.2

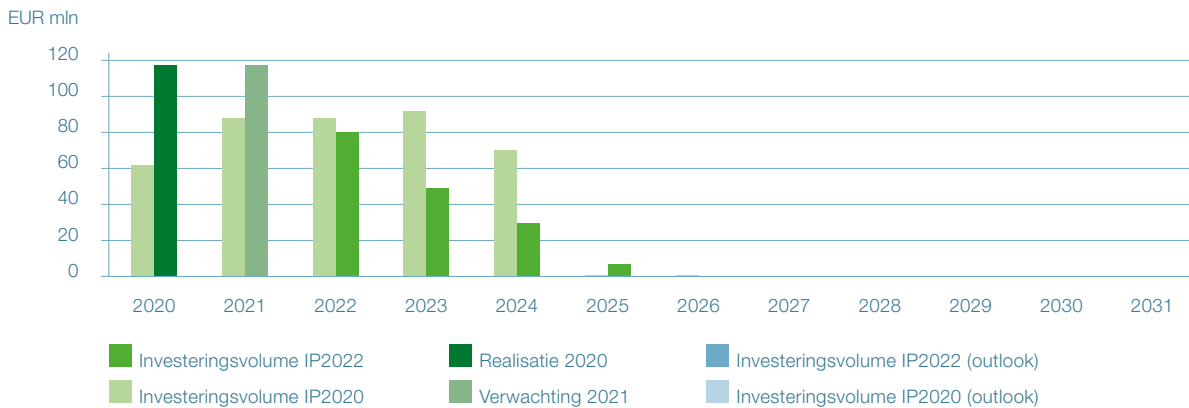
Belangrijkste mijlpalen project Noord-West 380 kV, fase 1	
Mijlpaal	Huidige verwachting/realisatie
Onherroepelijk Inpassingsplan	2020
Start realisatie	2020
IBN-datum	2024
Afronden project	2025

De realisatie van het project is momenteel in volle gang. De bouw is gestart in 2020. De risico's in de tijd zijn grotendeels tijdig gemitigeerd of niet opgetreden, waardoor het project sinds de aanvang van de bouw op haar 'best-case' planning loopt. Het project loopt op planning.

### Raming

De verdeling van het budget van NW380 over de jaren 2020-2031 is weergegeven in figuur 6.2. Als gevolg van het tijdig mitigeren, dan wel het niet optreden van belangrijke tijdrisico's zijn de uitgaven naar voren geschoven ten opzichte van het voorgaand IP.

Figuur 6.2: Investeringsvolume voor RCR-project Noord-West 380 kV fase 1



## 6.2 Zuid-West 380 kV (ZW380)

### Nut en noodzaak

In de provincie Zeeland wordt aanmerkelijk meer elektriciteit geproduceerd dan er wordt verbruikt. Met het definitieve besluit tot de bouw van de nieuwe Sloecentrale bij Borssele (2007) en het wegvallen van een aantal grootverbruikers in Zeeland, wordt het hoogspanningsnetwerk vanuit Borssele volledig benut voor transport naar de rest van het land. De huidige verbinding zit dus als het ware 'vol'. Dit heeft als gevolg dat:

- Er onvoldoende toekomstvaste aansluitcapaciteit beschikbaar is voor nieuwe (grootschalige) conventionele opwekking;
- Er onvoldoende toekomstvaste aansluitcapaciteit beschikbaar is voor (grootschalige) offshore windenergie en de aansluiting van windenergie op land;
- Er geen onderhoud meer kan worden uitgevoerd aan de hoogspanningsverbindingen vanuit Borssele, zonder aanmerkelijke productiebeperkingen op te leggen. Afstemming van gelijktijdig onderhoud aan productie-eenheden en het hoogspanningsnetwerk is niet meer mogelijk zonder aanzienlijke economische gevolgen (structureel).

Om deze problemen op te lossen, moet de transportcapaciteit tussen Borssele en het landelijke 380 kV-net worden verhoogd. Hiervoor zijn verschillende oplossingsvarianten onderzocht die in het inpassingsplan zijn beschreven. Omdat het inpassingsplan van Zuid-West West al onherroepelijk is, is in dit IP geen alternatievenafweging opgenomen.

In 2014 is vastgesteld dat onder meer in verband met de behoefte aan vergroting van de interconnectiecapaciteit met België de bouw van een nieuw 380 kV-station bij Rilland eerder dan voorzien noodzakelijk werd. Met station Rilland vermindert daarnaast het onderhoudsknelpunt op de 380 kV-verbindingen Rilland-Zandvliet en Rilland-Geertruidenberg en is het mogelijk geworden om de verbinding van Borssele naar Tilburg gefaseerd aan te leggen in twee, in de tijd ontkoppelde, tracédelen: Borssele-Rilland (Zuid-West West) en Rilland-Tilburg (Zuid-West Oost).

Het realiseren van ZW West biedt al een oplossing voor een aantal knelpunten:

- Het bestaande 380 kV-transportcapaciteitsknelpunt in het tracédeel Borssele-Rilland wordt opgelost. Hierbij kan onder andere de voorziene grootschalige productie van wind-energie voor de Zeeuwse kust, ondanks de vertraging in ZW Oost, toch tijdig worden gefaciliteerd. Zolang ZW Oost nog niet is gerealiseerd, kan er bij hoge productie wel congestie optreden;
- Het bestaande onderhoudsknelpunt op het tracédeel Borssele-Rilland wordt op zo kort mogelijke termijn opgelost.

Met het realiseren van ZW Oost wordt voorzien in:

- Het oplossen van het bestaande 380 kV-transportcapaciteitsknelpunt in het tracédeel Rilland-Geertruidenberg en het realiseren van voldoende transportcapaciteit om productie vanuit Zeeland af te voeren naar de landelijke ring bij Tilburg;
- Het oplossen van het resterende onderhoudsknelpunt in het tracédeel Rilland-Geertruidenberg;
- Het koppelen van het 150 kV-hoogspanningsnet in Noord-Brabant met de landelijke hoogspanningsring bij het nieuw te bouwen 380 kV-station Tilburg met als doel om knelpunten in het 150 kV-hoogspanningsnetwerk als gevolg van grootschalige opwekking van energie door nieuwe wind- en zonneparken op te lossen en investeringen in het 150 kV-hoogspanningsnetwerk te voorkomen.

De overkoepelende hoofddoelstelling van ZW380 om productie vanuit Zeeland af te voeren naar de landelijke ring is na realisatie van de projecten ZW West en ZW Oost compleet. Daarnaast ontstaat uiteindelijk een ringvormige structuur die Zeeland op twee manieren verbindt met het landelijke 380 kV-net.

Voor meer details wordt verwezen naar het inpassingsplan dat op 1 juni 2016 voor station Rilland onherroepelijk is geworden en voor ZWW op 8 augustus 2018.

### 6.2.1 Zuid-West 380 kV West (ZWW380)

#### Beschrijving investering

Tabel 6.3 beschrijft de voorgenomen investeringen van het project ZWW380.

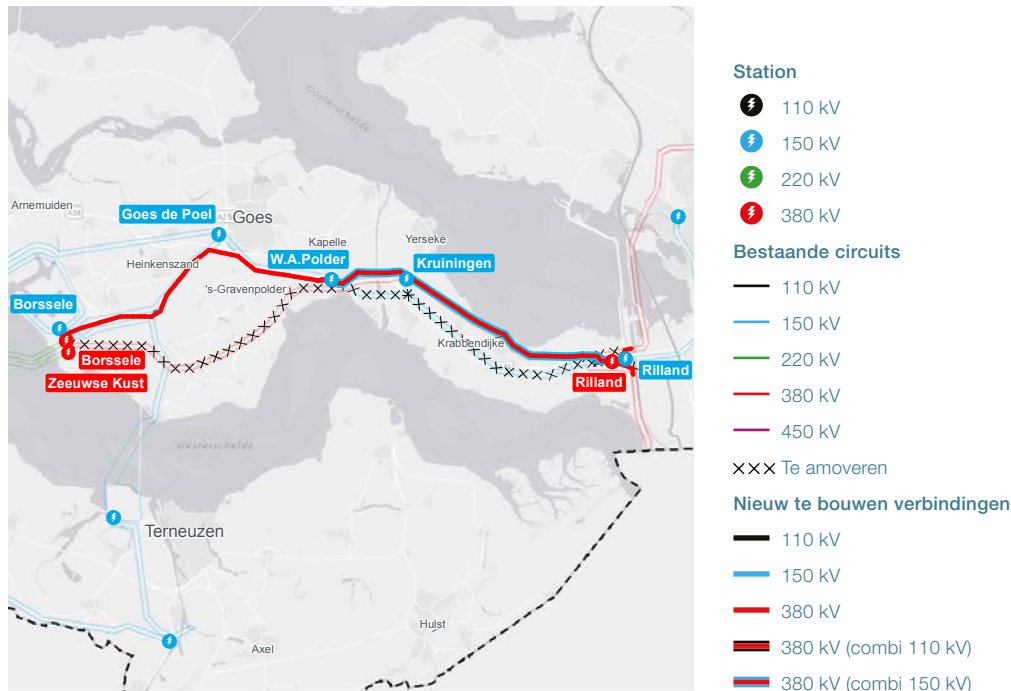
Figuur 6.3 toont de scope van het project.

Tabel 6.3

Voorgenomen investeringen RCR-project Zuid-West 380 kV West				
Project-nummer	Deelproject	Voorgenomen investeringen	IBN	Fase
000.145	380 kV-verbinding Borssele - Rilland	Ca. 47 km masten/funderingen voor 2 circuits van 2.635 MVA. Deels Combi met bestaande 150 kV en deels met bestaande 380 kV	2023	Realisatie
002.630	380 kV-station Rilland	Nieuwbouw triple rail schakelstation met 8 velden en 12 masten t.b.v. inlussen bestaande circuits	2020	Gereed

De 380 kV-lijn van Borssele naar Rilland wordt over grote lengte gecombineerd met de bestaande 150 kV-lijn. Het 380 kV-station Borssele wordt uitgebreid en er wordt een nieuw 380 kV-station gebouwd in Rilland.

Figuur 6.3 Scope van RCR-project Zuid-West 380 kV West.



Het programma ZWW380 wordt uitgevoerd onder de Rijkscoördinatieregeling. Er is een Inpassingsplan opgesteld. Zowel de module ruimtelijk als de vergunningmodule zijn van toepassing.

### Planning en voortgang

De belangrijkste mijlpalen van het project ZWW380 en de realisatie zijn weergegeven in tabel 6.4. Voor deze projecten is de realisatie gestart.

Tabel 6.4

Belangrijkste mijlpalen project Rilland en Zuid-West 380 kV West	
Mijlpaal Rilland	Huidige verwachting/realisatie
Onherroepelijk Inpassingsplan	2016
Start realisatie	2017
IBN-datum	2020
Afronden project	2022
Mijlpaal ZWW	Huidige verwachting/realisatie
Onherroepelijk Inpassingsplan	2019
Start realisatie	2020
IBN-datum	2023
Afronden project	2026

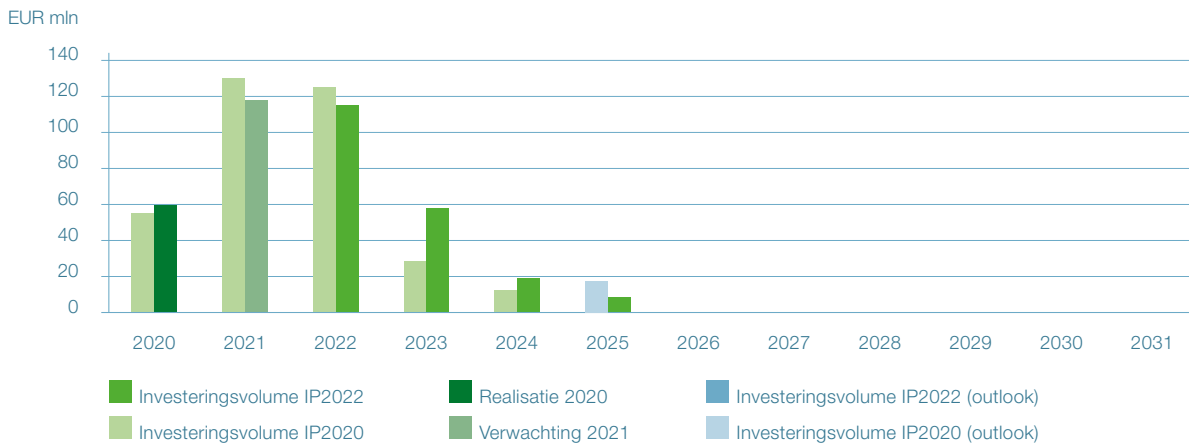
Station Rilland en de 12 masten ten behoeve van het inlussen van de bestaande circuits zijn gerealiseerd. De realisatie van de verbinding is momenteel in volle gang. De bouw is gestart in 2020 en is naar verwachting half 2023 afgerond. De meeste risico's in de tijd zijn grotendeels tijdig gemitigeerd of niet opgetreden, het project loopt op planning.

### Raming

De verdeling van het budget van ZWW380 over de jaren 2020-2031 is weergegeven in figuur 6.4.

De raming is nagenoeg gelijk gebleven ten opzichte van het vorige IP. De uitgaven zijn iets verschoven binnen de jaren door een verschuiving van de IBN van begin 2023 naar half 2023 vanwege vertraging in de verkrijging van de Zakelijk Recht Overeenkomsten (ZRO's).

Figuur 6.4: Investeringsvolume voor RCR-project Zuid-West 380 kV West



### 6.2.2 Zuid-West 380 kV Oost (ZWO380)

#### Beschrijving investering

Tabel 6.5 beschrijft de voorgenomen investeringen van het project ZWO380.

Figuur 6.5 toont de scope van het project.

Tabel 6.5

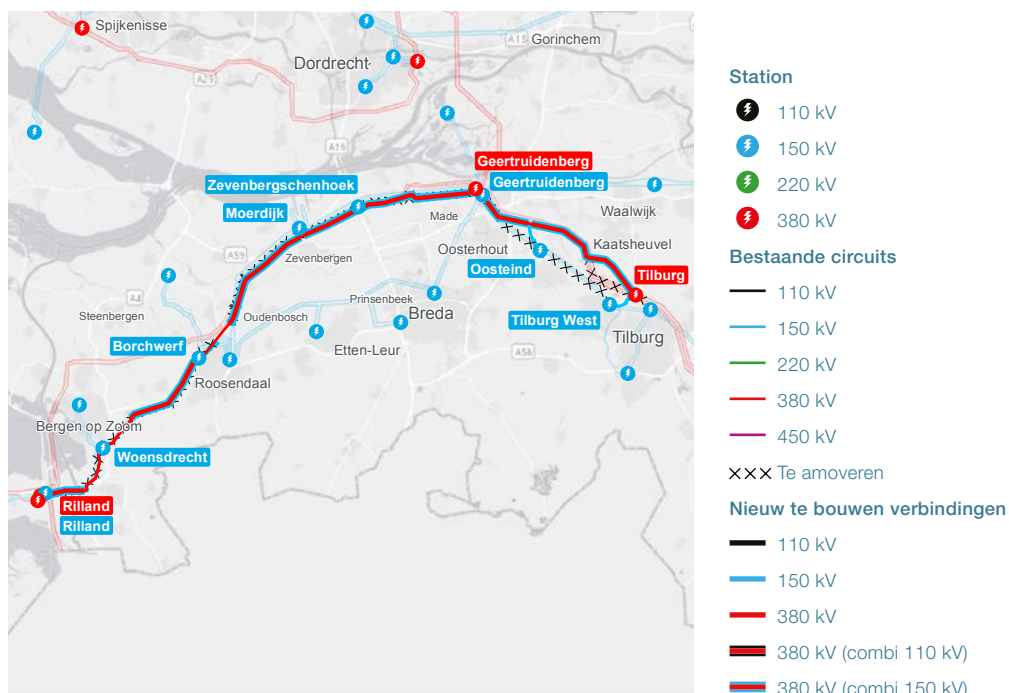
Voorgenomen investeringen RCR-project Zuid-West 380 kV Oost				
Project-nummer	Deelproject	Voorgenomen investeringen	IBN	Fase
002.678	380 kV-station bij Tilburg	Nieuwbouw drie 380/150/50 kV-transformatoren, 3 compensatiepoelen en 13 velden.	2027	Planologie
002.678	380 kV- en 150 kV-verbinding Rilland-Tilburg	Masten/funderingen/kabels voor 2 circuits van 2.635 MVA. 68 km bovengronds en ondergronds ca. 10 km 380 kV en 32 km 150 kV	2030-2032	Planologie
002.678	150 kV-station bij Oosteind	Nieuwbouw 150 kV-station met 8 velden.	2030-2032	Planologie
002.678	Verbouwen 9 150 kV-stations		2030-2032	Planologie

Met de bouw van het 380 kV-station Tilburg, inclusief de toekomstvaste koppeling naar het 150 kV-net, wordt de ontwikkeling van belasting en (duurzame) productie in de provincie Noord-Brabant gefaciliteerd.

De nieuwe 380 kV-verbinding wordt waar mogelijk gecombineerd met de 150 kV-verbinding, waardoor bestaande 150 kV-verbindingen (deels) worden geamoveerd. Om de 150 kV-stations aangesloten te houden worden deze via 150 kV-kabels verbonden met de nieuwe gecombineerde 380/150 kV-verbinding.



Figuur 6.5: Scope van RCR-project Zuid-West 380 kV Oost



Het programma ZWO380 wordt uitgevoerd onder de Rijkscoördinatieregeling. Er wordt een Inpassingsplan opgesteld voor de verbinding Rilland-Tilburg alsmede voor het station Tilburg. Zowel de module ruimtelijk als de vergunningsmodule zijn van toepassing.

### Planning en voortgang

De belangrijkste mijlpalen van het project ZWO380 en de realisatie zijn weergegeven in tabel 6.6.

Tabel 6.6

Belangrijkste mijlpalen project Zuid-West 380 kV Oost (ZWO380)	
Mijlpaal ZWO	Huidige verwachting/realisatie
Onherroepelijk Inpassingsplan	2023
Start realisatie	2024
IBN-datum	2030-2032
Afronden project	2031-2033
Mijlpaal Tilburg	Huidige verwachting/realisatie
Onherroepelijk Inpassingsplan	2022
Start realisatie	2022
IBN-datum	2027
Afronden project	2028

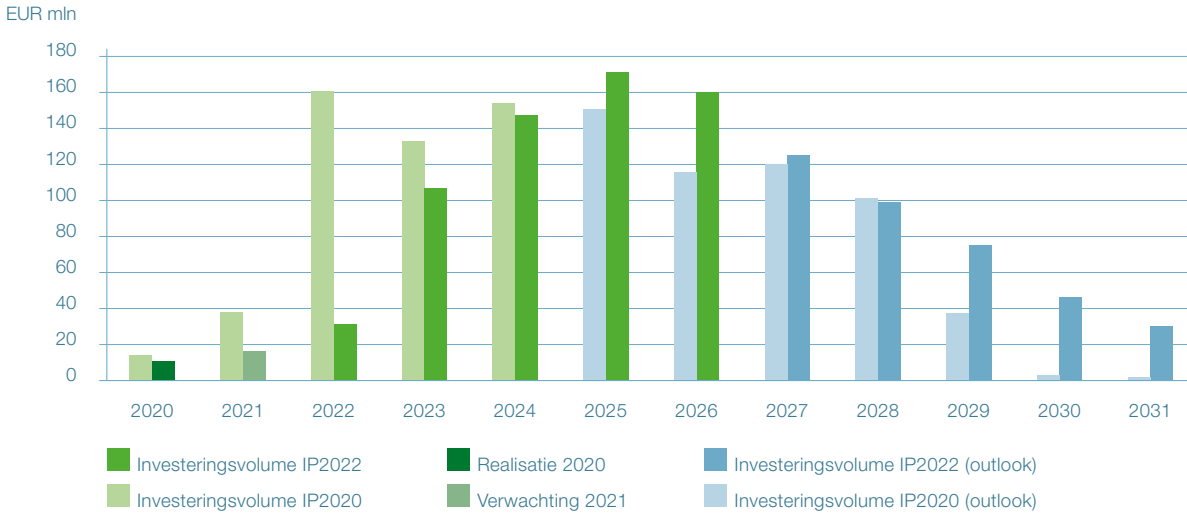
De planning voor de verbinding Rilland-Tilburg is vertraagd door de gevolgen van de gewijzigde eisen rondom de stikstofdepositie.

### Raming

De verdeling van het budget van ZWO380 over de jaren 2020-2031 is weergegeven in figuur 6.6.

Door de gewijzigde eisen rondom de stikstofdepositie verschuift in de planning de verkrijging van een onherroepelijk Inpassingsplan en de benodigde vergunningen. Hierdoor wordt later gestart met de uitvoeringswerkzaamheden hetgeen leidt tot een verschuiving van de uitgaven in de tijd. De totale raming blijft gelijk aan het vorige IP.

Figuur 6.6: Investeringsvolume voor RCR-project Zuid-West 380 kV Oost



### 6.3 Beter Benutten Bestaande 380 kV (BB380)

#### Nut en noodzaak

Op de landelijke 380 kV-ring zijn bij diverse verbindingen ernstige knelpunten geconstateerd. Dit maakt spoedige verhoging van de transportcapaciteit van de betreffende verbindingen noodzakelijk.

TenneT heeft onderzocht of het opwaarderen en daarmee beter benutten van de bestaande verbindingen mogelijk is. Dit blijkt voor de betreffende verbindingen het geval te zijn en geeft ten aanzien van kostenefficiëntie en beperking van omgevingsimpact aanzienlijke voordelen ten opzichte van het bouwen van nieuwe of extra verbindingen.

Daarom is TenneT een programma gestart onder de titel 'Beter Benutten Bestaande 380 kV' (hierna: BB380), waarbij de komende jaren op verschillende verbindingen de transportcapaciteit zal worden verhoogd naar 2 x 2.635 MVA (4 kA).

### Beschrijving investering

Het programma bestaat uit deelprojecten met een vergelijkbare nut en noodzaak en eenzelfde realisatiekeuze. Met deze programmatische aanpak wordt beoogd efficiëntie te bereiken door kennis, ervaring en leereffecten optimaal te ontwikkelen en te benutten. Tabel 6.7 beschrijft de scope van het project BB380 en de voorgenomen investeringen.

Tabel 6.7

Voorgenomen investeringen RCR-project Beter Benutten Bestaande 380 kV				
Project-nummer	Deelproject	Voorgenomen investeringen	IBN	Fase
002.515	Ens - Zwolle	Opwaarderen naar 2 x 2.635 MVA	2024	Realisatie
002.586	Eindhoven - Maasbracht	Opwaarderen naar 2 x 2.635 MVA	2026	Realisatie
002.589	Geertruidenberg - Krimpen	Opwaarderen naar 2 x 2.635 MVA	2023	Realisatie
002.800	Lelystad - Ens	Opwaarderen naar 2 x 2.635 MVA	2020	Gereed
002.801	Diemen - Lelystad	Opwaarderen naar 2 x 2.635 MVA	2022	Realisatie

Het programma Beter Benutten wordt uitgevoerd onder de Rijkscoördinatieregeling. Er wordt geen Inpassingsplan opgesteld, omdat dit programma binnen de bestaande planologische kaders wordt uitgevoerd. Daarom kan worden volstaan met het toepassen van de vergunningenmodule van de RCR.

In vergelijking met het vorige IP is project Zwolle-Hengelo (002.394) niet meer meegenomen in de scope omdat dit tracé, als onderdeel van de oostelijke kant van de ring, onderwerp is van studie inzake nut en noodzaak.

### Planning en voortgang

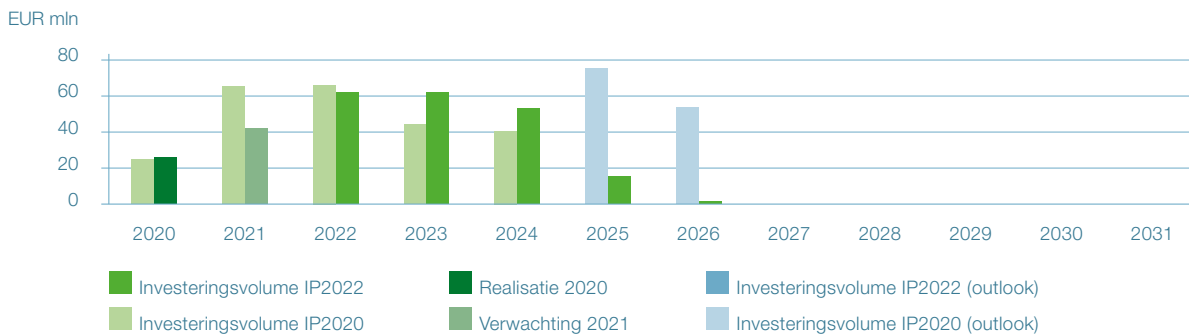
Vanwege de urgentie om de actuele capaciteitsknelpunten op de ring op te lossen, met de hoogste urgentie bij Lelystad-Ens, is dit project als eerste van de - tot nu toe - vijf deelprojecten van Beter Benutten uitgevoerd en succesvol opgeleverd in juni 2020. Omdat de mogelijkheden om circuits in de landelijke 380 kV-ring buiten bedrijf te stellen beperkt zijn, kunnen de deelprojecten uitsluitend volgtijdelijk worden uitgevoerd. Het is daarom van groot belang om uitloop van afzonderlijke projecten te vermijden. Aanvullend dient men rekening te houden met meerdere andere kritische (onderhouds-) projecten, buiten dit programma, die eveneens een grote beperking vormen op buiten bedrijf stelling in de landelijke 380 kV-ring en daarmee meerjarige vertraging voor het BB programma kunnen opleveren. Hiertoe zal TenneT haar belangen dienen af te wegen. Om mogelijke conflicten betreffende buiten bedrijf stellen en het beschikbaar stellen van bijbehorende resources te voorkomen is in 2021 besloten om tegelijkertijd met projecten Diemen-Lelystad en Krimpen-Geertruidenberg ook het Renoveren van Secundaire installaties (RenSec) op de stations Diemen380 en Krimpen380 uit te voeren. Hoewel dit voor meer afhankelijkheden en onderlinge afstemming zorgt, is het reduceren van de druk op buiten bedrijf stellingen en beschikbare resources van groter belang voor TenneT.

### Raming

De verdeling van het budget van BB380 over de jaren 2020-2031 is weergegeven in figuur 6.7.

De raming is afgenomen door het niet langer opnemen van project Zwolle-Hengelo (impact EUR 105 mln). Voor de overige projecten geldt dat door genoemde aanpassingen in de plannings, het feit dat lessons learned van Lelystad-ENS zijn toegepast en door beter inzicht in detailplanning van de aannemers voor Diemen-Lelystad, er verschuivingen zijn in de jaarlagen van de projecten. De totale raming van de projectuitgaven blijft nagenoeg gelijk ten opzichte van het vorige IP.

Figuur 6.7: Investeringsvolume voor RCR-project Beter Benutten Bestaande 380 kV



### 6.4 Netversterking Friesland 110 kV (NF110)

Voor meer details wordt verwezen naar het inpassingsplan (Inpassingsplan Netversterking Marnezijs-Oudehaske) dat op 11 juli 2018 voor Windpark Fryslân onherroepelijk is geworden.

#### Nut en noodzaak

De Nederlandse Staat en de Provincies zijn overeengekomen dat in 2020 de aansluiting van 6.000 MW aan windenergie zal zijn gerealiseerd. Als onderdeel van deze overeenkomst heeft de Provincie Friesland tot doel 530 MW windenergie en 500 MW zonne-energie aan te sluiten. Het grootste aandeel van windenergie is afkomstig van Windpark Fryslân in het IJsselmeer, met een maximum geïnstalleerd vermogen van 400 MW.

Om de inpassing van invoeding op het net van duurzame energie en de daarbij benodigde betrouwbaarheid van het 110 kV-netwerk te waarborgen, is het noodzakelijk het huidige TenneT 110 kV-, en deels het 220 kV-netwerk, in Friesland voor eind 2022 op te waarderen en uit te breiden.

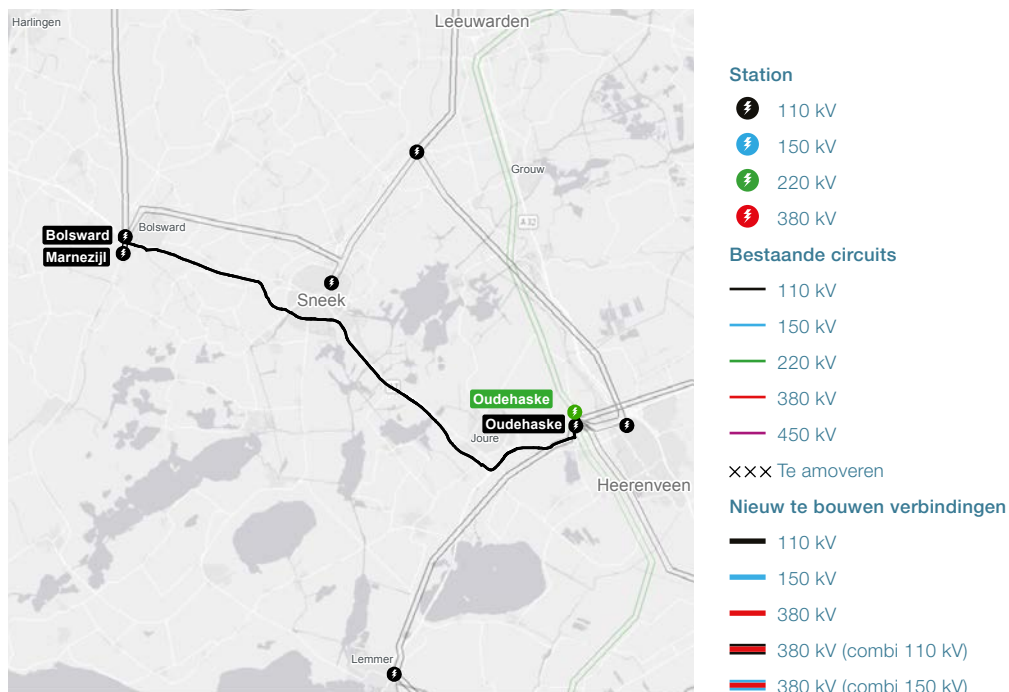
### Beschrijving investering

Tabel 6.8 beschrijft de voorgenen investeringen van het project Netversterking Friesland. Figuur 6.8 toont de scope van het project.

Tabel 6.8

Voorgenomen investeringen RCR-project Netversterking Friesland 110 kV				
Project-nummer	Deelproject	Voorgenomen investeringen	IBN	Fase
002.809	Capaciteitsuitbreiding Friesland 220 kV station Oudehaske	Capaciteitsuitbreiding met 1 transformator 220/110 kV Oudehaske	2023	Realisatie
002.873	Capaciteitsuitbreiding Friesland 110 kV	Netuitbreiding twee circuit 110 kV-kabelverbinding Marnezijl-Oudehaske en nieuwbouw van 110 kV-station Bolsward	2024	Realisatie
002.817	Capaciteitsuitbreiding Friesland 110 kV	Capaciteitsuitbreiding 110 kV-station Oudehaske met vijf velden	2023	Realisatie

Figuur 6.8 Scope van RCR-project Netversterking Friesland 110 kV



De uitbreiding is noodzakelijk ten behoeve van de voorgestelde aansluiting van Windpark Fryslân op het 110 kV-net en andere toekomstige ontwikkelingen op het gebied van productie van duurzame energie in Friesland.

Om een tijdige en volledige aansluiting van Windpark Fryslân te waarborgen, wordt de aansluiting op het net in twee fasen uitgevoerd.

De 1<sup>e</sup> fase wordt uitgevoerd onder de Rijkscoördinatieregeling. Er is een Inpassingsplan dat onherroepelijk is. Hieronder valt de 110 kV-kabelverbinding van Oudehaske naar Marnezijl. Nabij 110 kV-onderstation Marnezijl zal tevens de klant (110 kV-kabel) tijdelijk worden aangesloten via een overgangsmof ('joints') op het 110 kV-station Oudehaske. Verder zal de capaciteitsuitbreiding bestaan uit 1 transformator 220/110 kV op 220 kV-station Oudehaske en de capaciteitsuitbreiding op station 110 kV-station Oudehaske met vijf velden.

De 2<sup>e</sup> fase bestaat uit de bouw van een nieuw 110 kV-station Bolsward met bijbehorende inlussingen van de reeds aangelegde nieuwe 110 kV-kabelverbinding en op het bestaande bovengrondse hoogspanningsnet dat zal worden uitgevoerd onder de Rijkscoördinatie-regeling. Hiervoor is het Inpassingsplan (Inpassingsplan Netversterking westelijk Friesland) op 21 januari 2021 vastgesteld en hiervoor loopt momenteel een Raad van State procedure.

### Planning en voortgang

De belangrijkste mijlpalen van het project Netversterking Friesland en de realisatie zijn weergegeven in tabel 6.9

Tabel 6.9

Belangrijkste mijlpalen project Netversterking Friesland fase 1 en fase 2	
Mijlpaal fase 1	Huidige verwachting/realisatie
Onherroepelijk Inpassingsplan	2019
Start realisatie	2019
IBN-datum	2023
Afronden project	2024
Mijlpaal fase 2	Huidige verwachting/realisatie
Onherroepelijk Inpassingsplan	2022
Start realisatie	2022
IBN-datum	2024
Afronden project	2025

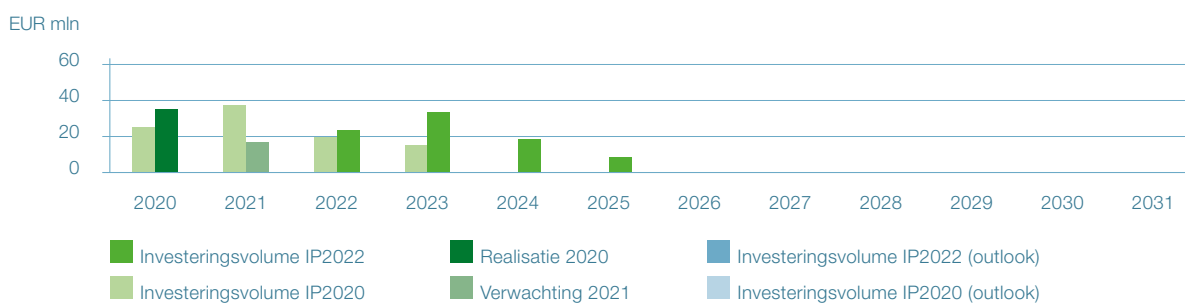
Fase 1 heeft een snellere realisatie ('best case') gekend door proactieve benadering stakeholders, meewerken stakeholders met het afsluiten van ZRO's (zonder gedoogprocedures) en het tijdelijk beschikbaar stellen van gronden voor de benodigde werkruimte voor realisatie. Daarnaast zijn in de realisatie door actief risicomanagement grote risico's uitgebleven respectievelijk gemitigeerd.

Fase 2 kent een langere doorlooptijd door het aantekenen van bezwaar tegen het Inpassingsplan door enkele stakeholders. Hierdoor loopt er een Raad van State procedure die naar verwachting voor een vertraging van 1 à 1,5 jaar zal zorgen.

### Raming

De verdeling van het budget van NF110 over de jaren 2020-2031 is weergegeven in figuur 6.9. De totale raming voor Netversterking Friesland zijn met EUR 40 mln toegenomen ten opzichte van het vorige IP. Dit komt door een aantal scope wijzigingen en uitbreidingen voor met name het nieuwe 110 kV-station Bolsward.

Figuur 6.9: Investeringsvolume voor RCR-project Netversterking Friesland





## 6.5 Onzekerheden in de verwachtingen van RCR-projecten

Projecten onder de Rijkscoördinatieregeling betreffen meerjarige projecten die gedurende hun looptijd geconfronteerd worden met diverse onzekerheden. Hier zijn de belangrijkste onzekerheden weergegeven die invloed kunnen hebben op de verwachtingen van de doorlooptijd en budgetten van de RCR-projecten.

Het verkrijgen van een onherroepelijk inpassingsplan kan zowel vertraging oplopen bij de totstand koming ervan als tijdens de behandeling bij de Raad van State. In het verleden is het bij projecten voorgekomen dat delen van het inpassingsplan pas na een zogenoemd reparatietraject onherroepelijk konden worden verklaard. In specifieke gevallen kon daardoor in eerste instantie slechts op delen van het project met uitvoering worden begonnen. Om dit te voorkomen zal in een vroeg stadium samen met de regio en samenwerkende overheden in werkateliers het tracé uitgewerkt worden waarbij meerdere alternatieven worden besproken voor de voornaamste knelpunten in het tracé.

De wet- en regelgeving van bijvoorbeeld vergunningen is aan veranderingen onderhevig. Dit komt voor op zowel landelijke, provinciaal als regionaal niveau. Daarmee wijzigen de eisen die ten grondslag liggen aan onze projecten. Een voorbeeld zijn de gewijzigde eisen rondom de stikstofdepositie. Dit heeft consequenties voor de doorlooptijd van de projecten evenals de uitvoeringsmethoden. Om verrassingen zoveel mogelijk te voorkomen worden ontwikkelingen gemonitord en beleidsmakers geadviseerd.

De investeringsportfolio is omvangrijk en zal een toekomstig beslag leggen op de capaciteit van de inkoopmarkt. Daarbij zal dit veelal gelijktijdig gerealiseerd worden met andere binnenlandse grootschalige projecten van bijvoorbeeld Prorail, RWS, Gasunie en de regionale netbeheerders. Dit kan leiden tot krapte op de binnen- en buitenlandse inkoopmarkt en daarmee bemoeilijkt het de aanbesteding van de te leveren diensten en materialen. In zowel de strategische als tactische uitwerking van de inkopen wordt hier waar mogelijk rekening mee gehouden.

De realisatie van de projecten is op kritische momenten afhankelijk van het verkrijgen van VNB's (spanningsvrij kunnen maken van het betreffende deel van het elektriciteitsnet) en specialistische resources welke lange opleidingstijden kennen. Als er voor activiteiten op het kritieke pad geen VNB of specialistische resources kan worden verkregen, heeft dat een direct effect op de doorlooptijd van het project. Nauwgezette afstemming tussen projectplanning en totale TenneT portfolio planning op korte en lange termijn is hier van groot belang.

## 6.6 Afgeronde RCR-projecten in 2020 en 2021

Tabel 6.10

### Afgeronde RCR-projecten in 2020 en 2021

380 kV-station Rilland

Opwaardering verbinding Lelystad-Ens



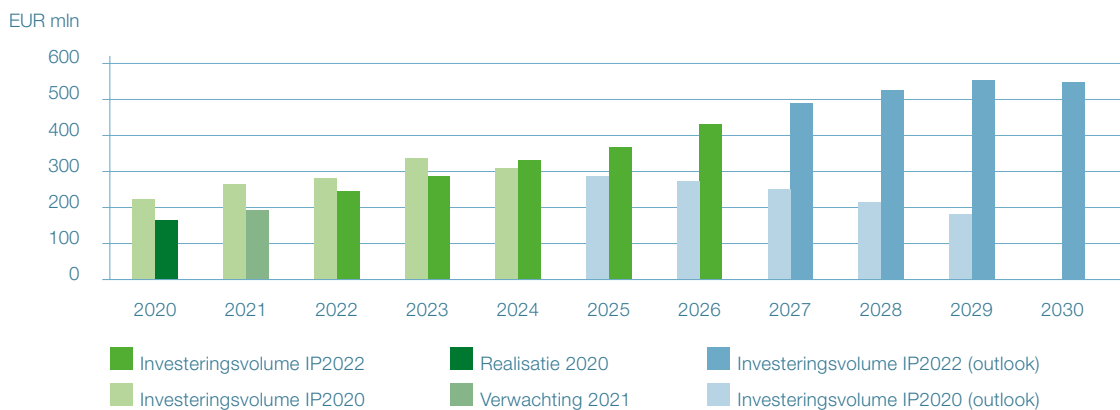
# 7 Kwaliteitsknelpunten en vervangingsinvesteringen



## 7.1 Overzicht en samenvatting

Om een goed functionerend elektriciteitsnet te waarborgen, dienen de functies van de afzonderlijke componenten in stand te worden gehouden. Dit kan enerzijds door het (indien aangetoond noodzakelijk) plegen van onderhoud en anderzijds door vervangen. Dit hoofdstuk beschrijft de vervangingsinvesteringen in de 110 kV-, 150 kV-, 220 kV- en 380 kV-netten die nodig zijn om de vastgestelde kwaliteitsknelpunten te mitigeren. Figuur 7.1 geeft het investeringsvolume weer van de in dit hoofdstuk beschreven vervangingsinvesteringen.

Figuur 7.1: Investeringsvolume voor vervangingsinvesteringen



Paragraaf 7.2 geeft een overzicht van de conditie van de primaire componenten op basis van de Health Index. In paragraaf 7.3 zijn beschrijvingen opgenomen van vervangingsprogramma's die kwaliteitsknelpunten voor meerdere categorieën componenten mitigeren en/of van toepassing zijn op een groot aantal stations. In paragraaf 7.4 staan de projecten die buiten een programma vallen. Paragraaf 7.5 geeft een overzicht van de in 2020 en 2021 afgeronde investeringen.

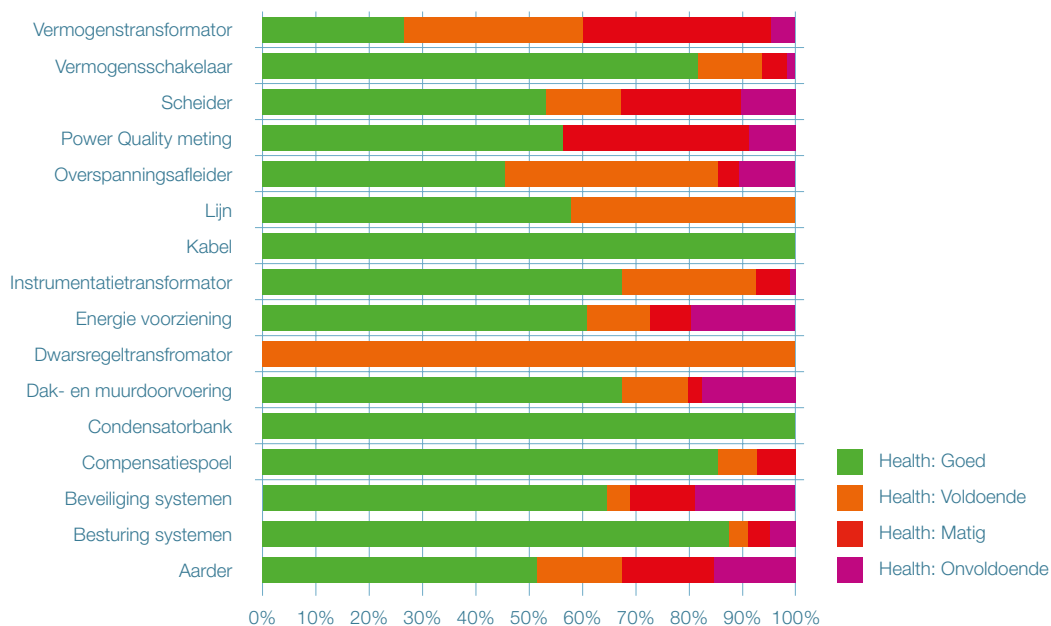


## 7.2 Kwaliteitsknelpunten en vervangingsinvesteringen

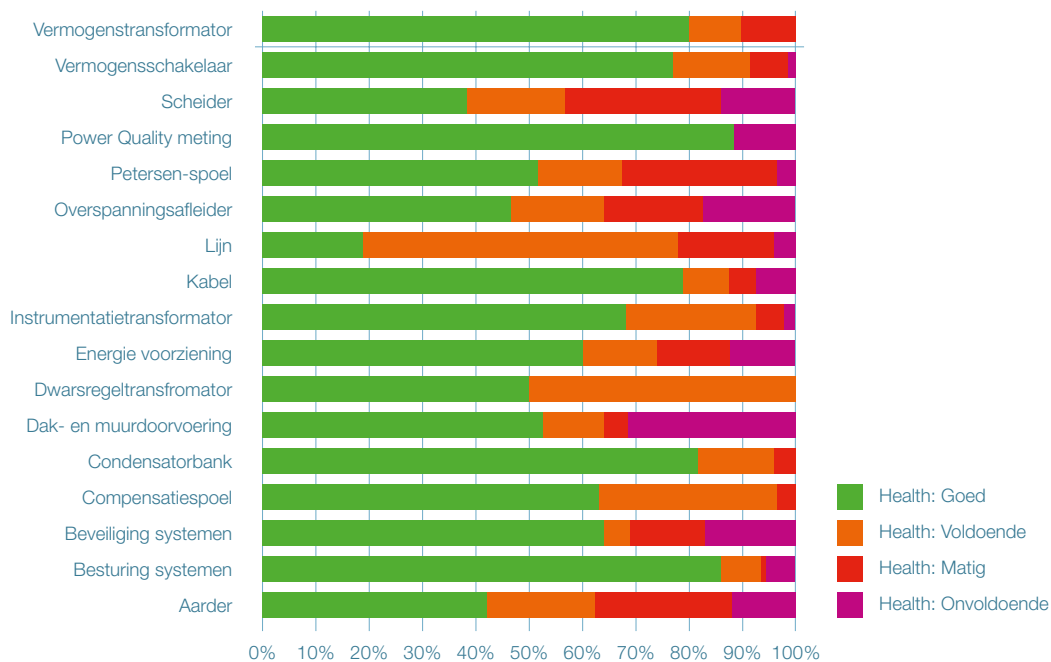
Paragrafen 3.4 tot en met 3.6 beschrijven de methodiek die TenneT gebruikt om kwaliteitsknelpunten te bepalen, het risico van deze knelpunten vast te stellen en te komen tot een investeringsportfolio. Figuur 7.2 en figuur 7.3 tonen de belangrijkste input voor de vaststelling van de kwaliteitsknelpunten: de conditie van de componenten, die zijn vastgelegd in het bedrijfsmiddelenregister, gebaseerd op de Health Index.

De meeste componenten die als toestand in de Health Index de kleuren rood en paars hebben, zijn gekoppeld aan een knelpunt.

Figuur 7.2: Conditie van de componenten op 380/220 kV op basis van de Health Index per 1 maart 2021



Figuur 7.3: Conditie van de componenten op 150/110 kV op basis van de Health Index per 1 maart 2021



## 7.3 Vervangingsprogramma's

In deze paragraaf zijn de programma's beschreven die kwaliteitsknelpunten voor meerdere categorieën componenten mitigeren en/of van toepassing zijn op een groot aantal stations.

### 7.3.1 Inleiding

Tot voor kort paste TenneT een vervangingsstrategie toe die bestond uit het vervangen van één type van componenten op meerdere stations. Doordat het aantal te vervangen componenten in stations gering was, was deze vervangingsstrategie goed uitvoerbaar. Inmiddels raakt echter een groot aantal stations op leeftijd, vooral in het 110 kV- en het 150 kV-net. Dat heeft tot gevolg dat het aantal componenten dat vervangen moet worden snel toeneemt. Deze situatie vraagt om een andere vervangingsstrategie. TenneT heeft daarom een strategie ontwikkeld, waarbij een clustering van werkzaamheden op stations plaatsvindt waarbij meerdere componenten in een station middels een programma worden vervangen. Dit heeft meerdere voordelen:

- vermindering van de hoeveelheid tenders;
- grotere activiteiten worden gebundeld op één station waardoor resources voor de werkzaamheden en toezicht efficiënter ingezet worden;
- vermindering van de administratieve lasten;

TenneT kent de volgende vervangingsprogramma's:

- Programma Stationsvervanging
- Programma Primair voor 110/150 kV, en voor 220/380 kV
- Programma Secundair voor 110/150 kV, en voor 220/380 kV

In de programma's worden stations opgenomen voor de komende drie jaren. Elk jaar worden de programma's bijgewerkt, waarbij voor het derde jaar weer nieuwe stations worden opgenomen. De keuze van stations die worden opgenomen in de programma's wordt bepaald op basis van de cumulatieve score van risico's op elk station. De stations met de hoogste score komen als eerste in aanmerking voor opname in het programma.

### 7.3.2 Programma Stationsvervangning 110/150 kV

Programma Stationsvervangning vormt de basis van de programma aanpak met betrekking tot de verouderingsproblematiek in het 110/150 kV-net. In dit programma worden stations opgenomen waar zowel de primaire als de secundaire componenten aan vervanging toe zijn. De velden op bestaande stations worden in zijn totaliteit geamoveerd om vervangen te worden met een standaard modulair veld. In het programma Stationsvervangning ontwikkelt TenneT een technisch en procesconcept voor het bouwen van modulaire gestandaardiseerde stations conform de laatste technische normen, die eenvoudiger en in kortere tijd te realiseren en te onderhouden zijn dan de huidige stations. Het technische concept en de werkmethode worden momenteel getest door de realisatie van zes stations, die bekend staan als de Proof of Concept (PoC).

Onderstaand overzicht geeft de zes PoC stations met de verwachte IBN.

Projectnr.	Station	IBN
002.834.44	Rijssen 110	2023
002.834.45	Hengelo Weideweg 110	2023
002.834.48	Nederweert 150	2023
002.834.46	Terwinselen 150	On hold
002.834.49	Alphen a/d Rijn 150	2024
002.834.47	Raalte 110	2024

De volgende fase van het programma Stationsvervangning is de testfase (PoC 2.0). Deze fase loopt deels parallel met de realisatie van de laatste PoC-stations in 2024. Voor de testfase is een selectie van stations gemaakt die aansluit bij de benodigde testen. De verwachte IBN's vallen allemaal in de outlook van Programma Stationsvervangning (na 2024).



### 7.3.3 Programma Primair

In dit programma worden stations opgenomen waar de primaire componenten aan vervanging toe zijn. Uit de Health Index van de primaire componenten blijkt dat meerdere populaties van primaire componenten zijn verouderd. De componenten die in beginsel middels het programma Primair worden vervangen zijn:

- aarders
- scheiders
- combi-, spannings- en stroomtransformatoren
- overspanningsafleiders (alléén voor de 110 en 150 kV stations)
- muurdoorvoeringen.

De exacte scope van vervanging wordt voor elk station bepaald op basis van de Health Index van de componenten op het station en een visuele inspectie.

Onderstaand overzicht geeft de stations die zich momenteel in de scope bevinden van het programma Primair, met een IBN tussen 2022 en 2024. Na 2024 heet de outlook.

Projectnr.	Station	IP2020	IP2022	Mutatie
002.950.41	Station Delft 150	2021		outlook
002.950.42	Station Voorburg 150	2022		outlook
002.950.43	Station Leiden 150	2021		outlook
002.950.44	Station Soest 150	2022	2023	
003.006.42	Station Veenoord 110	2022		outlook
003.007.42	Station Diemen 150	2022	2023	
003.007.43	Station Tiel 150		2023	nieuw
003.008.42	Station Utrecht Lage Weide 150		2023	nieuw
003.108.40	Station Vaassen 150		2024	nieuw
003.108.42	Station Lochem 150		2024	nieuw
003.109	Station Amsterdam Noord Klaprozenweg 150		2023	nieuw

### 7.3.4 Programma Secundair

Een deel van de installaties die nodig zijn voor de besturing, beveiliging en energievoorziening van de primaire componenten zijn verouderd en minder betrouwbaar. TenneT heeft daarom het programma Secundair (voorheen genaamd RenSec) opgezet dat als doel heeft deze secundaire componenten te vervangen en te moderniseren conform de huidige normen en eisen.

In het oorspronkelijke programma RenSec werd alleen de besturingsapparatuur vervangen en de als slecht beoordeelde beveiliging apparatuur en gelijkspanning voorzieningen. De praktijk heeft echter geleerd dat deze methode tot een aanzienlijke hoeveelheid ontwerp- en uitvoeringsoplossingen leidt, waardoor deze werkwijze zowel qua kosten als qua doorlooptijd niet meer acceptabel is.

TenneT heeft er daarom voor gekozen om de volledige besturing en beveiliging gecombineerd te vervangen, waarbij tevens de systemen van TenneT en de regionale netbeheerders systeemtechnisch en fysiek ontvlochten worden. Samen met het standaardiseren van componenten resulteert deze aanpak in een kortere doorlooptijd van het gehele programma.

Onderstaand overzicht geeft de stations die zich momenteel in de realisatiefase bevinden van het programma Secundair, met een IBN tussen 2022 en 2024. Na 2024 heet de outlook.

Projectnr.	Station	IP2020	IP2022	Mutatie
002.491.65	Bergum 220	2021	2022	
002.491.66	Louwsmeer 220	2021	2022	
002.491.67	Robbenplaat 220	2020	2022	
002.491.68	Weiwerd 220	2021	2022	
002.491.78	Eindhoven 380	2022		on hold
002.491.74	Ens 380	2022		outlook
002.491.81	Diemen 380	2021	2024	
002.491.79	Geertruidenberg 380	2022		outlook
002.491.75	Dodewaard 380		2022	nieuw
002.491.70	Delesto 220		2022	nieuw
002.491.80	Krimpen 380		2024	nieuw
002.563.92	Eindhoven West 150	2020		gereed
002.563.93	Helmond Zuid 150	2020		gereed
002.563.94	Horst 150	2020		gereed
002.563.95	Merum 150	2020		gereed
002.545.93	Helmond Oost 150	2020		gereed
002.545.94	Maalbroek 150	2020		gereed
002.545.96	Utrecht Lage Weide 150	2020		gereed
002.563.91	Eindhoven Noord 150	2021		outlook
003.142.40	Almelo Tusveld 110	2021	2022	
003.143.40	Driebergen 150	2021		gereed
003.143.42	Oudenrijn 150	2021		gereed
002.545.91	Blerick 150	2022		vervallen
002.545.92	Eindhoven Oost 150	2022		outlook
002.545.95	Roosendaal 150	2022	2023	
003.142.41	Dedemsvaart 110	2022	2022	
003.142.42	Emmen Weerdinge 110	2022		vervallen
003.142.43	Groningen van Heemskerckstraat 110	2022		vervallen
003.142.44	Norg 110	2022		vervallen
003.143.41	Oudeland 150	2022	2023	
003.143.43	Merseyweg 150	2022	2023	
003.143.44	Theemsweg 150	2022	2022	
003.143.45	Anna Paulowna 150	2022	2023	
003.143.46	Bijlmer Zuid 150	2022	2023	
003.143.47	Eerbeek 150	2022	2023	
003.143.48	Gorredijk 150	2022	2023	
003.143.49	Uft 150	2022	2022	

## 7.4 Projecten die buiten de programma's vallen

In tabel 7.1 zijn de projecten opgenomen die geen onderdeel vormen van één van de hierboven beschreven programma's. Dit betreft deels projecten die via de oude methodiek, dus buiten de programma's om, componenten vervangen op meerdere locaties.

Tabel 7.1

Projecten die geen onderdeel zijn van een programma					
Projectnr.	Projectnaam	IBN	Fase	Gesignaleerd knelpunt op / risico	Risico-categ.
002.682	Einde levensduur oliegebluste of pneumatisch gedreven VS'n 110 kV	2022	Realisatie	Veroudering oliegebluste vermogensschakelaars	1-10
				Station Veendam 110 kV	0,01-0,1
002.769	ESDV-ESDW 110 kV, vervangen UGD-kabel	2024	Realisatie	Dubbele fout Enschede Vechtstraat - Enschede Wesselerbrink	0,1-1
002.864	Vervangen noodstroomaggregaten 220/380 kV	2022	Realisatie	Veroudering noodstroomaggregaten 220/380 kV	1-10
002.874	Verv. bev. div. 110/150 kV-stations	2024	Realisatie	Veroudering secundaire installaties prioriteit 2	10-100
				Vertraagde afschakeling	10-100
002.979	Verhogen laaghangende hoogspanningsgeleiders	2022	Realisatie	Laaghangende geleiders	0,1-1
003.345	Bargermeer-AKZO Emmen 110 kV vervanging kabel	2022	Realisatie	Vervanging klantaansluiting 2 <sup>o</sup> kabel Bargermeer	0,1-1
000.075	Krimpen 150 kV, vervanging station door dubbelrail AIS	2023	Realisatie	Veroudering secundaire installatie stations 150 kV Zuid Holland	1-10
				Station Krimpen a/d IJssel 150 kV	0,01-0,1
				Veroudering motoraangedreven scheiders en aarders 110-150 kV	1-10
				Veroudering luchtaangedreven scheiders en aarders 150 kV	1-10
				Functioneren railbeveiliging	1-10
				Kwaliteit meettransformatoren populatie 2020	1-10
				Kwaliteit meettransformatoren populatie 2021	1-10
002.617	Einde levensduur handbediende Hapam SSBII scheider-aarders 110kV	2022	Realisatie	Regio Noord, kortsluitvastheid scheider en aarder	0,1-1
				Veroudering handbediende scheider-aarders 110 kV	1-10
002.637	Groningen Hunze - Bloemsingel 110 kV, mitigatie risico UGD uitloper Groningen	2023	Realisatie	Dubbele fout uitloper Groningen Hunze - Bloemsingel	10-100
002.772	Bouwkundige aanpassingen 380 220 kV	2026	Realisatie	Veroudering civiele inrichting diverse stations	1-10
002.773	Bouwkundige aanpassingen 150 110 kV	2026	Realisatie	Veroudering civiele inrichting diverse stations	1-10
002.783	Vervangen meetinrichtingen	2023	Realisatie	Kwaliteit meetsystemen	1-10
002.860	Vervangen beveiligingen 220/380 kV	2023	Realisatie	Problemen faciliteren telecombehoefte voor beveiliging	1-10
				Veroudering beveiliging TenneT 380/220 kV	0,1-1
002.878	DIM380, verv. 380 kV verm.TR	2023	Realisatie	Veroudering zes stuks vermogenstransformatoren	10-100
				Veroudering compensatiespoelen 380 kV	0,1-1
002.879	DOD380, verv. 380 kV verm.TR	2026	Realisatie	Veroudering zes stuks vermogenstransformatoren	10-100
			Realisatie	Veroudering compensatiespoelen 380 kV	0,1-1
002.895	DIM OTL DTC 150kV vervangen scheiders aarders	2023	Realisatie	Station Doetinchem 150 kV	0,01-0,1
				Veroudering motoraangedreven scheiders en aarders 110-150 kV	1-10
003.428	Meeden 110 kV Replacement of 2 CT's	2023	Realisatie	Meeden-Winschoten 110 kV	1-10
002.683	Einde levensduur oliegebluste of pneumatisch gedreven VS'n 220 kV	2023	Realisatie	Veroudering oliegebluste vermogensschakelaars	1-10
002.732	Velsen 150 kV, vervangen GIS-installatie	2023	Realisatie	Veroudering secundaire installaties prioriteit 2	10-100
				Vertraagde afschakeling	10-100
				Velsen 150 kV, veroudering GIS installatie	10-100
002.763	Zeyerveen 220 kV vervangen transformator TR202	2024	Realisatie	Zeyerveen en Louwsmeer 220 kV, veroudering vermogenstransformator	1-10
				Zeyerveen 220 kV - Zeyerveen 110 kV, transformatoren	0,01-0,1

003.154	Replacement Pfiffner EOF EJOF at 110 kV substations	2024	Realisatie	Kwaliteit Pfiffner instrumentatietransformatoren	0,1-1
003.181	Vervangen Meetinrichting Area Noord	2024	Realisatie	Kwaliteit meetsystemen	1-10
002.751	Vervanging 380 kV VS'n Siemens 3AS4	2026	Realisatie	Veroudering vermogensschakelaars deelpopulatie 220/380 kV	0,1-1
000.183	Cst4, vervanging transformator TR403	2026	Realisatie	Crayestein 380 kV, veroudering transformator	1-10
003.182	Vervangen Meetinrichtingen Area Zuid	2026	Realisatie	Kwaliteit meetsystemen	1-10
000.036	GT380, verv. TR401+TR402	2027	Realisatie	Geertruidenberg 380 kV, veroudering transformator	1-10
				Veroudering besturing 220/380 kV	1-10
				Veroudering scheiders en aarders 220-380 kV	0,1-1
				Veroudering steekaarders 380 kV	0,1-1
				Geertruidenberg 380/150 kV-transformatoren	100-1000
				Verouderde overspanningsafleiders 380/220 kV	1-10
002.870	Vervangen 110 kV HGLB110	2025	Basisontwerp	Veroudering meettransformatoren	10-100
				Veroudering secundaire installaties prioriteit 4	1-10
				Station Hengelo Boldershoek 110 kV	0,01-0,1
				Hengelo Boldershoek110 kV, veroudering railsysteem	1-10
002.877	EHV 380 kV, verv. 2 380 kV verm.TR	2025	Basisontwerp	Veroudering zes stuks vermogenstransformatoren	10-100
				Station Eindhoven Oost 150 kV	0,1-1
				Station Eindhoven Noord 150 kV	0,1-1
				Station Eindhoven Oost 150 kV	0,01-0,1
002.764	KIJ 380 kV, vervangen vermogenstransformator TR403 Krimpen	2026	Basisontwerp	Krimpen Krimpen a/d IJssel 380 kV, veroudering vermogenstransformator	1-10
				Veroudering compensatiespoelen 380 kV	0,1-1
003.381	DOD-RK 150 KV Replacement of UGD cables	2024	Basisontwerp	Kattenberg - Renkum - Dodewaarde 150 kV, veroudering kabels	0,1-1
002.785	Vervangen telecommunicatiesystemen 380 kV Giganet	2027-2029	Basisontwerp	Onvoldoende bandbreedte datacommunicatie	10-100
				Veroudering telecommunicatie	10-100
002.852	Vervangen 150 kV installatie Hoogte Kadijk	2025	Basisontwerp	Veroudering meettransformatoren	10-100
				Veroudering secundaire installaties prioriteit 4	1-10
				Veroudering luchtaangedreven scheiders en aarders 150 kV	1-10
				Veroudering oliegebluste vermogensschakelaars	1-10
				Hoogte Kadijk 150 kV, veroudering railbeveiliging	1-10
				Station Amsterdam Hoogte Kadijk 150 kV	0,1-1
				Veroudering meettransformatoren populatie 2017	1-10
003.016	Communicatie PQ-meters	2025	Studie	Uitval PQ-meters	10-100
002.917	Aanvaarbeveiliging 3 masten in Ketelmeer	2027-2029	Studie	Kwaliteit markering hoogspanningsmasten Ketelmeer	0,1-1
003.403	KBG-RK and KBG-DOD 150 KV Replacement of UGD cables	2028-2030	Studie	Kattenberg - Renkum - Dodewaarde 150 kV, veroudering kabels	0,1-1
002.930	Hemweg 150 kV, vervangen station	2027-2029	Studie	Veroudering luchtdrukinstallatie	0,1-1
				Veroudering vermogensschakelaars Delle PK2B ketel 1 uitvoering	1-10
				Veroudering secundaire installaties prioriteit 4	1-10
				Veroudering overspanningsafleiders	0,1-1
				Veroudering luchtaangedreven scheiders en aarders 150 kV	1-10
				Diemen en Hemweg, veroudering gelijkstroombinrichting	0,1-1
				Station Amsterdam Hemweg 150 kV	0,01-0,1
003.269	Noord Klapprozenweg 150 kV, vervangen station	2029-2031	Studie	Klapprozenweg, kwaliteit pantograafscheiders	0,1-1
				Station Amsterdam Noord Klapprozenweg 150 kV	0,1-1
002.787	Vervangen verouderde OSA's 220/380 kV	>2031	Studie	Veroudering overspanningsafleiders	0,1-1
				Verouderde overspanningsafleiders 380/220 kV	1-10
002.857	Vervang doorvoeringen verm.TR	>2031	Studie	Veroudering transformatordoorvoeringen 220/380 kV	1-10

## 7.5 Afgeronde vervangingen in 2020 en 2021

In tabel 7.2 zijn de vervangingen opgenomen die in 2020 en 2021 zijn afgerond.

Tabel 7.2

Afgeronde vervangingsinvesteringen in 2020 en 2021
Vervanging luchtaangedreven 150 kV-componenten op meerdere stations
Lange termijn vervanging instrumentatie transformatoren 150 kV Stedin
Rt-Waalhaven - Centrum - Marconistraat 150 kV, mitigatie risico UGD uitloper Rotterdam
LTVIT ESP Reddyn 150 kV
Louwsmeer einde levensduur oliegebluste schakelaars & pneumatisch aangedreven schakelaars 110 kV Reddyn
LTVIT REZ 150 kV
Rijswijk 150 kV, vervangen GIS-installatie
's Hertogenbosch Noord 150 kV + Haps 150 kV, vervangen scheiders, aarders en schakelaar
Vervangen pneumatische Trisep 110 kV in 3 stations
Vervangen aardssystemen station MP110 en AMLM110
Vervangen verouderde compensatiespoelen 380 kV
Zeeland 150 kV, railbeveiliging vervangen 3 stations (Goes de Poel/Westerdorpe/Terneuzen)



# 8

## Functionaliteits- uitbreidingen

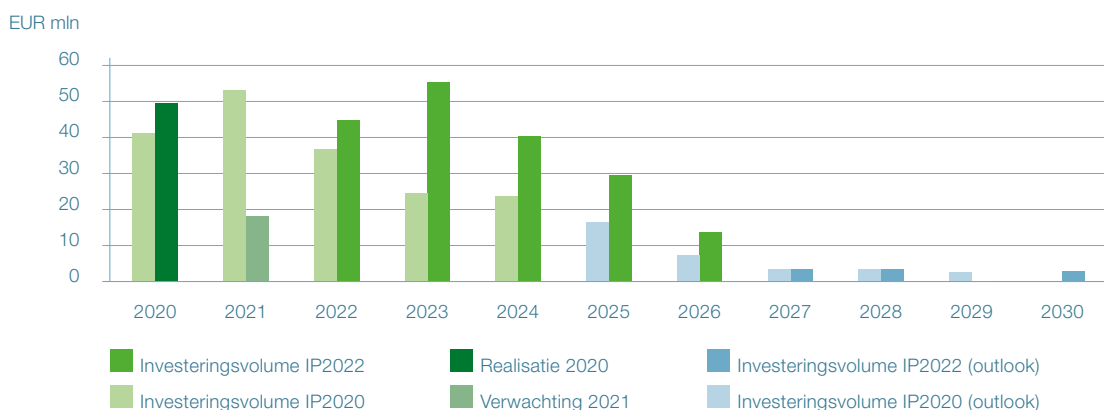




## 8.1 Overzicht en samenvatting

Uitbreidingen van functionaliteit waarborgen de veiligheid en betrouwbaarheid van de netten, maar voegen geen capaciteit toe. Voorbeelden van functionaliteitsuitbreidingen zijn extra beveiliging van infrastructuur, het toevoegen van meetinstrumentarium en het aanleggen van infrastructuur voor telecommunicatie. Een deel van deze investeringen is risicogedreven. Figuur 8.1 geeft het volume weer van de in dit hoofdstuk beschreven investeringen die betrekking hebben op functionaliteitsuitbreidingen.

Figuur 8.1: Investeringsvolume voor functionaliteitsuitbreidingen



In paragraaf 8.2 staan de projecten om de infrastructuur van TenneT te beschermen voor invloeden van buitenaf en in paragraaf 8.3 het programma Comptabel meten. In paragraaf 8.4 staan de overige functionaliteitsuitbreidingen vermeld.

## 8.2 Bescherming tegen invloeden van buitenaf

De infrastructuur van TenneT staat bloot aan invloeden van buitenaf die het primaire proces van TenneT negatief kunnen beïnvloeden. Artikel 16, eerste lid, onderdeel q van de Elektriciteitswet geeft TenneT de wettelijke taak haar infrastructuur te beschermen. In tabel 8.1 zijn de hiervoor benodigde investeringen opgenomen.

Tabel 8.1

Investeringsprojecten ter bescherming van invloeden van buitenaf					
Projectnr.	Projectnaam	IBN	Fase	Risico	Risicocategorie
002.412	TenSec 2 Fysieke bescherming stations	2022	Realisatie	Diefstal en vernieling	10-100
002.771	TenSec 2.0 fase 2 HS stations	2025	Basisontwerp		
003.151	TEASEc 220/380kV Area North	2022	Realisatie		
003.152	TEASEc 220/380kV Area South	2022	Realisatie		
003.153	TEASEc 220/380kV Area West	2024	Realisatie		
003.146	TEASEc 110/150kV Area ESP	2023	Realisatie		
003.147	TEASEc 110/150kV Area Noord	2022	Realisatie		
003.148	TEASEc 110/150kV Area South	2023	Realisatie		
003.149	TEASEc 110/150kV Area West	2024	Realisatie		
002.778	TEASEc TenneT B stations 150/110 kV	2023	Realisatie		
002.662	TenTer deel A ballistisch beschermen trafo's A-locaties	2027-2029	Basisontwerp	Diefstal en vernieling	0,1-1
002.814	TenTer deel B met 18 aparte deelprojecten	2027-2029	Studie		
002.325	Strategische herstelcapaciteit	2023	Realisatie		

### 8.3 Programma Comptabel meten

De Meetcode schrijft voor dat de uitwisseling van elektriciteit op de grenzen van het net van TenneT comptabel dient te worden gemeten vanaf 2030. Op de aansluitingen van regionale netbeheerders en grensovergangen zijn echter vaak geen comptabele metingen aanwezig of zijn de meetsystemen verouderd. Wanneer TenneT vervangingsonderhoud doet via het programma Stationsvervanging of programma Primair, worden deze stations ook comptabel gemaakt. Voor de stations die niet vóór 2030 via deze programma's aan de beurt komen, heeft TenneT het programma Comptabel meten opgestart. Vooralsnog is geen nieuw project aan het programma toegevoegd door andere prioritering. Dit vergroot de kans dat een aantal stations niet vóór 2030 comptabel is gemaakt.

Tabel 8.2

#### Afgeronde functionaliteitsuitbreidingen in 2020 en 2021

Dordrecht Merwedehaven 150 kV TR01+TR02

### 8.4 Overige functionaliteitsuitbreidingen

In tabel 8.3 is een overzicht weergegeven van de overige functionaliteitsuitbreidingen.

Tabel 8.3

Overige functionaliteitsuitbreidingen					
Projectnr.	Projectnaam	IBN	Fase	Risico	Risicocategorie
002.799	Eemshaven 380 kV nieuw filterstation	2022	Realisatie	Harmonische resonantie	1-10
003.098	Emergency and restoration 24h power autonomy	2030-2032	Studie	Uitval eigen bedrijf	1-10
002.959	Energiebesparende maatregelen op 2 HS-stations	2028-2030	Realisatie		
002.960	Energiebesparende maatregelen op 8 EHS-stations	2028-2030	Realisatie		
003.030	Inspectierobot Wintrack 380kV	2022	Realisatie		
003.042	Fysiek kenniscentrum	2023	Realisatie		
003.087	Phasor Measurement Unit (PMU) Installation	2029-2031	Realisatie		

TenneT streeft naar het vergroten van de waarneembaarheid van de stabiliteit van het netwerk door op verschillende locaties Phasor Measurement Units (PMU) te installeren bij gelegenheid van onderhoud of vervanging. Omdat installatie van een PMU kan worden gecombineerd met primaire vervangingen, zal de PMU-installatie binnenkort worden toegevoegd aan de scope van het primaire vervangingsprogramma.



# 9

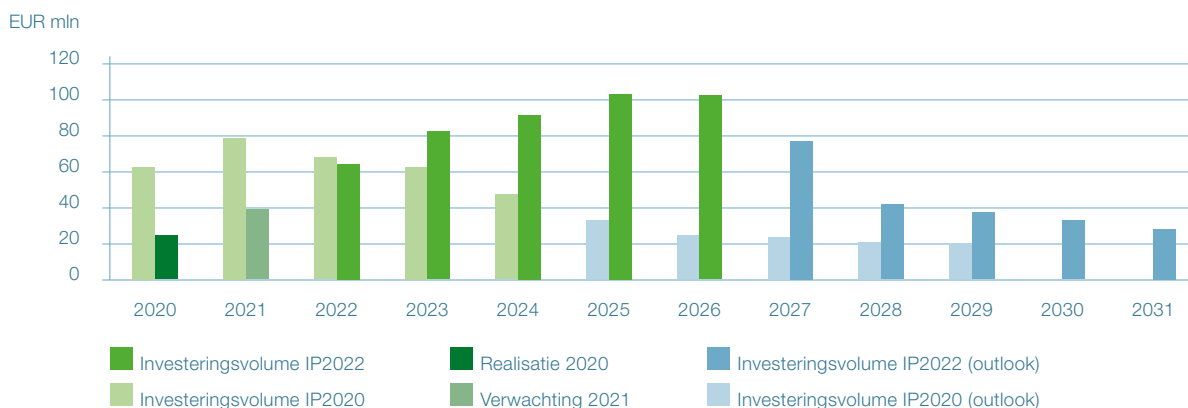
## Klantaansluitingen en reconstructies



## 9.1 Overzicht en samenvatting

Klantaansluitingen en reconstructies zijn projecten op verzoek van derden. Deze projecten zijn niet risico-gedreven, maar volgen o.a. uit de wettelijke aansluitplicht van TenneT. Nut en noodzaak voor deze investeringen liggen hiermee meestal vast. Een bijzonder type klantaansluitingen zijn de koppelingen met netten van de regionale netbeheerders. Figuur 9.1 geeft het volume weer van de in dit hoofdstuk beschreven investeringen die betrekking hebben op klantaansluitingen en reconstructies.

Figuur 9.1: Investeringsvolume voor klantaansluitingen en reconstructies



Paragrafen 9.2 en 9.3 geven meer detail over klantaansluitingen en de koppelingen met netten van regionale netbeheerders. Paragraaf 9.4 gaat dieper in op reconstructies.

## 9.2 Klantaansluitingen

Een klantaansluiting is een aansluiting van een grote producent of afnemer op het net van TenneT. Het gaat daarbij om de aansluiting op één of meer velden van een station en eventueel ook om de verbinding van de klantlocatie naar het station. Investeringsprojecten met betrekking tot klantaansluitingen worden geïnitieerd door verzoeken van klanten aan TenneT. Hierbij moet worden opgemerkt dat niet ieder verzoek leidt tot een realisatie-opdracht.

Tabel 9.1 geeft een overzicht van zowel de klantaansluitingen die in het IP2020 waren voorzien als van de nieuwe verzoeken voor klantaansluitingen. De aantallen in de tabel zijn gebaseerd op de situatie van 1 september 2021, toen het portfolio voor IP2022 bevroren werd. Door de marktontwikkelingen sindsdien zijn de aantallen significant gestegen. In het volgende IP (2024) wordt dit verder uitgewerkt.

Tabel 9.1

Bestaande en nieuwe verzoeken tot klantaansluitingen				
Aantal	Situatie t.o.v. IP2020	Lopend	Afgerond	Stopgezet
19	Bestaand	12	6	1
15	Nieuw	13	1	1



### 9.3 Koppelingen met netten van regionale netbeheerders

De regionale netbeheerders beheren de transformatoren die zorgen voor de transformatie van 150 kV en 110 kV naar lagere spanningsniveaus (10 kV tot 50 kV). Om nieuwe transformatoren te koppelen met het net van TenneT of ter aanpassing van bestaande koppelingen, zijn uitbreidingen in de netten van TenneT nodig. Deze uitbreidingen zijn op verzoek van de regionale netbeheerder en zijn opgenomen in tabel 9.2. In tabel 9.3 zijn de koppelingen met regionale netten opgenomen die in 2020 en 2021 zijn afgerond.

Tabel 9.2

Uitbreidingsinvesteringen ten behoeve van koppelingen met netten van regionale netbeheerders			
Projectnr.	Uitbreidingsinvesteringen t.b.v. RNB's	IBN	Fase
<b>Koppelingen met regionale netbeheerder Liander</b>			
002.882	Bijlmer Noord, uitbr. 150kV TR veld	2022	Realisatie
003.174	Drachten 110 kV, aanpassen velden Liander	2022	Realisatie
002.932	Nieuwe Meer 150kV uitbreiding met 1 trafoveld tbv Liander	2022	Realisatie
002.922	Emmeloord-Zuidervaart 110kV, 2 velden tbv Liander	2022	Realisatie
002.958	Zaltbommel 150kV,1 trafoveld, 2 klantvelden tbv Liander	2023	Realisatie
002.811	Diemen 150kV 2 klantvelden + Opstijgpunt IJburg	2023	Realisatie
002.941	Oosterhout 150kV 3 klantvelden	2023	Realisatie
003.125	Oudehaske 110kV, vervangen transformatorcabels t.b.v. Liander	2023	Realisatie
003.161	Zutphen 150kV, uitbreiding 2x 80MVA tbv Liander	2023	Realisatie
003.156	Lemmer 110kV (LMR110kV), nieuw veld en verzwaring Liander	2023	Realisatie
003.162	Uitbreiding 2x 150kV trafovelden Tiel	2023	Realisatie
002.938	Vijfhuizen 150kV uitbr met 2 trafovelden tbv Liander	2024	Realisatie
003.105	Borculo 150kV, ombouw tweede trafoveld en kabel naar 150/20kV trafo voor Liander	2023	Basisontwerp
003.172	Bergum 110 kV, aanpassing TF-veld kosten Liander	2023	Basisontwerp
003.122	Eibergen 110kV, verandering RNB aansluiting Liander	2023	Basisontwerp
003.177	Lochem 150kV uitbreiding Liander 2 transformatoren achter bestaande velden	2024	Basisontwerp
003.048	Klantaansluiting Liander op Bolsward 110kV (2 velden)	2024	Basisontwerp
003.225	Oudehaske 110kV, nieuw veld tbv Liander	2024	Basisontwerp
003.275	Venserweg 150kV, vervangen HS/MS-transformatoren door Liander	2025	Basisontwerp
002.700	Klantaansluiting Liander 150kV Rijsenhout	2025	Basisontwerp
002.946	Zuidplaspolder 150kV, 3 velden Liander	2025	Basisontwerp
002.963	Oostzaan 150kV uitbr 2 klantvelden tbv Liander	2025	Basisontwerp
003.220	Liander Doetinchem 150kV Uitbreiding 1 veld	2025	Basisontwerp
003.227	Liander Wijdewormer 150kV Uitbreiding 1 trafoveld	2025	Basisontwerp
003.093	Nieuwe Meer 150kV, uitbreiden met drie trafovelden voor Liander	2026	Studie
003.189	Zeeburgereiland 150kV uitbreiding met 2 trafo velden tbv Liander	2026	Studie
003.253	150kV-station Zeeburgereiland, uitbreiden met drie 150kV-velden tbv Liander (Rhijnspoor)	2026	Studie
003.305	150kV-station Nieuwe Meer 2, uitbreiding met drie 150kV-velden tbv Liander (Schipluidenlaan)	2026	Studie
003.422	Bergum 110 kV, verzwaren veld Liander en verkenning 5e trafo-veld	2027	Studie
003.027	Amstelveen 150kV, uitbr. met 3 velden tbv Liander	2027-2029	Studie
003.221	150kV-station Basisweg, uitbreiding met drie 150kV-velden tbv Liander	2027-2029	Studie
003.245	150kV-station Havenstad, uitbreiding met drie 150kV-velden tbv Liander	2027-2029	Studie
003.221	150kV-station Basisweg, uitbreiding met drie 150kV-velden tbv Liander	2027-2029	Studie
003.248	150kV-station Hemweg, uitbreiding met vier 150kV-velden tbv Liander	2027-2029	Studie
003.250	150kV-station Buikslootmeer, uitbreiding met drie 150kV-velden tbv Liander	2027-2029	Studie

003.312	Bijlmer Oost 1 150kV, uitbreiden met drie 150kV-velden tbv Liander	2027-2029	Studie
003.243	150kV-station Noord Klaprozenweg, uitbreiding met drie 150kV-velden tbv Liander	2028-2030	Studie
003.241	150kV-station Bijlmer Oost 2, uitbreiding met drie 150kV-velden tbv Liander (Bijlmer Oost 2)	2029-2031	Studie
003.252	150kV-station Westpoort, uitbreiding met drie 150kV-velden tbv Liander	2029-2031	Studie
003.254	150kV-station Watergraafsmeer, uitbreiding met één 150kV-veld tbv Liander (Watergraafsmeer)	2030-2032	Studie
<b>Koppelingen met regionale netbeheerder Enexis</b>			
002.627	Klantaansluiting Enexis op Eemshaven Midden 110kV (5 velden)	2022	Realisatie
002.996	Geertruidenberg 150kV, uitbreiding met één transformatorveld t.b.v. Enexis	2022	Realisatie
002.880	Waalwijk 150kV, uitbreiding met één transformatorveld t.b.v. Enexis	2023	Realisatie
003.229	Vollenhove 110kV veldverzwaring Enexis	2023	Realisatie
003.263	Steenwijk 110 kV, Bay upgrade Enexis	2023	Realisatie
003.264	Tubbergen 110 kV, Bay upgrade Enexis	2023	Realisatie
003.383	Almelo Mosterdpot 110 kV, Bay upgrade Enexis	2023	Realisatie
003.384	Stadskanaal 110kV, Bay upgrade Enexis	2023	Realisatie
003.385	MSKZ110, Bay upgrade Enexis	2023	Realisatie
003.388	Winschoten 110 kV, Bay upgrade Enexis	2023	Realisatie
003.389	Coevorden 110kV, veldaanpassingen Enexis	2023	Realisatie
003.266	Vroomshoop 110 kV, Bay upgrade Enexis	2023	Realisatie
003.267	Olst 110 kV, Bay upgrade Enexis	2023	Realisatie
003.304	Losser 110 kV, plaatsen OSA's en bliksempiek tbv Enexis	2023	Realisatie
003.450	Kropswolde 110 kV, plaatsen OSA's en CT's tbv Enexis	2023	Realisatie
003.265	Kampen 110kV, E-House trafowisseling Enexis	2024	Realisatie
003.268	Goor 110 kV, Bay upgrade Enexis	2024	Realisatie
003.103	Losser 110kV, aanpassen Trisep installatie t.b.v. Enexis	2022	Basisontwerp
002.949	Meeden 220kV, 2 transformatoren en velden tbv Enexis	2022	Basisontwerp
003.083	Venray 150 kV, uitbreiding een veld voor Enexis	2023	Basisontwerp
003.010	Vierverlaten 110kV, 3 velden tbv Enexis	2023	Basisontwerp
002.975	Zeyerveen 110kV 3 velden t.b.v. Enexis	2025	Basisontwerp
003.071	Klantaansluiting Enexis op Venray (2 velden en 2 kabelcircuits)	2026	Basisontwerp
003.130	Limmel 150kV, uitbreiding met 2 transformatorvelden tbv Enexis	2024	Studie
003.277	Hapert 150kV, uitbreiding met twee 150kV-transformatorvelden in vork t.b.v. Enexis	2024	Studie
002.709	Meerstad 110 kV, 5 new bays for Enexis	2027	Studie
002.945	Gasselte Kraanlanden 110 kV, 2 velden tbv Enexis		On Hold
002.982	Musselkanaal Zandberg 110kV, 2 velden tbv Enexis		On Hold
002.969	Nieuw 110kV-station nabij Stadskanaal, 5 velden tbv Enexis		Vervallen
<b>Koppelingen met regionale netbeheerder Stedin</b>			
002.708	Theemsweg 150kV, aansluiting twee transformatoren op steel t.b.v. Stedin	2024	Basisontwerp
002.947	Zuidplaspolder 150kV, 2 velden Stedin	2025	Basisontwerp
003.064	Oudenrijn, 150kV-station (klantvelden)	2025	Studie
<b>Koppelingen met regionale netbeheerder Enduris</b>			
003.018	Terneuzen 150kV, uitbreiding met twee 150kV-velden voor Enduris (Hessels)	2023	Realisatie
003.280	Vlissingen Oost, twee 150kV velden Enduris	2023	Studie
003.013	150kV-station Bergen op Zoom Noord (Kijkuit), twee 150kV-velden tbv Enduris (Tholen)	2027	Studie
003.196	Oosterland 150kV, drie 150kV-velden tbv Enduris (Schouwen-Duiveland)	2027	Studie



Tabel 9.3

Afgeronde koppelingen met netten van regionale netbeheerders in 2020 en 2021
110 kV Wolvega, verzwaring twee velden tbv Liander
Watergraafsmeer, uitbreiding met 150 kV trafoveld tbv Liander
Borculo 150 kV, ombouw trafoveld en kabel naar 150/20 kV trafo tbv Liander
Oosterwolde 110 kV, uitbreiding met 2 velden tbv Liander
110 kV Gasselte Kraanlanden, verzwaring 2 veld GIS tbv Enexis
Weiwerd 220 kV, uitbreiding met drie trafovelden incl. trafo's 220/20 kV tbv Enexis
Meeden 220, aansluiting transformator 220-20 kV tbv Enexis
Aarle-Rixtel 150 kV, uitbreiding met één transformatorveld tbv Enexis
Helden 150 kV, uitbreiding met één transformatorveld tbv Enexis
Roosendaal 150 kV, uitbreiding trafoveld tbv Enexis
Middelharnis 150 kV, twee extra trafovelden tbv Stedin

## 9.4 Reconstructies

Een reconstructie is een project waarbij op verzoek van derden, meestal gemeenten, provincies of andere infrastructuurbeheerders, aanpassingen worden doorgevoerd aan de infrastructuur van TenneT. Voorbeelden zijn het verkabelen van hoogspanningslijnen, het verleggen van verbindingen of het verhogen van masten. Tabel 9.4 geeft een overzicht van de voorgenomen reconstructies, waarvan een aantal als stelpost in het portfolio van TenneT is opgenomen.

Tabel 9.4

Voorgenomen reconstructies			
Projectnr.	Projectnaam	IBN	Fase
002.926	Verkabeling 150kV lijn Utrecht Lage Weide – Ouderijn mast 8 tm 11 (plangebied Rijnvliet Utrecht)	2022	Realisatie
002.952	Verkabeling Veendaal	2024	Realisatie
002.964	Breda, Verkabeling 150 kV lijnen	2025	Realisatie
002.998	Reconstructie 110kV-verbinding Raalte	2025	Realisatie
002.981	Verleggen 150kV verbinding Utrecht Lage Weide – Soest	2024	Basisontwerp
003.128	Verkabeling 150kV lijn Leiden-Oegstgeest	2025	Basisontwerp
002.854	Deelverkabeling GTB-WW-HT 150KV	2025	Basisontwerp
003.129	Verkabeling van de 110kV HS-lijn in woonkern 's Heerenbroek	2026	Basisontwerp
003.159	Verkabeling van 150kV lijndelen Peel en Maas	2026	Basisontwerp
003.141	Verkabeling van 150kV-lijndelen bevolkingskern Nieuwegein	2027	Basisontwerp
003.187	Verkabelen 110kV lijndelen bevolkingskern Almelo	2027	Basisontwerp
003.256	Reconstructie 150kV A4 Haaglanden - N14	2024	Studie
003.431	Verkabelen 150kV Apeldoorn	2027-2029	Studie
300.200	Reconstructies 110/150/220/380 kV (stelpost)	>2031	Realisatie
300.204	Reconstructies Telecom (stelpost)	>2031	Realisatie
002.612	Programma Verkabeling (stelpost)	>2031	Studie

In tabel 9.5 zijn de reconstructies opgenomen die in 2020 en 2021 zijn afgerond.

Tabel 9.5

Afgeronde reconstructies in 2020 en 2021
Reconstructie 150 kV-verbinding Almere Pampus-'s Graveland



## Overzicht wijzigingen ten opzichte van ontwerp investeringsplan d.d. 1 januari 2022

Hieronder staat een overzicht van de majeure wijzigingen ten opzichte van het Ontwerp investeringsplan Net op land 2022 - 2031 d.d. 1 januari 2022.

### Voorwoord

De tekst is enigszins aangepast.

### Paragraaf 1.7

De tekst is uitgebreid.

### Paragraaf 2.2

Totaaloverzicht assetrisicopositie is aangepast.

### Paragraaf 3.6

Verwachtingswaarde methodiek is losgelaten. De tekst is aangevuld met informatie over assetrisico's.

### Paragraaf 3.7

De tekst is uitgebreid met nadere informatie over de huidige prioritering van het portfolio.

### Paragraaf 5.4

Overzicht van relatie MIEK-projecten en IP2022 is uitgebreid.

### Paragraaf 5.5

Een extra paragraaf is opgenomen met een toelichting op het Actieplan van het Ministerie van EZK en de relatie tot de projecten in dit IP2022.

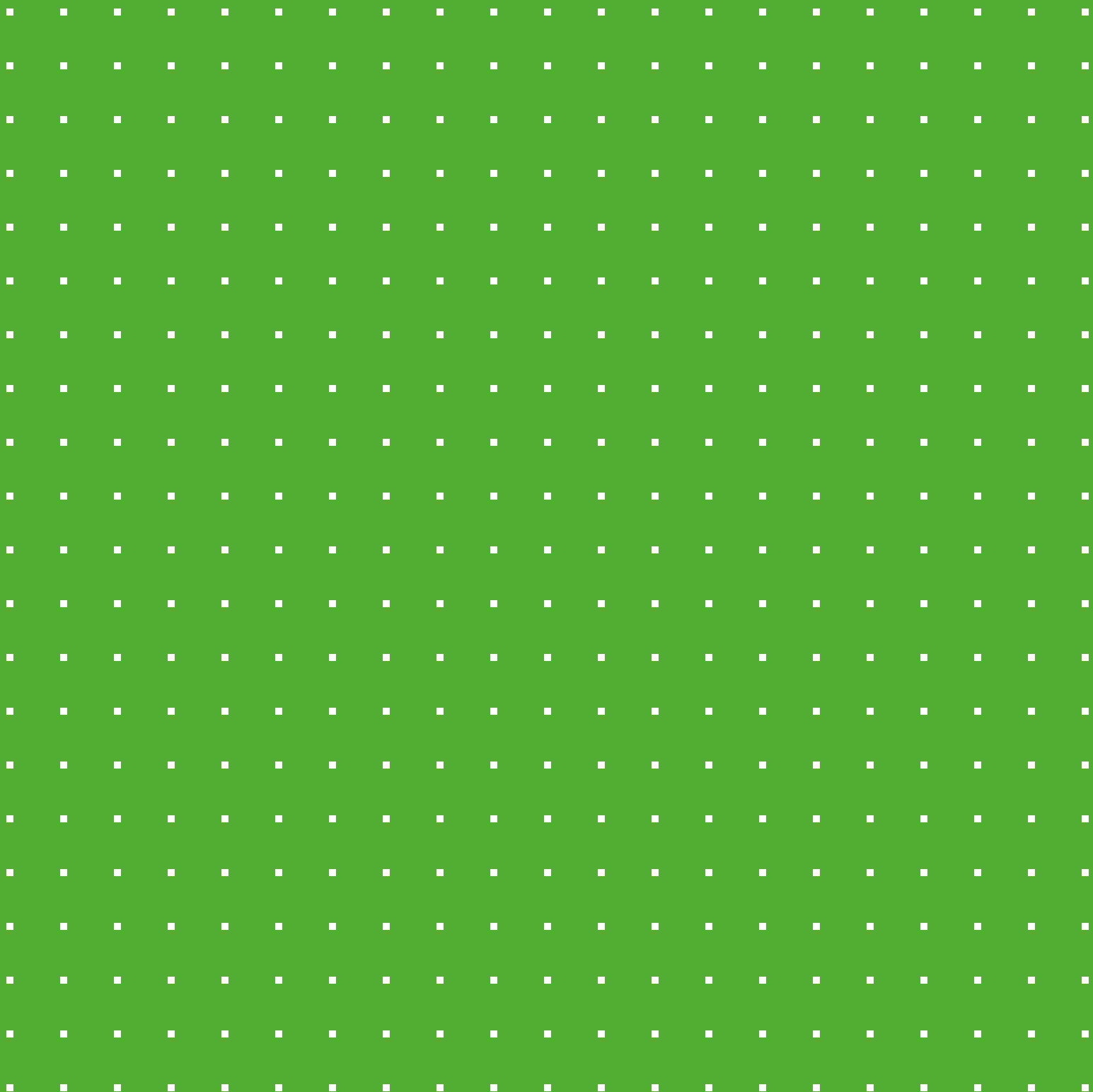
### Hoofdstuk 5, 6, 7, 8 en 9

Uitkomsten van de herprioritering hebben geleid tot gewijzigde IBN's die zijn verwerkt in de tabellen in de hoofdstukken 5 tot en met 9.

### Bijlage Assetrisicoregister TenneT

Als bijlage is het Assetrisicoregister TenneT toegevoegd, dat een overzicht geeft van de knelpunten met mitigerende maatregelen.

# Bijlage



## Assetrisicoregister TenneT

Titel					
Risico ID	Risico titel	Datum actueel	Risico-niveau	Knelpunt type	Maatregelen
178	Zeeland, schade door niet kunnen afvoeren van productie	2011	High	Capaciteit	000.135; 000.145; 002.630
180	Noord Nederland, schade door niet kunnen afvoeren van productie	2015	Very High	Capaciteit	000.144
278	Diemen 380, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 railcriterium	2008	Low	Capaciteit	000.007; 000.107; 000.190; 002.046; 002.079; 002.080; 002.081; 002.533; 003.169
284	Maasbracht 380 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2011	Low	Capaciteit	002.495; 000.028
327	HGLW-ODZ110, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2022	Low	Capaciteit	002.518
472	Maasbracht 380, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 railcriterium	2008	Low	Capaciteit	002.495; 003.068; 003.069; 002.599; 003.179; 000.028
598	Velsen, letsel, uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2009	Low	Capaciteit	Operationeel opgelost
641	Letsel, uitval en schade door einde levensduur Merlin Gerin vermogensschakelaars	2014	High	Vervangingen	301.000; 301.400; 301.800; 301.618; 003.046; 003.108
645	Klaprozenweg, uitval en schade door niet afdoende werking pantograafscheiders	2009	Medium	Vervangingen	003.269; 003.109
652	Uitval en schade door gebrekkige mastfundatie	2009	High	Vervangingen	Maatregel in onderhoudsproces
674	Kortsluitvastheid scheider en aarder	2010	Medium	Vervangingen	002.617
716	Letsel, uitval en schade door diefstal en vernieling	2011	Very High	Functionaliteit	002.771; 002.778; 002.412; 003.146; 003.147; 003.148; 003.149; 003.151; 003.152; 003.153
724	TBN-BXT-BT150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2020	High	Capaciteit	003.082; 003.072; 002.678; 002.032; 002.599; 003.167
726	Doetinchem 150 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2020	Low	Capaciteit	002.679; 002.895
728	HCL-RT110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	Low	Capaciteit	002.987
730	NVD-RT110, uitval en schade door niet voldoen aan n-0 criterium	2022	Critical	Capaciteit	002.987
732	Dodewaard 150 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2009	Low	Capaciteit	002.499
745	AMLN-NVD110, uitval en schade door niet voldoen aan n-0 criterium	2022	Critical	Capaciteit	002.991; 003.299
755	Veroudering luchtdrukinstallatie	2012	Medium	Vervangingen	003.007; 002.930
759	Schade door niet comptabel kunnen meten RNB onderstations	2010	Medium	Functionaliteit	301.402; 002.950; 003.006; 003.007; 003.008; 003.009; 003.015; 003.019; 003.044; 003.045; 003.046; 003.047; 003.107; 301.800
764	Veroudering zes stuks vermogenstransformatoren	2015	Very High	Vervangingen	000.028; 002.879; 002.878; 002.877
770	Uitval en schade door terroristische aanslagen	2010	Medium	Functionaliteit	002.662; 002.814
784	Letsel door vallende trillingsdempers	2010	Low	Vervangingen	Maatregel in onderhoudsproces
819	Veroudering vermogenstransformator Geertruidenberg	2010	High	Vervangingen	000.036
820	Veroudering vermogenstransformator Crayestein	2010	High	Vervangingen	000.183
838	Veroudering besturing 220/380 kV	2011	High	Vervangingen	003.145; 002.581; 000.144; 000.036; 002.495; 003.144; 000.028
839	Veroudering secundaire installatie stations 150 kV Zuid Holland	2011	High	Vervangingen	002.492; 000.075; 002.733; 000.072; 000.074; 000.071
841	Eemshaven, uitval door falen vermogensschakelaar, veldbeveiliging in de tak of railbeveiliging	2014	High	Vervangingen	301.000

Tabel loopt door op volgende pagina



845	Veroudering meettransformatoren	2011	Very High	Vervangingen	002.595; 000.028; 002.870; 002.834; 002.693; 002.679; 002.695; 002.694; 002.690; 002.923; 301.400; 301.800; 301.718; 002.852; 002.869; 002.495
846	WDT-RSB-RSD150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2020	Low	Capaciteit	003.073; 002.678; 002.599; 003.074; 003.004; 003.165
855	Veroudering vermogensschakelaars Delle PK2B ketel 1 uitvoering	2012	High	Vervangingen	002.718; 003.007; 002.930
858	Krimpen - Geertruidenberg, schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2010	Low	Capaciteit	002.589
867	DIM-WYW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2020	High	Capaciteit	002.654; 003.017
868	Haarlemmermeer - Vijfhuizen, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW criterium	2022	Medium	Capaciteit	002.081; 002.699; 000.007
869	OTL-WYW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Very High	Capaciteit	002.654; 003.017
870	OTL-VLN150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2020	Very High	Capaciteit	002.654; 003.017
890	ENS-ZL380, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2020	High	Capaciteit	002.515
891	EHV-GT 380kV, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-1 criterium	2025	Medium	Capaciteit	002.570
904	Letsel, schade en uitval door einde levensduur Merlin Gerin luchtgebluste vermogensschakelaars	2012	Medium	Vervangingen	003.007
906	Veroudering secundaire installaties prioriteit 1	2012	High	Vervangingen	002.545; 002.033
907	Veroudering secundaire installaties prioriteit 2	2012	Very High	Vervangingen	002.732; 002.565; 003.142; 002.834; 002.923; 002.760; 002.874; 301.000; 301.500; 301.800; 002.495; 003.046; 003.047; 301.500
908	Veroudering secundaire installaties prioriteit 3	2012	High	Vervangingen	301.500; 301.800; 002.565; 003.142; 003.143
909	Veroudering secundaire installaties prioriteit 4	2012	High	Vervangingen	301.500; 301.800; 002.565; 003.296; 002.834; 002.870; 003.143; 002.852; 002.987; 003.045; 003.046; 003.047; 002.930; 003.297
910	Schade door veroudering secundaire installaties prioriteit 5 en 6	2012	Medium	Vervangingen	301.500; 301.800; 002.565
911	Vertraagde afschakeling	2012	Very High	Vervangingen	002.545; 002.923; 002.495; 002.565; 003.142; 002.834; 002.732; 002.760; 002.874; 002.987; 301.500; 301.800; 003.046; 003.047
912	Krimpen aan den IJssel 380 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2017	Low	Capaciteit	301.404
913	Geertruidenberg 380 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2020	Low	Capaciteit	301.404; 002.544
922	Veroudering secundaire installaties prioriteit 0	2012	High	Vervangingen	002.563; 002.681; 003.143; 002.033; 301.800
923	Borssele - Terneuzen - Westdorpe, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW criterium	2015	Medium	Capaciteit	002.562; 002.599
924	MDK-ZBH-GT150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2020	Medium	Capaciteit	003.073; 002.678; 002.599; 003.165
934	Uitval en schade door ontbreken bliksemendraad als gevolg van diefstal	2011	High	Functionaliteit	301.000; 002.599
941	Veroudering luchtaangedreven scheiders en aarders	2013	High	Vervangingen	003.108; 002.737; 301.400; 003.007
942	Veroudering handbediende scheider-aarders 110 kV	2013	High	Vervangingen	002.617; 002.834; 003.006; 301.400; 301.800; 301.000; 003.047; 003.352; 003.107
945	Dubbele fout UGD uitloper Groningen Hunze - Groningen Bloemsingel	2013	Low	Vervangingen	002.637; 003.258
950	Uitval en schade door slechte conditie O-ringen alle BISEP installaties	2017	High	Vervangingen	002.834; 301.000; 301.400; 003.019; 003.045; 002.100; 003.361
951	Diemen - Lelystad, schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2016	Medium	Capaciteit	002.801
953	Krimpen - Oostzaan - Diemen, schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2017	Medium	Capaciteit	002.559

Tabel loopt door op volgende pagina

954	Lelystad - Ens, schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2017	High	Capaciteit	002.800
955	Maasbracht 380 letsel uitval en schade door overschrijding 1 fase kortsluitvastheid	2030	Medium	Capaciteit	002.495; 000.028
959	EMZ-WMD110, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2022	Medium	Capaciteit	Operationeel opgelost
960	HBG-HGLO110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	Medium	Capaciteit	002.989; 003.298
965	SKN-MSKJ-MSKZ110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	Low	Capaciteit	002.897; 002.967; 002.968; 002.977; 002.993
971	DIM-VW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	002.533; 000.007; 003.169
977	HAPS-BMR-VENR150 W, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2020	Low	Capaciteit	002.657; 002.599
979	LUTT-BORN-MBT150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2020	Low	Capaciteit	002.658; 002.599; 002.914
981	GT-TBW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2020	Low	Capaciteit	003.082; 003.072; 002.678; 002.599
983	AMLT-HGLW110, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2025	Low	Capaciteit	002.991; 003.299
987	Uitval en schade door verouderde secundaire installatie, Utrecht Lage Weide	2014	Medium	Vervangingen	002.545
1021	Groningen, uitval en schade door aardbevingen	2014	Medium	Functionaliteit	Risico geaccepteerd
1022	Tiel, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2014	Medium	Capaciteit	002.702
1033	AMV-BZ150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2020	Low	Capaciteit	002.533; 000.007; 003.169
1034	Veroudering GIS Velsen	2014	Very High	Vervangingen	002.732
1036	Veroudering GIS Rijswijk	2014	Medium	Vervangingen	002.733
1042	Krimpen aan den IJssel 150kV, uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2015	Low	Capaciteit	000.075
1045	Woensdrecht - Bergen op Zoom, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW criterium	2013	Low	Capaciteit	002.793; 002.599; 003.168
1046	Europoort 150 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2015	Low	Capaciteit	002.974
1047	Botlek 150 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2015	Low	Capaciteit	002.909
1049	Letsel, uitval en schade door veroudering bliksemdraad TL-ZBM150	2019	Low	Vervangingen	Maatregel in onderhoudsproces
1052	Letsel, uitval en schade door veroudering lijn TBN-BT150	2015	Medium	Vervangingen	002.032; 002.599; 003.167
1053	Veroudering civiele inrichting diverse stations	2015	High	Vervangingen	002.773; 002.772
1054	Leiden - Sassenheim (LD-SS150), schade door verouderde oliedrukkabel	2015	Low	Vervangingen	Risico geaccepteerd
1055	Dubbele fout Enschede Vechtstraat - Enschede Wesselerbrink	2015	Medium	Vervangingen	002.769
1056	GNA-HGL380; ESDM-HGLO110; ESDW-HGLO110 Letsel, Uitval en schade door onvoldoende fundatie mast	2031	Medium	Vervangingen	Risico geaccepteerd
1057	Veroudering vermogenstransformator Krimpen	2015	High	Vervangingen	002.764
1058	Veroudering vermogenstransformator Zeyerveen en Louwsmeer	2015	High	Vervangingen	002.763
1059	Schade door beperking in datacommunicatie door onvoldoende bandbreedte	2017	High	Functionaliteit	002.785
1061	Kwaliteit meetsystemen	2015	High	Vervangingen	002.783; 002.495; 003.181; 003.182; 000.028
1063	KBG-RK-DOD (150kV), uitval en schade door veroudering UGD kabels	2015	Medium	Vervangingen	003.381; 003.403

Tabel loopt door op volgende pagina

1064	Veroudering overspanningsafleiders	2015	Medium	Vervangingen	301.400; 301.800; 002.787; 003.007; 003.008; 002.930; 003.015; 003.019; 003.045; 003.046; 002.974; 002.812
1065	Veroudering compensatiespoelen 380 kV	2015	Medium	Vervangingen	002.790; 002.764; 002.878; 002.879
1066	Veroudering muur- en dakdoorvoeringen	2015	High	Vervangingen	002.950; 002.974; 301.000; 301.404; 301.400; 301.800
1067	Veroudering Petersenspeoel	2015	High	Vervangingen	002.789; 002.599; 003.362
1068	Veroudering scheiders en aarders 110-150 kV	2015	High	Vervangingen	003.108; 002.834; 002.950; 301.800; 000.075; 002.955; 003.015; 002.895; 003.045; 003.006; 003.007; 003.019; 003.009; 003.008; 003.107
1069	Veroudering scheiders en aarders 220-380 kV	2015	Medium	Vervangingen	002.495; 003.023; 003.024; 003.025; 301.404; 301.000; 000.036; 002.589; 002.853; 003.368; 003.418; 003.419; 000.028
1070	Veroudering luchtaangedreven scheiders en aarders 150 kV	2015	High	Vervangingen	003.108; 003.109; 002.950; 301.800; 002.852; 003.045; 000.075; 002.834; 002.495; 003.009; 003.007; 003.046; 003.019; 002.733; 002.930; 003.109
1072	Veroudering vermogensschakelaars deelpopulatie 220/380 kV	2016	Medium	Vervangingen	002.751; 002.495; 000.028
1076	EHVO-HMZ 150kV, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Very High	Capaciteit	003.075; 002.599
1078	Waalwijk, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW uitloper criterium	2020	Low	Capaciteit	002.760
1079	BSL380-BSL150 TR413, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-0 criterium	2020	Low	Capaciteit	002.757; 003.165; 003.059
1080	Merseyweg, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW uitloper criterium	2015	Low	Capaciteit	002.708
1086	GVN-TNT-ERP 150kV, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	002.909; 002.972
1089	ERP-MVL150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2020	Medium	Capaciteit	002.972; 002.909; 003.080
1092	KIJ380-KIJ150 TR403, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1094	ENS380-ENS220 TR404, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2020	Medium	Capaciteit	002.906
1096	DOD-DTC380, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	Low	Capaciteit	002.853; 003.078
1097	EHV-MBT380, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2020	Medium	Capaciteit	002.586
1102	Geertruidenberg 150 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2017	Low	Capaciteit	003.001
1104	Borsssele - Terneuzen, uitval en schade door dubbel falen	2015	Medium	Capaciteit	002.599; 002.562; 003.261
1105	GVN-MDH150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	Very High	Capaciteit	003.062
1107	Uitval en schade door harmonische resonantie in regio Eemshaven	2016	High	Functionaliteit	002.799
1109	Veroudering telecomunicatie	2027	Very High	Vervangingen	002.785
1110	Problemen faciliteren teleombehoefte voor de beveiliging	2016	High	Vervangingen	002.860; 003.145; 002.495; 003.144; 000.028
1116	Hengelo Boldershoek 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2013	Low	Capaciteit	002.870
1119	Veroudering oliegebluste vermogensschakelaars	2010	High	Vervangingen	003.015; 003.045; 002.682; 002.683; 002.684; 002.685; 002.834; 002.852; 301.400; 301.800; 002.503; 003.046; 003.024; 301.404
1120	Gennep 150, uitval en schade door niet kunnen uitvoeren werkzaamheden agv bodemverontreiniging	2017	Medium	Vervangingen	Analyse van alternatieven
1121	Veroudering Hoogte Kadijk	2017	High	Vervangingen	002.852
1122	Amsterdam Hoogte Kadijk 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Medium	Capaciteit	002.852

Tabel loopt door op volgende pagina

1123	Veroudering steekaarders	2016	Medium	Vervangingen	000.036; 003.023; 003.024; 301.404; 002.495; 002.589; 000.028
1124	Diemen en Hemweg, letsel, uitval en schade agv verouderde gelijkstroominrichting	2016	Medium	Vervangingen	002.930
1125	Veroudering noodstroomaggregaten 220/380 kV	2016	High	Vervangingen	002.864
1126	Uitval en schade door einde levensduur noodstroomaggregaten 150 kV	2016	Low	Vervangingen	003.361
1127	Westerlee 150, Letsel, uitval en schade door einde levensduur vermogenstransformator	2017	High	Vervangingen	301.000
1128	Veroudering transformatordoorvoeringen	2017	High	Vervangingen	002.857
1129	Veroudering railbeveiliging	2017	Medium	Vervangingen	002.858
1130	Veroudering meettransformatoren	2017	High	Vervangingen	002.694; 002.695; 002.869; 002.852; 002.950; 003.006; 003.007; 003.008; 003.024; 003.046; 301.800; 301.400; 301.404; 003.015
1131	Veroudering railsysteem Hengelo Boldershoek	2017	High	Vervangingen	002.870
1132	Veroudering beveiliging TenneT 380/220 kV	2017	Medium	Vervangingen	002.860
1133	Eerde, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW uitloper criterium	2020	Low	Capaciteit	002.908
1141	DIM-LLS380, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2016	High	Capaciteit	002.902
1149	ZYV220-ZYV110 TR202, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	Low	Capaciteit	002.763
1151	Friesland, schade door niet voldoen aan n-1 vanwege niet kunnen afvoeren productie	2021	Very High	Capaciteit	002.809; 002.873; 002.817
1153	BGMR-MEE110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	High	Capaciteit	002.897; 002.967; 002.968; 002.977; 002.993
1154	Meeden- Stadskanaal, uitval en schade door niet voldoen aan N-1 criterium	2018	Low	Capaciteit	002.705
1157	Deventer Platvoet- Rijssen, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	002.987; 002.998; 003.297
1161	Zwolle Weteringkade - Zwolle Hessenweg, uitval en schade door niet voldoen aan N-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	002.899
1162	ENS-LLS380, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2020	High	Capaciteit	002.903
1164	Rauwerd 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2020	Low	Capaciteit	301.800
1165	Diemen 150 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2018	Low	Capaciteit	Operationeel opgelost
1167	Venserweg, letsel, uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2017	Low	Capaciteit	002.533; 003.169
1168	HMM-VHZ150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2020	High	Capaciteit	002.699; 000.007; 002.081
1169	Amsterdam Noord Klaprozenweg 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Medium	Capaciteit	301.500; 003.269
1170	BWV380-VLN150 TR412, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2022	Low	Capaciteit	002.654
1172	VLN-NDW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2022	Medium	Capaciteit	002.654
1173	DIM380-DIM150 TR403, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	Medium	Capaciteit	002.533; 003.017; 000.007; 003.169; 003.410; 003.411
1175	HW-OZN-150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	High	Capaciteit	002.892
1176	WWD-MDM150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-1 criterium	2025	Medium	Capaciteit	002.522; 002.442; 003.017
1177	OZN380-HW150 TR401, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-0 criterium	2025	Medium	Capaciteit	002.893; 003.408; 003.409; 003.251; 003.219
1179	Tilburg Noord 150 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2025	Medium	Capaciteit	002.678; 003.072; 002.599; 003.082

Tabel loopt door op volgende pagina

1180	Bergen op Zoom 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Medium	Capaciteit	301.800
1181	Breda 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Low	Capaciteit	301.500
1182	Eerde 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Low	Capaciteit	301.500
1183	Eindhoven Noord 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2030	Low	Capaciteit	002.563
1184	Eindhoven Zuid 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2020	Medium	Capaciteit	003.046
1186	Helmond Zuid 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2025	Low	Capaciteit	002.563
1187	Limmel 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Medium	Capaciteit	301.500
1188	Oss 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Low	Capaciteit	301.800
1189	Roosendaal 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Medium	Capaciteit	002.545
1190	s Hertogenbosch Noord 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Low	Capaciteit	301.500
1191	Terwinselen 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Low	Capaciteit	301.800
1192	Tilburg Noord 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Low	Capaciteit	301.500; 002.678; 002.599; 003.072; 003.082
1196	BLER-BOEK150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.068; 003.436; 003.179
1198	GT TR401, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2020	Low	Capaciteit	003.073; 003.072; 002.678; 002.599; 000.036
1199	Maasbracht 380, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2020	Medium	Capaciteit	002.495; 003.068; 003.069; 002.599; 003.179; 000.028
1200	Doetinchem 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Low	Capaciteit	301.500
1201	Driebergen 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Low	Capaciteit	002.832
1202	Ede 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Low	Capaciteit	301.500
1204	Nieuwegein 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Low	Capaciteit	301.800
1209	Rotterdam Marconistraat 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Medium	Capaciteit	002.905
1211	Vondelingenweg, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW op uitloper	2017	Low	Capaciteit	003.061
1212	BTL-GVN150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	High	Capaciteit	002.909;002.972
1214	ULW-ODR-NIWG150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2020	Very High	Capaciteit	003.063; 002.530; 002.812
1216	Kattenberg 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2025	Low	Capaciteit	301.500
1217	Woudhuis 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2030	Low	Capaciteit	301.500
1218	Zaltbommel, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Medium	Capaciteit	002.527
1220	GT-KIJ380, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Medium	Capaciteit	002.904
1221	MEE380-MEE220 TR402, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-0 criterium	2020	Medium	Capaciteit	003.076
1222	Diemen 380 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2025	Low	Capaciteit	Operationeel opgelost
1227	Ens380, schade door niet voldoen aan n-1 rail	2020	High	Capaciteit	000.144
1229	Krimpen380, schade door niet voldoen aan n-1 bij onderhoud rail	2022	Low	Capaciteit	Analyse van alternatieven

Tabel loopt door op volgende pagina

1232	Zuid Limburg, uitval en schade door blindvermogen- en spanningshuishouding	2020	Medium	Capaciteit	002.914; 002.599
1234	Maarheeze 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Medium	Capaciteit	003.046
1235	Goes de Poel 150 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2017	Low	Capaciteit	002.915
1236	Gebrekkige markering hoogspanningsmasten Ketelmeer	2017	Medium	Functionaliteit	002.917
1238	Hengelo Oele 110kV, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Medium	Capaciteit	301.500
1239	Zwolle Hessenweg 110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2017	Medium	Capaciteit	003.448
1240	OTL-DWL150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	Very High	Capaciteit	003.017
1241	Delfzijl Weiwerd 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2020	Low	Capaciteit	301.400
1242	Veendam 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2020	Low	Capaciteit	002.682
1244	Veroudering coating isolatoren	2020	High	Vervangingen	Operationeel opgelost
1245	Spanningskwaliteit als gevolg van lage belasting omgeving Maasvlakte	2020	Very High	Capaciteit	002.927
1247	Zoetermeer 150 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2018	Low	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1248	Spanningskwaliteit als gevolg van invoeding reactief blindvermogen Borssele 380	2012	High	Capaciteit	002.872
1251	Station Merseyweg 150kV, letsel, uitval en schade door het niet kunnen plegen van onderhoud	2018	Medium	Capaciteit	002.770
1252	Laaghangende geleiders	2018	Medium	Vervangingen	002.979
1253	VENR-BMR150, uitval en schade door niet voldoen aan n-0 criterium	2030	Critical	Capaciteit	002.813; 002.657; 002.599
1254	MEE-SKN 110kV, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2020	Low	Capaciteit	002.977
1255	Kwaliteit meettransformatoren	2019	High	Vervangingen	002.679; 002.695; 002.923; 002.950; 301.400; 301.800; 002.869; 003.008; 301.000; 003.046; 301.404
1256	Uitval en schade door het niet synchroon lopen van de telecommunicatie	2019	Medium	Functionaliteit	Analyse van alternatieven
1257	Dedemsvaart, letsel, uitval en schade door niet onderhoudbare bovengrondse verbinding	2019	Low	Vervangingen	003.052
1260	MEE-VDM110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	Low	Capaciteit	002.978
1261	EEM380-EEM220 TR423, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2020	High	Capaciteit	Risico geaccepteerd
1263	Uitval PQ meters	2020	Very High	Vervangingen	003.016; 003.352; 003.363; 003.359; 003.361; 003.367
1265	Uitval en schade door onvoldoende autonome onderstations bij voordoen blackout	2019	High	Functionaliteit	003.098
1272	DWL-MDM150, uitval en schade door niet voldoen aan n-0 criterium	2025	Critical	Capaciteit	003.017
1273	APL-DWL150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.017
1274	APL-MDM150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.017
1276	Veroudering OSAs	2015	High	Vervangingen	002.787; 000.036; 002.495; 000.028
1277	HSW-ZYV220, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	002.806
1280	BL-MSKZ110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	High	Capaciteit	002.897; 002.967; 002.968; 002.977; 002.993
1281	CVD-VO110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	002.897; 002.967; 002.968; 002.977; 002.993

Tabel loopt door op volgende pagina



1282	Zwolle-Meeden-Eemshaven380, letsel door ontbreken van bordes in masten	2019	Medium	Functionaliteit	003.032
1283	BSL-GSP150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2020	Low	Capaciteit	003.165; 003.059
1284	BSL-TNZ150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-0 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.059
1286	GSP-WAP-KNG-RLL150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2020	Low	Capaciteit	003.165
1287	GSP-MDB150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.165; 003.060
1288	GSP-TNZ150, uitval en schade door niet voldoen aan n-0 criterium	2030	Critical	Capaciteit	003.059
1289	GSP-VSG150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.165
1290	GSP-WDO150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	High	Capaciteit	003.059
1292	TNZ-WDO150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.059
1296	Slecht functioneren railbeveiliging	2019	High	Vervangingen	003.143; 000.075; 002.681; 301.800; 000.144; 301.500; 002.565; 002.581
1298	Watergraafsmeer, letsel, uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2025	Low	Capaciteit	002.533; 003.169
1299	Eindhoven Noord 150 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2030	Low	Capaciteit	002.678; 003.075; 003.082; 002.599; 003.072
1300	Eindhoven Oost 150 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2030	High	Capaciteit	002.678; 003.075; 003.082; 002.599; 003.072
1301	Oosteind 150 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2030	Low	Capaciteit	002.678; 002.599; 003.072; 003.082
1302	Tilburg West 150 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2025	Low	Capaciteit	002.678; 003.082; 002.599; 003.072
1303	Marnezijl 110kV letsel, uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2025	Low	Capaciteit	301.800
1304	Beilen 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2025	Low	Capaciteit	003.052
1305	Ens220, schade door niet voldoen aan n-1 rail	2020	Medium	Capaciteit	000.144
1308	Groningen Hunze 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2013	Low	Capaciteit	002.503
1310	Meeden 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2013	Low	Capaciteit	002.503
1313	Zutphen 150 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2030	Low	Capaciteit	003.040
1320	Vierverlaten 220kV, letsel, uitval en schade door overschrijding 1 fase kortsluitvastheid	2025	Medium	Capaciteit	002.806
1321	Maasbracht 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2030	Medium	Capaciteit	002.495; 003.068; 003.069; 002.599; 003.179; 000.028
1322	Vierverlaten 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2013	Low	Capaciteit	002.503
1324	Zeyerveen 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2025	Low	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1326	Enschede Marssteden 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2020	Low	Capaciteit	003.358
1327	Enschede van Heekstraat 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2022	Low	Capaciteit	002.989
1328	Goor 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2020	Low	Capaciteit	003.351
1329	Almelo Tusveld 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2020	Low	Capaciteit	301.800
1330	Haaksbergen 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2013	Low	Capaciteit	002.989; 003.298

Tabel loopt door op volgende pagina

1332	Hengelo Oele 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2013	Low	Capaciteit	003.084
1333	Hengelo Weideweg 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2013	Medium	Capaciteit	002.834
1334	Zwolle Frankhuis 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2013	Low	Capaciteit	002.503
1335	Zwolle Hessenweg 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2013	Medium	Capaciteit	002.503
1336	Zwolle Weteringkade 110kV letsel, uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2013	Low	Capaciteit	002.503
1337	Beersdal 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2030	Low	Capaciteit	301.800
1339	BGM-DTN110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.053
1340	BGM220-BGM110 TR202, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.053
1341	BL-ZYV110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	High	Capaciteit	003.057
1342	CVD-HDB110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Medium	Capaciteit	002.897; 002.967; 002.968; 002.977; 002.993
1343	DDV-HDB110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.052; 003.278
1344	DDV-HGV110, uitval en schade door niet voldoen aan n-0 criterium	2025	Critical	Capaciteit	003.052; 003.278
1346	ENS380-ENS110 TR414, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2022	Low	Capaciteit	003.446
1348	ESDH-LS110, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	002.518
1349	ESDM-HGLO110, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	002.518
1350	ESDV-ESDW110, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2025	Low	Capaciteit	002.518
1351	ESDW-HGLO110, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	002.518
1352	GLTK-GNHU110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Medium	Capaciteit	002.978
1353	GNHU-HGZ-KWD110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	002.978
1354	OHK220-110 Trafos, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	Low	Capaciteit	003.053
1355	GNHU-VVL110, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2025	Medium	Capaciteit	003.051
1356	GO-RS110, uitval en schade door niet voldoen aan n-0 criterium	2022	Critical	Capaciteit	002.987; 003.298
1357	GRD-OHK110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.053
1358	DTN-OWD110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	Low	Capaciteit	003.053
1360	HGL380-HGLO110 TR402, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.084
1361	HSW220-ZLH110 TR203, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-0 criterium	2025	Medium	Capaciteit	003.052; 003.278
1365	GLTK-VDM110, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2025	Low	Capaciteit	002.978
1369	MEE220-MEE110 TR202, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2020	High	Capaciteit	002.978; 003.119
1370	MEE-WS110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	High	Capaciteit	003.428
1371	MP-SW110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2022	High	Capaciteit	003.052

Tabel loopt door op volgende pagina



1372	MP-ZS110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2022	Medium	Capaciteit	003.052
1373	OHK-OWD110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2022	Low	Capaciteit	003.053
1374	Emmen, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW criterium	2022	Medium	Capaciteit	003.056
1377	VVL220-VVL110 TR202, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Medium	Capaciteit	003.051
1379	ZLH-ZS110, uitval en schade door niet voldoen aan n-0 criterium	2030	Critical	Capaciteit	003.052
1380	Kwaliteit meettransformatoren	2020	High	Vervangingen	000.075; 002.543; 002.679; 003.360; 003.362; 002.695; 002.950; 301.000; 003.007; 003.008; 003.108; 301.400; 301.401
1383	APD-KBG150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.040; 003.041
1384	APD-WHS150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	High	Capaciteit	003.040; 003.041
1385	BKK TR411, uitval en schade door niet voldoen aan n-0 criterium	2020	Critical	Capaciteit	003.040; 002.530; 002.812; 003.041
1386	ZWO-BSTN150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-2 criterium	2022	Low	Capaciteit	003.040; 003.041; 003.085; 003.086
1387	NIWG-DB150 W, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	Medium	Capaciteit	003.040; 003.041
1388	DB-VNG150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-0 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.040; 003.041
1391	DOD-EDE150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2022	High	Capaciteit	003.040; 003.041
1393	DOD-NM150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.040; 003.041
1394	DOD-TL150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.049
1395	DOD380-DOD150 TR404, uitval en schade door niet voldoen aan n-0 criterium	2025	Critical	Capaciteit	003.040; 002.530; 002.812
1397	DRT-TL-ZBM150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.049
1398	DTC-LGK150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	High	Capaciteit	003.040; 003.041
1399	DTC380-LGK150 TR403, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	Medium	Capaciteit	003.040; 003.041; 002.812; 002.530
1401	KBG-RK150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Medium	Capaciteit	003.040; 003.041
1403	LC-ZP150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Medium	Capaciteit	003.050
1404	LGK-NM150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Medium	Capaciteit	003.050
1405	LGK-ZP150, uitval en schade door niet voldoen aan n-0 criterium	2025	Critical	Capaciteit	003.041; 003.041
1406	LGK-ZV150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.040; 003.041
1408	TRAFO LLS, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	High	Capaciteit	003.040; 002.530; 002.812
1412	NM-ZV150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.040; 003.041
1414	SOS-ULW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	High	Capaciteit	003.065
1416	ULW-BKK150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	High	Capaciteit	003.040; 003.041
1423	BTL-MSW, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2020	Low	Capaciteit	002.708
1425	BTL-VLW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	High	Capaciteit	003.061

Tabel loopt door op volgende pagina

1427	MSW-TWG150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	002.708
1428	MVL TR402, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-0 criterium	2025	Low	Capaciteit	002.909;002.972
1430	RTW-VLW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-0 criterium	2030	Critical	Capaciteit	003.061
1432	SMH TR411, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-0 criterium	2025	Low	Capaciteit	002.909;002.972
1433	TWG-ERP, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	002.909;002.972
1435	WL380-WL150 TR412, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1436	BELF-BLER150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.068; 003.435; 003.179
1437	BELF-BUGG150, uitval en schade door niet voldoen aan n-0 criterium	2030	Critical	Capaciteit	003.068; 003.435; 003.179
1438	BMR TR404, uitval en schade door niet voldoen aan n-0 criterium	2030	Critical	Capaciteit	003.068; 003.179
1439	BOEK-CLF150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Medium	Capaciteit	003.068; 003.179
1440	BOEK-HRST150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.068; 003.179
1441	BSDL-MLBK150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	High	Capaciteit	003.069; 003.068; 003.179
1442	BSDL-TERW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	High	Capaciteit	003.068; 003.069; 003.179
1443	BUGG-KELP-NEDW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.096; 002.599
1444	BUGG-MBT150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Medium	Capaciteit	003.069; 003.068; 003.179
1445	BUGG-MLBK150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.069; 003.068; 003.179
1447	CLF-VENR150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.068; 003.179
1448	GRTH-MBT150, uitval en schade door niet voldoen aan n-0 criterium	2025	Critical	Capaciteit	003.068; 003.069; 003.179
1449	GRTH-SBRN-TERW150 WIT, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	High	Capaciteit	003.068; 003.069; 003.437; 003.179
1450	HRST-VENR150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.068; 003.179
1451	LIMM-SBS-TERW150 ZWART, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Medium	Capaciteit	003.068; 003.069; 003.437; 003.179
1453	MBT TR404 en TR403, uitval en schade door niet voldoen aan n-0 criterium	2030	Critical	Capaciteit	003.069; 003.068; 002.495; 002.599; 003.179; 000.028
1454	BLER-BUGG150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.068; 003.069; 003.435; 003.179
1456	RSD-PCH-BD150 W, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-1 criterium	2020	Low	Capaciteit	000.145; 002.599; 002.678; 003.004; 003.073; 003.074
1458	BOZ-WDT150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	High	Capaciteit	002.793; 003.074; 002.599; 003.168
1463	EHVN-EHVO 150kV, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2020	Low	Capaciteit	003.082; 003.072; 002.678; 002.599
1465	EHVN-BT150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2020	Medium	Capaciteit	003.082; 003.072; 002.678; 002.032; 002.599; 003.167
1467	EHV TR403 en TR404, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Medium	Capaciteit	003.082; 003.075; 003.072; 002.678; 002.599
1469	EHVZ-HPT150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.081; 002.599
1472	TBN-TBZ150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2022	Low	Capaciteit	002.033
1473	GT-OTD150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2020	Medium	Capaciteit	003.082; 003.072; 002.678; 002.599

Tabel loopt door op volgende pagina

1477	GT-VW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	Low	Capaciteit	003.072; 002.678; 002.599; 002.760
1478	HMO-HMZ150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.075; 002.678
1480	HTN-VW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.072; 002.678; 002.599
1482	EHVO-EHVZ-MZ150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2020	Very High	Capaciteit	002.761
1485	OTD-TBW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2020	Medium	Capaciteit	003.082; 003.072; 002.678; 002.599
1486	RLL-WDT150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2020	Medium	Capaciteit	003.165
1488	Helmond Oost - Aarle Rixtel, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW uitloper criterium	2020	Low	Capaciteit	002.948
1489	TBN-TBW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	Low	Capaciteit	003.082; 003.072; 002.678; 002.599; 003.165
1490	Maarheeze, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW uitloper criterium	2020	Medium	Capaciteit	002.761; 002.599
1491	TBW-TBZ150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2022	Low	Capaciteit	003.082; 003.072; 002.678; 002.599
1506	Diemen 150kV, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2025	Medium	Capaciteit	003.017
1507	Oterleek 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2025	Medium	Capaciteit	003.017
1508	Wijdewormer 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2022	High	Capaciteit	003.017
1509	Groningen Hunze 110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2025	Low	Capaciteit	301.800
1512	Deventer Platvoet 110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2030	Low	Capaciteit	301.800
1513	Hengelo Weideweg 110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2020	Medium	Capaciteit	002.834
1514	Meppel 110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2025	Low	Capaciteit	301.800; 003.052
1515	Zwartsluis 110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2025	Low	Capaciteit	003.447
1517	Eindhoven Oost 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2030	Medium	Capaciteit	002.678; 002.877; 003.075; 003.082; 002.599
1519	Woensdrecht 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2020	Medium	Capaciteit	301.500
1521	Geertruidenberg 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2030	Medium	Capaciteit	002.678; 003.004; 003.073; 003.074; 002.599; 003.165
1522	Oosteind 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2030	Low	Capaciteit	301.500; 002.678; 002.599
1523	Uden 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2030	Low	Capaciteit	301.800
1529	Zwolle Hessenweg 110 met railbev uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcrit	2025	Medium	Capaciteit	003.100
1530	Hengelo Oele 110 met railbev uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcrit	2030	Low	Capaciteit	003.084
1531	Groningen Hunze 110 letsel uitval en schade door overschrijding 1 fase kortsluitvastheid	2011	Medium	Capaciteit	002.503
1532	Vierverlaten 110 letsel uitval en schade door overschrijding 1 fase kortsluitvastheid	2020	Medium	Capaciteit	002.503
1533	Almelo Tusveld 110 letsel uitval en schade door overschrijding 1 fase kortsluitvastheid	2020	Medium	Capaciteit	301.800
1534	Goor 110 letsel uitval en schade door overschrijding 1 fase kortsluitvastheid	2011	Medium	Capaciteit	003.351
1536	Hengelo Weideweg 110 letsel uitval en schade door overschrijding 1 fase kortsluitvastheid	2011	High	Capaciteit	002.834

Tabel loopt door op volgende pagina

1539	Zwolle Weteringkade 110, letsel, uitval en schade door overschrijding 1 fase kortsluitvastheid	2011	Low	Capaciteit	002.503
1541	BZ-VW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	Medium	Capaciteit	002.533; 003.169
1542	HW-NDK150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-1 criterium	2025	Medium	Capaciteit	002.892
1545	VW-WGM150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-1 criterium	2022	Low	Capaciteit	002.533; 003.169
1546	VHZ380-VHZ150 TR413, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	High	Capaciteit	003.397; 003.408; 003.409
1557	Hessenweg 220, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2025	Medium	Capaciteit	003.052
1558	Hengelo 380, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2025	Medium	Capaciteit	003.084
1559	Geertruidenberg380, schade door niet voldoen aan n-1 rail	2025	Medium	Capaciteit	003.439
1563	Eindhoven Noord 150kV uitval en schade door niet voldoen aan n-1 bij onderhoud railcriterium	2020	Medium	Capaciteit	002.678; 002.877; 003.075; 003.082; 002.599
1564	Eindhoven Oost 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 railcriterium	2030	Low	Capaciteit	002.678; 002.877; 003.075; 003.082; 002.599
1566	Geertruidenberg 380kV uitval en schade in onderliggend net door overschrijding n-1 bij onderhoud railcriterium	2020	Medium	Capaciteit	002.678; 003.004; 003.073; 003.074; 002.599; 003.165
1569	Maasbracht 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 railcriterium	2022	Low	Capaciteit	002.495; 003.068; 003.069; 002.599; 003.179
1571	BKK-KIJ380, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	Medium	Capaciteit	003.430
1572	MBT-BMR-DOD380, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	High	Capaciteit	003.079
1573	BWW-OZN380, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.430
1574	BWK-WTR380, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Medium	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1575	CST-KIJ380, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Medium	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1576	CST-SMH, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Medium	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1577	DTC-HGL380, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.077
1578	VVL TR423, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Medium	Capaciteit	002.806
1579	ENS-HSW220, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	High	Capaciteit	002.806
1580	DIM-OZN380, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	Medium	Capaciteit	003.430
1582	GT-RLL380, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2022	High	Capaciteit	002.678; 003.434
1583	HGL-ZL380, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	002.394
1585	MVL-WL380, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1587	WL-WTR380, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Medium	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1592	Nijmegen - Zevenaar, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW criterium	2025	Low	Capaciteit	003.040; 003.041
1593	Utrecht Lage Weide - Oudenburg - Nieuwegein, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW criterium	2022	Low	Capaciteit	003.063
1594	Eemshaven Midden 110 – Robbenplaat 220, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2023	High	Capaciteit	003.126

Tabel loopt door op volgende pagina



1595	Veroudering Pfiffner instrumentatietransformatoren	2020	Medium	Vervangingen	003.154
1596	Herbayum 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2025	Low	Capaciteit	002.817
1597	Financiële schade door tekort aan eigen middelen voor blindvermogenondersteuning	2020	Very High	Capaciteit	003.183
1599	EHV-MBT380 na opwaarderen verbinding, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Medium	Capaciteit	003.429
1600	Letsel, uitval en schade door niet goed gedimensioneerde 110kV overspanningafleiders regio Noord	2025	Very High	Functionaliteit	301.400; 003.353; 003.047; 002.870; 301.800
1601	Bargermeer, veroudering UGD kabel	2021	Medium	Vervangingen	003.345
1602	Kwaliteit meettransformatoren populatie 2021	2021	High	Vervangingen	000.075; 002.543; 002.679; 002.692; 002.693; 002.695; 002.696; 301.000; 002.866; 002.950; 003.007; 003.008; 300.111; 301.400
1604	Verouderde masten Graetheid - Beek - Schoonbron	2021	Very High	Vervangingen	003.489
1605	220/380kV, letsel, uitval en schade als gevolg van verouderde gelijkstroominrichting	2021	High	Vervangingen	Maatregel in voorbereiding
1607	BGM-LSM220, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	002.806
1608	BGM-VVL220, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	002.806
1609	BKK-DIM380, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.430
1610	EHV-GT380, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2025	Low	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1611	BWW-VHZ380, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1612	BWK-VHZ380, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1613	DIM-KIJ380, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.430
1614	EEM TR421, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2022	Medium	Capaciteit	000.144; 002.806
1615	EEM-EOS380, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-1 criterium	2022	High	Capaciteit	003.432
1616	EEM-MEE380, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Very High	Capaciteit	002.806
1617	EEM-RBB220, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2022	Very High	Capaciteit	000.144; 002.806
1618	EEM-TIJDEL, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	High	Capaciteit	000.144
1619	EEM-VVL220, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2022	Low	Capaciteit	Risico geaccepteerd
1620	ENS-ZL380, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	High	Capaciteit	002.806
1621	EOS-TIJDEL, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2022	High	Capaciteit	000.144
1622	EOS-VVL380, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1624	MEE-TIJDEL, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	High	Capaciteit	000.144
1625	MEE-WEW220, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2022	Medium	Capaciteit	000.144; 002.806
1626	MEE-ZL380, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	Medium	Capaciteit	002.806
1627	RBB-TIJDEL, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2022	High	Capaciteit	000.144
1628	RBB-VVL220, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2022	Low	Capaciteit	Analyse van alternatieven

Tabel loopt door op volgende pagina

1629	RBB-WEW220, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2022	High	Capaciteit	000.144; 002.806
1630	SMH-MAH380, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Medium	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1631	VVL-ZYV220, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Medium	Capaciteit	002.806
1632	BSL-RLL380, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Medium	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1633	ENS-OHK220, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Medium	Capaciteit	002.806
1634	DIM-LLS380 na 3e circuit, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Very High	Capaciteit	002.902
1635	ENS-LLS380 na 3e circuit, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	High	Capaciteit	002.903
1636	GT-RLL380 na ZW-Oost, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	High	Capaciteit	003.434
1637	DIM-OZN na opwaarderen verbinding, niet voldoen aan n-1 criterium	2030	High	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1638	GNHU-DZW110, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	Operationeel opgelost
1639	LSM220-LSM110 TR202, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.441
1640	ZYV TR212, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	002.897; 002.967; 002.968; 002.977; 002.993
1643	BGM-DK110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.442
1644	BGMR-EMW110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	High	Capaciteit	002.897; 002.967; 002.968; 002.977; 002.993; 003.056
1645	BL-WTO110, uitval en schade door niet voldoen aan n-0 criterium	2030	Critical	Capaciteit	003.052
1646	DTN-GRD110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.053
1647	EMW-VO110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2022	Low	Capaciteit	002.897; 002.967; 002.968; 002.977; 002.993
1648	HBYSKS-LSM110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Medium	Capaciteit	003.443
1649	HDB-HGV110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Medium	Capaciteit	003.052; 003.278
1650	HGV-WTO110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Medium	Capaciteit	003.052; 003.278
1651	LMR-OHK110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.054; 003.444
1652	LSM-RWD110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.443
1653	MEE-SKN110, uitval en schade door niet voldoen aan n-0 criterium	2022	Critical	Capaciteit	002.705
1654	RWD-BWD110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.443
1655	TBG-AMLN-AML110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Medium	Capaciteit	003.445
1656	TBG-VH110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Medium	Capaciteit	003.445
1657	VH-AMLN-AML110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Medium	Capaciteit	003.445
1658	VVL-WSMR110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	Maatregel in onderhoudsproces
1659	ZLH-OMD-CVD110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	002.897; 002.967; 002.968; 002.977; 002.993
1660	BSL-MDB150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.165
1661	BTL-GVT150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2022	High	Capaciteit	002.909; 002.972

Tabel loopt door op volgende pagina

1662	GVN-GVT150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	High	Capaciteit	002.909;002.972
1664	BTL-ODL150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.061
1665	ARI-OS150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.075
1666	EHVN-EHVO150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	002.678; 003.072; 003.082
1667	EHVO-HMZ150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	High	Capaciteit	002.678; 003.075
1668	GT-HTW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2022	Low	Capaciteit	002.760
1669	HMZ-UD150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.075
1670	OS-UD150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.075
1671	BCO-WTW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.473
1672	DOD-VNG150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.040; 003.041
1673	DOD-VNW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 en n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.040; 003.041
1674	HTM-VSN150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2025	Medium	Capaciteit	003.040; 003.041
1675	HTM-WHS150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	003.040; 003.041
1676	LLS-DNO150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.040; 003.041
1677	TRAFO LLS 414, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.040; 002.530; 002.812
1678	VNG-VNW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.040; 003.041
1679	VSN-WHS150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2025	Medium	Capaciteit	003.040; 003.041
1680	ZWO-HD150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	003.040; 003.041
1681	Crayestein 380 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2030	Low	Capaciteit	003.472
1682	Louwsmeer 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2025	Low	Capaciteit	003.441
1683	Oudehaske 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2025	Low	Capaciteit	003.053
1684	Schenkenschans 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2025	Low	Capaciteit	003.354
1685	Marsdijk 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2025	Low	Capaciteit	301.800
1686	Almelo Mosterdpot 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2022	Low	Capaciteit	002.991
1687	Almelo Mosterdpot 110 letsel uitval en schade door overschrijding 1 fase kortsluitvastheid	2022	Medium	Capaciteit	003.355
1688	DIM-WGM150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	High	Capaciteit	002.533; 003.169; 003.410; 003.411; 003.240
1690	Etten, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW uitloper criterium	2030	Low	Capaciteit	003.438
1691	Uden, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW uitloper criterium	2030	Low	Capaciteit	003.075
1692	Oosteind, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW uitloper criterium	2030	Low	Capaciteit	002.599; 002.678
1693	AMV-VW150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	002.533; 003.169; 003.410; 003.411
1694	Beverwijk380, schade door niet voldoen aan n-1 bij onderhoud rail	2030	Medium	Capaciteit	Analyse van alternatieven

Tabel loopt door op volgende pagina

1695	Diemen380, schade door niet voldoen aan n-1 bij onderhoud rail	2030	Medium	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1696	Eindhoven380, schade door niet voldoen aan n-1 rail	2025	Medium	Capaciteit	Operationeel opgelost
1697	Bargemeer 110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2022	Low	Capaciteit	003.056
1698	Almelo Mosterdpot 110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2025	Low	Capaciteit	003.355
1699	Veenoord 110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2030	Medium	Capaciteit	003.355
1702	WEW-TIJDEL, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2022	Medium	Capaciteit	000.144
1703	MEE380-MEE220 TR402 na uitbreiding transformator capaciteit, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Medium	Capaciteit	002.806
1704	Alblasserdam - Arkel, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW criterium	2026	Low	Capaciteit	003.452
1705	Eemshaven Midden, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW criterium	2030	Low	Capaciteit	003.126
1706	Enschede, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW criterium	2022	Medium	Capaciteit	002.518
1707	Meppel-Steenwijk, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW criterium	2030	Low	Capaciteit	003.052
1708	GNHU-VVL110, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2025	Low	Capaciteit	Operationeel opgelost
1709	Boxmeer 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 railcriterium	2022	Low	Capaciteit	002.657
1710	Haps 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2030	Low	Capaciteit	003.375
1711	Maasbracht 150 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2022	Low	Capaciteit	003.068; 003.069; 003.179
1712	Eemshaven 220 letsel uitval en schade door overschrijding 1 fase kortsluitvastheid	2022	Low	Capaciteit	000.144
1713	Robbenplaat 220 letsel uitval en schade door overschrijding 1 fase kortsluitvastheid	2022	Medium	Capaciteit	000.144
1714	Hemweg 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 railcriterium	2030	Low	Capaciteit	002.930
1715	Nieuwe Meer 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2022	Medium	Capaciteit	002.533
1716	Oterleek 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 railcriterium	2025	Low	Capaciteit	003.017
1717	Venserweg 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2025	Medium	Capaciteit	003.240; 003.410; 003.411
1718	Watergraafsmeer 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2030	Low	Capaciteit	003.240; 003.410; 003.411
1719	Vijfhuizen 380, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 railcriterium	2030	Low	Capaciteit	003.408; 003.409
1720	Vijfhuizen 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2025	Medium	Capaciteit	003.408; 003.409
1721	Ens 110 letsel uitval en schade door overschrijding 3 fase kortsluitvastheid	2022	Low	Capaciteit	003.446
1722	Krimpen aan den IJssel 380 letsel uitval en schade door overschrijding 1 fase kortsluitvastheid	2030	Medium	Capaciteit	301.404
1723	Dodewaard 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 railcriterium	2030	Low	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1724	Elst 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2030	Low	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1725	Zevenaar 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2022	Low	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1726	Soest 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2022	Medium	Capaciteit	003.143

Tabel loopt door op volgende pagina

1727	Teersdijk 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2030	Low	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1728	Veenendaal , t Goeie Spoor 150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 railcriterium	2030	Low	Capaciteit	Analyse van alternatieven
1729	Cuijk, Haps en Gennep, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW uitloper criterium	2022	Low	Capaciteit	Operationeel opgelost
1730	Cuijk en Haps, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW uitloper criterium	2030	Low	Capaciteit	Operationeel opgelost
1731	Kelpen, Nederweert en Weertheide, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW uitloper criterium	2030	Low	Capaciteit	Operationeel opgelost
1732	Born en Lutterade, uitval en schade door niet voldoen aan 100 MW uitloper criterium	2022	Low	Capaciteit	Operationeel opgelost
1733	DIM-BN150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 en n-0 criterium	2025	High	Capaciteit	003.410; 003.411; 003.240
1734	HK-NDK150, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 criterium	2030	Low	Capaciteit	Operationeel opgelost
1735	ARI-HMO150, uitval en schade door niet voldoen aan n-1 criterium	2030	Low	Capaciteit	002.948; 003.075
1736	Boxmeer 380, uitval en schade door niet voldoen aan n-2 railcriterium	2022	Low	Capaciteit	003.068; 003.179



**TenneT TSO B.V.**

Utrechtseweg 310, Arnhem  
Postbus 718, 6800 AS Arnhem

**Telefoon** 0800 8366388  
**www.tennet.eu**

